

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УРАЛЬСКИЙ ЛЕСНОЙ ТЕХНОПАРК
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НАУКИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЛЕСНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
(IUFRO)
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА И
ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ICFFI)
МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ЭКОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
АССОЦИАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО
МАШИНОСТРОЕНИЯ «ДРЕВМАШ»
АССОЦИАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ СЕКЦИИ НАУК О ЛЕСЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
УРАЛЬСКИЙ СОЮЗ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННИКОВ
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПЕРЕРАБОТКИ
ДРЕВЕСИНЫ
АССОЦИАЦИЯ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ УРАЛА
АССОЦИАЦИЯ УРАЛЬСКИХ МЕБЕЛЬЩИКОВ**

ДЕРЕВООБРАБОТКА:

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ, МЕНЕДЖМЕНТ XXI ВЕКА

**ТРУДЫ
IX МЕЖДУНАРОДНОГО
ЕВРАЗИЙСКОГО СИМПОЗИУМА
23-25 сентября 2014 г.**

УДК 674
ББК 37.13
П99

Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. Труды IX международного евразийского симпозиума / Под научной ред. В.Г.Новоселова. – Екатеринбург, 2014. – 253 с.

ISBN 978-5-94984-475-5

П99 В книгу трудов включены доклады IX международного евразийского симпозиума “Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века”, проходившего с 23 по 25 сентября 2014 года в городе Екатеринбурге.

В трудах рассмотрены актуальные вопросы теории и практики организации деревообрабатывающего производства; эффективности использования инновационных и информационных технологий в фундаментальных научных и прикладных исследованиях, образовательных и коммуникативных системах и средах; технологии подготовки круглых лесоматериалов и их переработки с получением пиломатериалов и их биологической защиты; деревянного домостроения и отделки изделий из древесины лакокрасочными материалами; теории резания древесины, расчета режимов резания древесины на станках, совершенствования и проектирования принципиально нового технологического деревообрабатывающего оборудования и режущего инструмента, повышения их точности и надежности; экологии и безопасности и др.

УДК 674
ББК 37.13

Организационный комитет:

Залесов С.В. - председатель, Герц Э.Ф. - зам. председателя, Шпак Н.А - зам. председателя, Газеев М.В. - зам. председателя, Новоселов В.Г. - отв. секретарь. Члены оргкомитета: Старжинский В.Н., Якимович С.Б., Астратова Г.В., Часовских В.П., Черемных Н.Н., Чернышев О.Н., Вураско А.В., Раевская Л.Т.

Редакционная коллегия:

Новоселов В.Г. – председатель, Газеев М.В. – секретарь, члены редколлегии: Прядилина Н.К., Якимович С.Б., Старжинский В.Н., Черемных Н.Н.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

Ответственный за выпуск сборника Новоселов В.Г.
Компьютерная верстка Новоселов В.Г.
Дизайн обложки Газеев М.В.

ISBN 978-5-94984-475-5

© ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2014

Посвящается памяти профессора В.К.Пашкова



Валентин Кузьмич Пашков родился 10 мая 1933 г. в д. Дундуково Вытегорского района Вологодской области. В 1955 г. окончил Ленинградскую лесотехническую академию по специальности «инженер-механик». По государственному распределению молодых специалистов был направлен на Дубровский домостроительный комбинат в Ленинградской области, где проработал семь лет на различных руководящих должностях.

В 1962 г. В.К.Пашков поступил в аспирантуру Ленинградской лесотехнической академии, которую окончил в 1965 г., и был принят старшим преподавателем на кафедру механической обработки древесины Уральского лесотехнического института, в котором бессменно трудился в должностях, доцента кафедры станков и инструментов, заведующего этой же кафедрой, а впоследствии – профессора. Более 150 молодых специалистов получили от В.К.Пашкова «Путевку в жизнь». Под его руководством и при непосредственном участии была построена и оснащена научно-исследовательская лаборатория в Учебно-опытном лесхозе института. В 70-е годы, когда шло строительство нового учебного корпуса, В.К.Пашков руководил партийным комитетом УЛТИ и вместе с ректором Е.И. Казанцевым решал непростые организационные вопросы.

В.К.Пашков является основателем нового научного направления «Теплофизика резания древесины дисковыми пилами», им опубликовано более 250 научных работ, в том числе 16 книг и брошюр, более 40 изобретений. Он избран член-корреспондентом Российской академии естественных наук. Под его руководством выполнено и защищено 5 кандидатских диссертаций. В 1999 г. В.К.Пашков защитил докторскую диссертацию и получил ученое звание профессора. Дочь и внук В.К.Пашкова, продолжив династию, окончили наш вуз.

Заслуги В.К.Пашкова в научно-педагогической деятельности отмечены государственными наградами – медалями: «За трудовую доблесть», «За доблестный труд в ознаменование 100-летия В.И.Ленина», а в 2000 г. ему присвоено звание «Заслуженный работник высшей школы».

До последних дней В.К.Пашков полностью отдавал себя своему призванию: вел все виды учебной и научной работы, работал в составе диссертационного совета университета, в составе государственных аттестационных комиссий, планировал и организовывал новые научные исследования. Светлая память о Валентине Кузьмиче – педагоге и ученом навсегда останется среди его коллег и учеников.

МЕНЕДЖМЕНТ ПРЕДПРИЯТИЯ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

УДК 338.2

Бирюков П.А. (УГЛТУ, г. Екатеринбург) eolk@usfeu.ru

О ЦЕЛЕВЫХ УСТАНОВКАХ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

В статье рассмотрена проблема выбора ориентиров развития лесопромышленных предприятий в современных условиях

Принятием закона РФ «О государственном стратегическом планировании» официально признано, что для преодоления затяжного экономического кризиса в национальном хозяйстве страны нужно использовать плановые начала. Отказ от некоторых догматических установок сторонников только либеральных экономических отношений даст необходимый позитивный импульс всем отраслям промышленного производства, включая лесной комплекс.

Предваряя разработку регионального плана восстановления лесопромышленного комплекса Среднего Урала, излагаю ряд принципиальных суждений о его нынешнем состоянии и вероятных установках при формировании технической политики развития предприятий.

В настоящее время основу лесопромышленного комплекса составляют тысячи малых и средних предприятий, ориентированных на заготовку древесины и её первичную обработку. Как решать проблему концентрации производства, в частности в наиболее распространенном производстве – лесопилении?

В советский период производство пиломатериалов высокого качества, как правило экспортируемых в больших объемах, было организовано в лесокombинатах типа Лобвинский, Тавдинский и Сосьвинский. Масштабы производства составляли по сырью сотни тысяч кубометров. Высокий уровень концентрации производства и комбинирования предопределяли значительные экономические результаты хозяйствования, а также постоянное социальное развитие коллективов.

Но истощение собственной сырьевой базы, а конкретно дефицит крупномерного пиловочного сырья, вызвало в ходе рыночных преобразований банкротство не только этих флагманов лесопиления в области, а также большинства предприятий с крупными лесоцехами в г. Талица, г. Карпинск, г. Кушва и т.д.

В настоящее время лесопиление рассредоточено по территории всей области и развернуто на малых предприятиях, основу которых составляют ленточнопильные установки с низкой производительностью. В основном малые предприниматели нацелены на насыщение местного лесного рынка; средний радиус доставки пиломатериалов от места их производства до потребителя не превышает 80 км.

Анализ обширной информации о состоянии лесопромышленного производства в области приводит к выводу, что возрождение лесокombинатов-флагманов лесопиления в ближайшей перспективе не реально.

Проблема связана с отсутствием в области компактно произрастающих древостоев с крупными запасами хвойной древесины. Поэтому для преодоления по существу

кустарного подхода к организации лесопромышленного производства следует кардинально изменить практику предоставления лесов в аренду. Площади предлагаемых к взятию в аренду лесов должны быть достаточными, чтобы можно было организовать предприятие с мощностями лесопиления не менее 80 тыс. м³ по сырью.

Так как у большинства потенциальных предпринимателей нет достаточных финансовых ресурсов, то создание новых предприятий должно происходить в форме частно-государственного партнерства.

Вероятность появления такой возможности высока. Дело в том, что в ближайшие 5 лет начнут достигать возраста спелости древостои на лесных площадях, пройденных рубками в период индустриализации страны (1929-1940 г.г.). Безусловно, принятие конкретных решений о создании новых производств с географической привязкой требует информации о лесных ресурсах, которую нужно получить в процессе нового лесоустройства территории Среднего Урала.

Только при таком подходе в отрасли сумеем создать оснащенные новейшим оборудованием предприятия нового типа (как на лесозаготовках, так и в лесопилении).

Особо останавливаюсь на целевых установках. В региональном документе о развитии лесопромышленных предприятий, хотя он будет носить индикативный характер, следует обязательно прописать требования к техническому уровню производства на исходном рубеже и при поэтапном развитии.

В советский период, хотя решающей установкой для лесных предприятий являлось достижение плановых физических объемов производства лесопродукции, одновременно не менее значимым требованием являлось выполнение плана по внедрению новой техники. Государство выделяло предприятию технические средства и финансовые ресурсы; оказывало помощь при подготовке проектной документации и в научном сопровождении. Но к руководству предприятия, особенно к главному инженеру отношение сверху было сверхжестким. Выполнение плана по внедрению технических новшеств – основание для премирования и признания в профессионализме; повод для продвижения по служебной лестнице.

Провал плана технического развития предприятия - это автоматически для исполнителей крах всех их жизненных устремлений.

На предприятиях с частной формой собственности подобные подходы не приемлемы. Собственник в своих действиях исходит из своих представлений об реальной задаче специалистов технических служб предприятия. Главное для него – как выполнение работниками технических служб своих функций повлияло на размер прибыли предприятия.

Поэтому, отталкиваясь от зарубежного опыта, необходимо на законодательном уровне предъявляет требования к собственникам (руководителям) предприятий. Они должны быть увязаны с мерами материального воздействия на руководителей хозяйствующих субъектов, применяющих физически и морально устаревшее оборудование.

Особенно это важно для технического прогресса в лесных предприятиях, ориентированных на лесозаготовки и лесопиление. Соображение типа: «Новая техника, используемая на производстве, улучшить качество продукции и её конкурентоспособность» зачастую не состоятельно. Дело в том, что качество круглых лесоматериалов обеспечивает сама природная среда; а пиломатериалы должного качества можно получить на низкопроизводительном оборудовании (простейшие ленточнопильные установки). К тому же реализуемая лесопродукция на местном рынке не испытывает давления от конкурентов – их просто нет.

Считаю, что в качестве меры воздействия на предпринимателей желательно ввести в деловой обиход следующее:

а) дифференциация ставки налога на прибыль в зависимости от значения коэффициента износа технических средств предприятия (чем выше $K_{износа}$, тем выше ставка налога на прибыль);

б) прекращение начисления амортизационных отчислений после окончания для конкретного вида основных фондов, срока службы. Эта мера увеличит налогооблагаемую базу предприятия;

в) ввести порядок обязательной регулярной переоценки основных фондов с целью получения объективной картины об их состоянии и динамике;

г) ввести по линии саморегулируемых организаций (конкретно Союза лесопромышленников) рейтинги предприятий по признаку «Уровень технического развития производства» с мерами материального поощрения лучших из них.

Очевидно одно, что без разнообразных мер воздействия на субъектов лесного предпринимательства, которые должны быть в региональных планах развития страны, трудно лесному комплексу выйти из затяжного кризиса.

УДК 630*742

Дамари Р., Пищулов В.М., Прядилина Н.К. (УГЛТУ, г. Екатеринбург)
dr.haust@mail.ru, Lotos_nk@inbox.ru

К ВОПРОСУ О МИРОВОЙ ТОРГОВЛЕ ДРЕВЕСИНОЙ И ПРОДУКЦИЕЙ ИЗ НЕЕ

В статье рассмотрены некоторые вопросы мирового экспорта и импорта лесной отрасли, место России в международной лесной торговле и задачи российской лесной отрасли по оптимизации своего положения на мировом рынке.

Современный мировой рынок продукции лесопереработки чутко реагирует на происходящие в мире изменения в сфере научно-технического прогресса. Изменяются формы и методы международной торговли, взгляды на процессы ценообразования. Возрастает роль государств в управлении международными экономическими отношениями. Процессы углубления интернационализации и глобализации мирового хозяйства накладывают свой отпечаток на состояние и динамику рынка древесной продукции.

На отрасли лесопромышленного комплекса приходится в настоящее время приблизительно десятая часть всего промышленного производства в странах с развитой рыночной экономикой. В этот комплекс входят весьма разнообразные и непохожие друг на друга производства, которые объединяет использование единого уникального по своей природе сырья, которым является древесина.

На сегодняшний день официальная статистика по мировому лесному сектору не всегда достаточна для точной оценки состояния отрасли. В данной работе авторы использовали статистические данные, ежегодно представляемые консалтинговой фирмой «ВЛАНТ» в «Справочных материалах по географии мирового хозяйства». Эти данные представляются наиболее соответствующими показателям ФАО ООН (FAO UN) [1]. Эти данные несколько уточняют статистику ФАО ООН, так как учитывают данные Таможенного союза и др. мировых организаций.

В табл.1 представлена динамика объемов мирового лесопромышленного производства за период с 2007 по 2012 год.

Таблица 1 - Динамика объемов мирового лесопромышленного производства за 2007-2012 гг.

Производство	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2012 в % к 2007
Заготовка древесины, млн. м ³	3538	3495	3295	3463	3496	3526	99,6
в т. ч. заготовка деловой древесины, млн. м ³	1676	1588	1419	1562	1623	1651	98,5
Производство пиломатериалов, млн. м ³	445,0	402,7	362,8	394,5	409,4	420,0	94,4
Производство листовых древесных материалов, млн. м ³ , в том числе:	281,9	251,1	248,6	272,9	287,9	299,0	106,0
производство фанеры, млн. м ³	84,58	75,76	79,36	88,12	93,12	94,66	111,9
производство древесностружечных плит, млн. м ³	110,77	102,98	93,56	97,7	99,06	99,58	89,9
производство древесноволокнистых плит, млн. м ³	74,25	72,41	75,71	87,09	95,74	104,75	141,0
Производство химической целлюлозы, млн. м ³	131,9	131,4	119,4	127,5	130,9	130,9	99,2
Производство бумаги и картона, млн. т	386,1	390,4	369,3	394,5	398,9	399,5	103,4

Из табл. 1 видно, что мировой экономической кризис явно прослеживается в мировых показателях лесопромышленного производства за анализируемый период.

В глобальном масштабе, производство всех основных товаров (делового круглого леса, пиломатериалов, листовых древесных материалов, целлюлозы, бумаги и картона) уменьшилось в 2009 году (кроме производства фанеры и ДВП – по ним наибольшее снижение объемов наблюдалось в 2008 году), и постепенно восстановилось в 2010-2012 годах. Производство листовых древесных материалов, бумаги и картона в 2012 году превысило уровень докризисного 2007 года (за счет производства фанеры и ДВП), в остальных товарных группах все еще осталось ниже уровня, предшествовавшего экономическому спаду - 2007 году.

В табл. 2 приведены данные по мировой торговле древесиной и продукцией из нее в 2007 и 2012 годах. В данную товарную группу вошли круглый лес, щепка, пиломатериалы, фанера, древесные плиты и изделия из дерева.

В мировом экспорте древесины традиционно лидируют поставщики продукции деревообработки и деревянных изделий. Долгое время первое место по экспорту древесины и продукции из неё занимала Канада, в 2008 году её опередила Германия, а с 2010 года лидерство принадлежит Китаю.

Таблица 2 - Мировая торговля древесиной и продукцией из неё, млрд. долл

№	2007 год		2012 год		2007 год		2012 год	
	Ведущие экспортеры	млрд. долл.	Ведущие экспортеры	млрд. долл.	Ведущие импортеры	млрд. долл.	Ведущие импортеры	млрд. долл.
1	Канада	12,61	Китай	12,2	США	20,06	Китай	14,94
2	Германия	9,96	Канада	10,02	Япония	11,86	США	13,72
3	Китай	9,78	Германия	8,38	Китай	7,98	Япония	11,95
4	Россия	8,93	США	7,87	Великобритания	7,32	Германия	8,46
5	США	6,82	Россия	6,82	Германия	7,13	Великобритания	4,89
6	Австрия	5,84	Австрия	4,71	Италия	6,80	Италия	4,53
7	Швеция	5,57	Малайзия	4,37	Франция	5,50	Франция	4,34
8	Малайзия	4,70	Швеция	4,28	Нидерланды	3,65	Нидерланды	3,26
9	Финляндия	3,97	Индонезия	3,75	Испания	3,60	Канада	3,10
10	Франция	3,56	Польша	3,27	Бельгия	3,45	Бельгия	2,98
11	Польша	3,52	Финляндия	2,69	Канада	3,26	Австрия	2,81
12	Бельгия	3,43	Франция	2,64	Австрия	2,76	Индия	2,61
13	Бразилия	3,34	Бельгия	2,57	Респ. Корея	2,59	Респ. Корея	2,55
14	Индонезия	3,13	Новая Зеландия	2,56	Дания	2,37	Швейцария	1,96
15	Италия	2,31	Чили	2,08	Швеция	2,32	Швеция	1,95
16	Чили	2,00	Румыния	2,07	Норвегия	1,87	Дания	1,73
17	Чехия	1,83	Таиланд	2,00	Финляндия	1,83	Египет	1,67
18	Латвия	1,77	Чехия	1,96	Польша	1,64	Норвегия	1,65
19	Новая Зеландия	1,54	Бразилия	1,89	Швейцария	1,64	Турция	1,62
20	Испания	1,51	Италия	1,89	Мексика	1,48	Сауд. Аравия	1,54
21	Румыния	1,33			Индия	1,33		
22	Таиланд	1,19			Тайвань	1,31		
23	Австралия	1,18			Египет	1,20		
24	Нидерланды	1,17			Турция	1,16		
25	Эстония	1,12			ОАЭ	1,10		
	Всего	102,11	Всего	88,14		105,21		92,26

В 2012 году поставки Китая составили 12,2 млрд. долл., Канады — 10,02 млрд. долл., Германии — 8,38 млрд. долл. В первую пятёрку стабильно входят США (7,87 млрд. долл.) и Россия (6,82 млрд. долл.). Другими крупными экспортёрами древесины выступают Австрия (4,71 млрд. долл.), Малайзия (4,37 млрд. долл.), Швеция (4,28 млрд. долл.) и Индонезия (3,75 млрд. долл.). В составе первой десятки ведущих экспортёров в 2012 году по сравнению с 2007 годом произошло два изменения: вместо Финляндии и Франции в неё вошли Индонезия и Польша. Финляндия и Франция в свою очередь заняли 11 и 12 позицию.

Крупнейшим импортёром древесины и древесной продукции на протяжении многих лет выступали США, но в 2011 году их и Японию опередил Китай. Несмотря на оче-

видный бурный рост китайского спроса, главную роль в перемене мест сыграло сокращение американского импорта — в настоящее время он почти вдвое ниже прежних максимумов. В числе главных импортёров древесины по-прежнему остаётся Япония, хотя её внутренний спрос стагнирует. В 2012 году показатели тройки лидеров составили: Китай — 14,94 млрд. долл., США — 13,72 млрд. долл., Япония — 11,95 млрд. долл. В число ведущих покупателей древесины и продукции из неё в 2012 г. также входили Германия (8,46 млрд. долл.), Великобритания (4,89 млрд. долл.), Италия (4,53 млрд. долл.) и Франция (4,34 млрд. долл.). В составе первой десятки импортёров в 2012 году по сравнению с 2007 годом существенным изменением стал выход Испании из стран-лидеров, её девятое место заняла Канада. В табл. 3 приведены данные по мировой торговле бумагой и картоном в 2007 и 2012 годах.

Таблица 3 - Мировая торговля бумагой и картоном, млрд.долл

№	2007 год		2012 год		2007 год		2012 год	
	Ведущие экспортеры	млрд. долл.	Ведущие экспортеры	млрд. долл.	Ведущие импортёры	млрд. долл.	Ведущие импортёры	млрд. долл.
1	Германия	24,02	Германия	22,05	США	19,35	США	15,99
2	США	14,34	США	16,03	Германия	15,32	Германия	15,04
3	Канада	12,03	Китай	13,72	Великобритания	11,09	Франция	9,19
4	Финляндия	11,50	Швеция	10,72	Франция	10,98	Великобритания	8,62
5	Швеция	10,87	Финляндия	9,75	Италия	6,56	Нидерланды	5,68
6	Франция	8,99	Канада	8,48	Бельгия	6,06	Италия	5,67
7	Италия	7,50	Италия	7,25	Канада	5,80	Канада	5,45
8	Китай	7,12	Франция	7,24	Нидерланды	5,69	Бельгия	5,30
9	Нидерланды	5,95	Австрия	5,43	Испания	5,57	Мексика	5,17
10	Бельгия	5,64	Нидерланды	4,92	Мексика	4,68	Китай	4,60
11	Австрия	5,37	Бельгия	4,71	Китай	4,29	Япония	4,27
12	Великобритания	4,45	Испания	4,13	Польша	3,78	Польша	4,09
13	Испания	4,28	Индонезия	3,94	Россия	3,38	Испания	3,97
14	Индонезия	3,33	Польша	3,79	Австрия	2,56	Россия	3,80
15	Польша	3,33	Великобритания	3,49	Швейцария	2,52	Турция	2,88
16	Япония	2,74	Респ.Корея	3,02	Турция	2,47	Австралия	2,58
17	Респ. Корея	2,37	Япония	2,49	Япония	2,45	Австрия	2,50
18	Швейцария	2,13	Португалия	2,07	Гонконг	2,38	Швейцария	2,40
19	Гонконг	1,99	Россия	2,00	Австралия	2,31	Индия	2,22
20	Чехия	1,80	Бразилия	1,95	Дания	2,19	Гонконг	2,21
21	Россия	1,79			Чехия	2,04		
22	Бразилия	1,70			Швеция	2,00		
23	Португалия	1,44			Малайзия	1,65		
24	Тайвань	1,39			Португалия	1,51		
25	Мексика	1,35			Греция	1,41		
	Всего	147,42		137,18	Всего	128,04		111,63

Как видно из табл.3 общий объём мировой торговли бумагой и картоном в 2012 году существенно уступал докризисным максимумам. Отрицательная динамика рынка бумаги и картона была предопределена продолжающимся сокращением спроса со стороны крупнейших импортёров — Европы и США, которую не смогли перекрыть развивающиеся страны, продемонстрировавшие слабую положительную динамику.

Список ведущих стран-экспортёров бумаги и картона оставался стабильным на протяжении многих лет, однако их ранжирование постепенно изменялось. Первое место с 2007 года уверенно занимает Германия (22,05 млн. т в 2012 году), на втором месте располагаются США (16,03 млн. т). Следующие позиции в 2012 году занимали Китай (13,72 млн.т), Швеция (10,72 млн.т) и Финляндия (9,75 млн. т). Бельгия в 2012 году вышла из десятки ведущих экспортёров бумаги и картона, и переместилась на 11 позицию, уступив свое место Австрии. Китай продемонстрировал значительный скачок и в 2012 году с восьмой позиции 2007 года переместился на третью, а Канада с третьей позиции перешла на шестую.

Крупнейшим импортёром бумаги и картона традиционно выступают США (15,99 млн. т в 2012 году) и Германия (15,04 млн. т в 2012 году). Помимо этих двух стран, в первую пятёрку стран-импортёров в последние годы вошли Франция (9,19 млн. т), Великобритания (8,62 млн. т) и Нидерланды (5,68 млн. т). Китай в 2012 году вошел в десятку ведущих импортёров, сместив Испанию и заняв десятую позицию рейтинга.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что в качестве крупнейших экспортёров древесины и продукции из нее выступают страны не располагающие значительными запасами древесины. Наибольшими запасами древесины обладают: Россия (рыночная стоимость запасов оценивается \$28,4 трлн.), Бразилия (\$ 17,5 трлн.), Канада (\$ 11,3 трлн.), США (\$ 10,9 трлн.), Китай (\$6,5 трлн.) [2]. Вместе с тем, среди крупнейших экспортёров древесины присутствуют страны, не обладающие значительными запасами древесины. К таким странам можно отнести Австрию, Польшу, Швецию и некоторые иные страны. Представляется, что объяснение можно найти в том обстоятельстве, что эти страны закупают не обработанную древесину, а экспортируют готовую к потреблению продукцию из древесного сырья.

К сожалению, Россию нельзя отнести к такого рода странам. Российский экспорт в значительной степени представлен необработанной древесиной. На это, в частности, указывают данные таблицы 3. Мы видим, что в 2012 году Россия экспортировала бумаги и картона на сумму \$2,00. Вместе с тем, Россия является довольно крупным импортёром бумаги и картона (\$3,80 млрд.). Импорт почти в два раза превышает экспорт этой продукции.

И в заключение хотелось бы отметить следующее: мировое производство лесной продукции постепенно восстанавливается после глобального экономического кризиса. По прогнозам Wood Resources International LLC, производство и потребление основных видов лесопродукции до 2030 года увеличится более чем на 40%. Следовательно, до 2030 года значительно активизируется торговля древесиной и продукцией из неё. При этом Азиатско-Тихоокеанский регион, в особенности Китай, продолжит тенденцию лидерства и будет оставаться одним из главных экспортёров и импортёров на данном мировом рынке.

Одной из важнейших задач российской лесной промышленности является переход на более глубокую переработку лесного сырья. Это оказывается возможным посредством развития импортозамещающих производств в лесной отрасли, что, в свою очередь, позволит в значительной степени изменить структуру лесного экспорта, значительно увеличив в нем долю конечной продукции.

Библиографический список

1. Хохлов А. В. Справочные материалы по географии мирового хозяйства (с 2007 по 2013 год) [Электронный ресурс] – URL: <http://www.vlant-consult.ru/projects/materials>;

2. 10 стран с самыми богатыми природными ресурсами// 812 ONLINE/
<http://www.online812.ru/2012/04/28/002/>

УДК 658.5:674.031

Клюев А.В. (ООО «НТЦ «Точка росы», г.Пермь, РФ) klyuev@tor/perm.ru,
Васькин Д.Г., Сергеев В.В. (УдГУ филиал, г. Кудымкар, РФ) vaserge2010@yandex.ru

ЛЕСНОЙ БИЗНЕС. ИСПОЛЬЗУЕМ БЕРЁЗУ И ОСИНУ

Обосновывается необходимость и возможность повышения эффективности производства путем вовлечения в переработку древесины берёзы и осины на основе массового применения технологии «древит» и переработки отходов в биотопливо.

На начало 2014 года заготовкой и переработкой древесины в Коми-Пермяцком округе в 7 лесничествах занимаются более 200 предприятий различных форм собственности и с различными годовыми объёмами работ.

В округе эксплуатируется более 300 установок по распиловке пиловочника различных модификаций и мощностей. В ряде предприятий малого бизнеса созданы производства по заготовке хвойного пиловочника и баланса, фанерного кряжа, срубов домов из оцилиндрованных бревен, хвойных пиломатериалов и древесного угля. По оценке администраций муниципальных районов округа на созданных производствах было задействовано около 2 тыс. человек.

Мелкий бизнес в округе постепенно и со «скрипом» становится основой современной рыночной экономики. А в будущем должен стать ведущим сектором промышленности муниципальных образований, определяющим темпы экономического роста, структуру и качество совокупного синергетического эффекта. Но дело не только в количественных показателях. Этот фактор по своей сути является типично рыночным и составляет основу современной рыночной инфраструктуры каждого муниципалитета и округа в целом.

Цель муниципальной экономической политики можно представить как увеличение экспортного потенциала территории муниципалитета при одновременном замещении импорта товарами местного производства и не только в части обеспечения основными необходимыми с/х продуктами и услугами.

В промышленном секторе: главное – постепенная перестройка и уход от сырьевой экономики (круглый пиловочник, сырой пиломатериал и влажные древесные отходы) к экономике с высокой добавленной стоимостью (комплекты домов и сдача их «под ключ», погонажные изделия из модифицированной древесины, столярно-строительные блоки, мебель, топливные гранулы – пеллеты и т.д.). Мелкий и средний бизнес должен активно искать новые пути увеличения своих доходов.

С целью приобретения высокотехнологичного лесопильно-деревообрабатывающего оборудования – объединяться в ассоциации, союзы, корпорации и осваивать деревообработку, не ограничиваясь только лесопилением. Многие вновь созданные предприятия лесного комплекса России именно идут этим проверенным мировой практикой путём.

В этом случае в результате притока капитала в регион происходит повышение доходов предприятий и граждан и, как следствие, значительные средства (в виде налогов) поступают в распоряжение муниципалитета и могут быть использованы для решения задач развития региона, в том числе и в области социальной политики.

Учитывая сказанное, толчком для преобразований должна быть, проявлена инициатива «снизу», т.е. бизнесмены должны оценить свои возможности, свой рынок сбыта и конкурентов, выработать порядок объединения в ассоциацию, союз, корпорацию или просто комбинат. Агрегирующую функцию должно взять местное ведомство (к примеру администрация района), т.к. только «власть» обладает всеми необходимыми ресурсами для эффективного объединения бизнеса и получения синергетического эффекта. Совместно составить бизнес-план и стратегию на будущую совместную деятельность. Конечная цель – деревообработка, вид изделия и выход на рынок. Если сырьевые ресурсы по хвойной древесины «на нуле» - выход один: использовать ресурс по мелколиственным породам древесины («сорняки» - берёза и осина) и включаться в красноярскую** программу «МТ» -мелколиственные технологии. Она разработана в 2010 г. под руководством Владимира Кирилина (глава фирмы «ЭкоСервис») и рассчитана на 10-12 лет.

Российские учёные утверждают, что этот МТ-ресурс позволит выйти на лидирующие позиции в мире по производству строительных изделий и биотоплива для возобновляемой энергетики будущего – это создание новой промышленности на основе комплексного и безотходного использования древесины мелколиственных пород. Следует добавить, что в основу реализации указанной выше идеи, положено одно обязательное условие: древесина указанных пород должна пройти модификацию.

Разработан способ устранения двух основных отрицательных характеристик этих пород: горючесть и влагопоглощение. Древесина пропитывается воскоподобными веществами по специальной технологии, и она лишается способности впитывать воду, т.е. теряет гигроскопичность и, следовательно - не гниёт. При повышении температуры окружающего воздуха равной точке возгорания (≈ 400 оС) на поверхности древесины образуется негорючая плёнка и изолирует её от поступления кислорода воздуха – возгорание прекращается. Дом, построенный из такой древесины будет стоять вечно.

В программе были выделены следующие этапы:

- Широкое освоение технологии «древит», создание специализированных предприятий по производству новых строительных материалов;
- Массовое применение строительных материалов из древесины мягколиственных пород, переработанной по технологии «древит» (объёмы - миллионы кубометров);
- Программа «Древит-экодом» - массовое и дешёвое производство материалов и комплектующих для строительства домов — «термосов» наконец-то по российским технологиям;
- Массовое производство древесных гранул высокого качества из отходов производства и переработки дров, из древесины берёзы и осины (миллионы тонн): замена мазута на древесные гранулы в энергетике и промышленности; малая автономная энергетика российского жилья, основанная на сжигании древесных гранул;
- Косметология и фармацевтика на основе продуктов лесохимии и биосинтеза древесины.

Справка: 1. Запасы берёзы и осины — более 14 млрд кубических метров — и они возобновляемы. Вместе с остатками в этих лесах хвойных пород — это более 20 млрд м³. С учетом того, что указанные породы быстрорастущие, каждые 40–50 лет эти леса будут возобновляться, цифру можно умножить и на 2, и на 3, т.е. это — 40–60 млрд м³ древесины. Если сосне и ели необходимо расти 80 — 100 лет до эксплуатационного возраста, то — берёза готова для переработки через 40–50 лет. Но, почему именно — берёза? Есть такое устоявшееся мнение — что Россия — крупнейшая в мире страна по запасам лесов... В России так много леса... Сосна, ель, пихта, кедр... Увы — сегодня это

только легенда. Из всех лесов нашей страны — 40% — это лиственница, она растёт, в основном, за Байкалом и для заготовки недоступна. Не говоря о том, что и спрос на изделия из лиственницы — ограниченный. Значимые запасы сосны остались только за Ангарой, сегодня их основные массивы уже поделили между собой крупные корпорации. Есть ещё запасы ели и пихты — но, это Север России — Архангельск и Коми. Россия — действительно лесная держава, но — держава берёзовая. Среди близких и достижимых лесов — около 70% — это берёза и осина. За последние 100 лет экстенсивного развития в России было вырублено более 30 млрд кубических метров сосны, ели, пихты, кедра. В большинстве случаев на их месте поднялись берёзовые и осиновые леса. Лесов — т.е. как мы обычно понимаем — хвойных лесов — в России осталось мало. Сегодня сосну и ель заготавливают за 300 — 500 и более километров от лесопильных заводов. И это — одна из причин того — что мы, имея самые большие площади лесов на планете — продукции из леса производим в 3 раза меньше — чем США и в 6 раз меньше — чем Канада. В то же время берёза — практически везде рядом. Те, кто проезжал по железной дороге от Белоруссии до Байкала — замечают, что вдоль всего пути — стоят берёзовые леса. Из 85 субъектов России — не менее 60 краев и областей могут и должны зарабатывать на глубокой переработке берёзы и осины. А с учетом домостроения, биосинтеза и фармацевтики — все субъекты Федерации. Весь вопрос — в том — как зарабатывать? Специалистам лесной отрасли хорошо известно — в России технологий глубокой и массовой переработки мелколиственной древесины — нет. Незначительное количество берёзы идет на фанеру и совсем немного — на целлюлозу. Рынки и той и другой могли бы дополнительно привлечь — еще 4–5 млн м³ мелколиственной древесины. И это при том — что ежегодно более 200 млн м³ из расчетной лесосеки берёзы и осины в России — остаются не использованы.

2. Современному коттеджу площадью 200 м² достаточно 7–8 тонн древесных гранул на год. Это — 50 евро в месяц, или около 2,1 тысяч рублей. Сегодня — энергообеспечение такого коттеджа обходится в 8–12 тысяч рублей в месяц, а через 4–5 лет — будет стоить 15–20 тыс. рублей в месяц.

3. Основная проблема переработки берёзы и осины — большое количество отходов при переработке. Так при производстве фанеры — отходы составляют до 90%. Более 50% остается на лесосеке (из леса берут лишь фанерный кряж), 30%, от оставшихся — 50% — снимают при подготовке фанерного кряжа к снятию шпона. Еще 15% — это оставшийся после снятия шпона фанерный «карандаш» — ими завалены все российские фанерные заводы. Итого — в дело идет не более 10% от выделенной в лесосеке древесины. Чуть меньше отходов получают при распиловке березы, где-то 70–80%. С осинной — и того хуже, она рано гниет, отходы также велики, а доски из нее идут только на отделку помещений, в основном — бань.

4. В мире относительно недавно возникла новая отрасль. Это возобновляемая энергетика, в частности — биоэнергетика. Можно говорить о солнце, ветре, других источниках чистой энергии. Но, самой дешевой и простой — сегодня является использование биомассы, т.е. отходов переработки различных растений. Так — если солнечная и ветровая энергия имеют высокую стоимость и датируются в странах Европы, то — энергетика, основанная на сжигании биомассы, уже сегодня — высоко рентабельна. Самой выгодной биоэнергетикой оказалось на сегодня использование гранулированных отходов древесины. Древесные гранулы, изготовленные по технологии «древит» — по энергоэффективности не уступают углю, а по удобству пользования — значительно комфортнее природного газа. Сегодня и на ближайшие 100 лет древесные гранулы — лучшее из всех видов топлив. А энергетика, основанная на сжигании гранул — самая эффективная, выгодная и перспективная для России и Европы на ближайшие десятилетия.

Возможности Программы МТ (мелколиственные технологии):

- В короткий срок дополнительно вовлечь в переработку более 100 млн. кубометров древесины в год.
- Производить в год более 10 млн. кубометров строительной древесины «древит» и 50 млн тонн древесных гранул высокого качества.
- За 10–12 лет обеспечить выход на ежегодное строительство в России 400–500 тысяч коттеджей в год по цене не более 22 тысяч рублей за м², а плата за его последующее содержание будет в 3–4 раза ниже, чем при централизованном энергоснабжении.
- За 10–12 лет можно построить более 500 предприятий Проекта МТ, каждое будет иметь собственную мини-ТЭЦ на отходах древесины мощностью 5–7 МВт, это более 3 ГВт мощности, или 24 млрд кВт·ч дополнительной электроэнергии в год.
- До 2020 года может быть построено 3–5 млн эко-коттеджей с собственной энергетикой на основе сжигания древесных гранул. Это даст ещё 10–15 ГВт энерго мощностей или 100 млрд кВт·ч электроэнергии в год.

ВЫВОД. Для того чтобы запустить в работу огромные запасы берёзы и осины — необходимо широкое, массовое освоение технологии «древит» и переработка отходов в биотопливо.

***В данной статье использованы материалы программы «Российские Берёзовые Технологии» (В. Кирилин, г. Красноярск).*

УДК 338.26

Кузьмина М.В. Афанасьева И.Н. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

bin262cc@yandex.ru, margo-v66@mail.ru

Булах С.А. (Счетная палата Свердловской области, г. Екатеринбург, РФ)

ssvetlaya@bk.ru

СУЩНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ МАЛОГО ЛЕСНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

Рассмотрены взгляды ведущих экономистов на предпринимательство и малый бизнес. Перечислены особенности малого лесного предпринимательства для их учета при разработке программ государственной поддержки.

То обстоятельство, что лесопромышленный комплекс Уральского региона, как и всей России, не преодолел кризисные тенденции в своем развитии не вызывает никаких сомнений, как у экономистов-теоретиков, так и у производителей.

В Свердловской области объем лесозаготовок по состоянию на 1.01.2014 г. снизился в 2,5 раза по сравнению с их уровнем в 1990 г., соответственно уменьшились объемы производства пиломатериалов и ряда других видов изделий деревообработки.

Крупнейшие не только в области, но и в стране Лобвинский, Тавдинский, Сосвинский лесопромышленные предприятия, ориентированные на выпуск экспортных пиломатериалов, прекратили работу. Анализ информации о лесных ресурсах области и, особенно, о наличии запасов крупномерной древесины хвойных пород приводит к выводу, что в ближайшей перспективе из-за ограниченности сырьевых ресурсов появление таких флагманов деревопереработки, как выше указанные, практически невозможно.

В период 1991-2014 гг. в лесопромышленном комплексе прошел процесс «атомизации» («распада на частицы»), тогда его основу составили тысячи малых предприятий.

Большинство из них с организационной стороны – это симбиоз лесозаготовок на арендованных участках леса с малым лесопилением. Масштабы производства таких предприятий редко превышают по вывозке древесины 15-20 тыс.м³ в год, по производству пиломатериалов - 8-10 тыс.м³.

В инновационном отношении малым предприятиям свойственно применение при выпуске пиломатериалов многопильного оборудования. В техническом отношении это прогрессивное начинание проявляется через улучшение качества пилопродукции с одновременным снижением удельного расхода сырья. Но при анализе вскрывается существенный недостаток ленточнопильного оборудования – высокая трудоемкость производства 1 м³ пиломатериалов. Однако, при небольших зарплатах наемных работников этот недостаток существенного влияния на финансовые показатели предприятия не оказывает.

Для перехода лесного комплекса Свердловской области из состояния спада в фазу роста на региональном уровне периодически разрабатывают целевые комплексные программы. С целью повышения эффективности реализации предлагаемых для малого лесного бизнеса государственных мер поддержки необходимо обеспечить взвешенный и досконально обоснованный их выбор. Поэтому считаем важным изучение мирового опыта разработки программ содействия развитию малого бизнеса.

Многолетняя практика предпринимательства рассмотрена с теоретических позиций и обобщена рядом известных экономистов мирового уровня.

Их воззрения на сущность и предназначение предпринимательства значительно разнятся. Но ведь это обстоятельство предопределяет характер предлагаемого процесса развития данного вида деятельности в перспективе. Следование той или иной модели развития предпринимательской деятельности при разработке региональных и отраслевых стратегий экономического роста существенно упрощает методику прогнозных расчетов и обеспечивает объективность получаемых результатов.

Для нас наиболее значима позиция И.М. Кирцнера [2], который убедительно утверждает – в современной практике хозяйствования основная задача предпринимательства заключается в реальном учете в каждый период времени всех условий и факторов производства и постоянный поиск новых возможностей. Но новые возможности для развития бизнеса должны соответствовать целям общественного прогресса и не быть деструктивными.

В свою очередь У. Дж. Баумоль [1], солидируясь с мнением И.М. Кирцнера, предостерегает общественные институты, что в настоящее время, повсеместно пропагандируемое малое предпринимательство, как панацея для преодоления кризисных тенденций в экономике, в определенных обстоятельствах содержит деградирующую составляющую. Предприниматель в ряде случаев зачастую в своих интересах осознанно выходит из правового поля и, действуя в противовес государству и конкурентам, наносит в итоге обществу вред. Этот вывод У. Дж. Баумоля должен быть серьезно воспринят и учтен на современном этапе при регулировании экономических отношений у нас в России.

Скотт А. Шейн [3] в своей оценке предпринимательства, исходя из практики в США, более категоричен, чем У. Дж. Баумоль. Он считает, что отдельные физические лица идут в предпринимательство не для создания новых рабочих мест и производства материальных ценностей, а решают для себя проблемы самозанятости любой ценой. По существу и своему духу они не являются предпринимателями в прямом смысле этого слова. Такой подход к самореализации в предпринимательстве допустим, так как не противоречит законодательству. Но общественный резонанс у такой его формы в целом

негативен, так как в финансовом отношении неустойчив. В большей степени его представители заражены иждивенческими настроениями, поэтому этот вид предпринимательства не заслуживает государственной поддержки.

Таким образом, изложенные взгляды ряда известных зарубежных экономистов существенно корректируют позицию классика теории предпринимательства Й.Шумпетера [4], который провозглашал, что каждый предприниматель – инноватор, носитель прогрессивных идей экономического развития общества. Поэтому он заслуживает всесторонней государственной поддержки и только одобрения всех слоев населения.

На наш взгляд, изложенные суждения крайне актуальны для современной России. Четвертьвековой опыт предпринимательства в стране не привел к качественному и количественному скачку в экономическом развитии. По оценкам экспертов, особенно в сфере малого и среднего предпринимательства ухудшается деловой климат, а его отдача имеет тенденцию к затуханию.

Это обстоятельство в первую очередь подлежит учету при прогнозировании развития как региональных, так и отраслевых экономик.

Изучение финансового и технического состояния предприятий - представителей малого лесопромышленного бизнеса Среднего Урала убеждает в том, что оценки зарубежных специалистов о развитии предпринимательства один в один справедливы и для нашей действительности.

Только 3-5 хозяйствующих субъектов лесного профиля региона, причем значительные по своим масштабам, имеют инновационные признаки деятельности и предпринимают конкретные шаги по своему техническому переоснащению и организационному построению.

Три десятка предприятий региона подпадают под определение И.М. Кирцнера, то есть предпринимают шаги с учетом конкретной обстановки хотя бы к поиску новых возможностей. Но практическая реализация этих шагов затруднена, главным образом, из-за отсутствия достаточных финансовых ресурсов.

Фактически сотни предпринимателей лесного профиля являются представителями направления, выделенного С. А. Шейном, как «реализация права на самозанятость». В данном случае авторы ни в коей мере не рассматривают этот факт с позиции осуждения. Отдельные граждане глубинных лесных поселков и городков региона, в которых рухнули из-за банкротства градообразующие предприятия, проявляют инициативу и организуют свой бизнес с главной целью – заработать средства для достойного существования. Предприниматели такого рода заслуживают не только общественного внимания, но и регулярной и разносторонней поддержки со стороны государства. Иначе, как показывает практика, большая часть из них обречена.

В свою очередь следует помнить и о предостережении У.Дж. Баумоля. К оценке действенности и перспективности предприятий лесного профиля и соответствующей финансовой поддержке со стороны государства следует подходить селективно. К сожалению, часть лесных предпринимателей для достижения своих личных целей идет на грубые нарушения положений «Лесного Кодекса РФ» и условий «Договора аренды лесного участка»:

- игнорирование обязательств по выполнению в полном объеме лесохозяйственных работ по восстановлению леса;
- невыполнение требований пожарной безопасности на лесосеках;
- перевозка лесоматериалов без сопроводительных документов и т.д.

Таким образом, по мнению авторов при прогнозировании развития лесопромышленного производства в регионе следует учесть:

а) ориентацию в лесозаготовительном производстве, лесопилении и в большинстве видов механической переработки древесины на малое и среднее предпринимательство;

б) крупные лесозаготовительные производства сегодня реальны только в качестве структурных подразделений предприятий глубокой химико-механической переработки древесного сырья;

в) только на крупных предприятиях с вертикально-интегрированной структурой производств (от лесозаготовки до глубокой переработки древесины) обоснованы меры развития инновационного характера;

г) множество малых предприятий лесного профиля должны быть оценены с позиций их перспективности и соблюдения требований всех законов, действующих в стране и регионе. Финансовая поддержка со стороны государства должна осуществляться только после конкурсного отбора, основанного на честной конкуренции без коррупционной составляющей;

д) малые лесные предприятия способны работать на насыщение только местного рынка лесопродукции, обеспечивая занятость населения и смягчая социальную напряженность в депрессивных районах области, где преобладает аграрный сектор экономики;

е) действующие законодательные акты, регулирующие особенно малое предпринимательство, нуждаются в совершенствовании с позиций осуществления деятельности хозяйствующих субъектов в правовом поле и снижения на них бюрократического давления.

Библиографический список

1. Баумоль У. Дж. Состязательные рынки: мятеж в теории структуры отрасли// URL: <http://www.seinstitute.ru/Files/v5-05baumolpl10-140.pdf> (дата обращения: 10.05.2014).
2. Кирцнер И. Конкуренция и предпринимательство /Пер. с англ. под ред. проф. А.Н. Романова. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. - 239 с.
3. Скотт А. Шейн В поисках плодородной почвы. Определение благоприятных возможностей для новых предприятий/ Баланс Бизнес Букс, 2005 г., 216 с.
4. Шумпетер Й. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия / предисл. В. С. Автономова. — М.: ЭКСМО, 2007. — 864 с.

УДК 630.6

Леонович А. О.

(БГУ, г. Минск, РБ) OKL2001@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПРОДВИЖЕНИЮ ПРОДУКЦИИ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА НА ВНЕШНИЕ РЫНКИ

В статье повышение эффективности управленческих решений предлагается достигнуть за счет усовершенствования системы управления лесной отрасли путем передачи большей части полномочий регионам, создания ассоциаций по отраслям для обеспечения глубокой переработки древесины и сертификации готовой продукции (плит, фанеры, мебели) по республиканским и международным стандартам.

В соответствии с Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 03.11.2010 № 1626 "Об утверждении Государственной программы развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011 - 2015 годы». В Республике Беларусь предусмотрено ускоренное развитие лесной промышленности с внедрением новых технологических процессов в деревообрабатывающей отрасли, лесопильной, плитной и бумажной промышленности. Для решения ускоренного развития отрасли, внедрение модернизации, путем технологического оснащения и внедрение информационных, новаторских технологий. Программой предусматривается увеличение готовой продукции при поставках на экспорт. Повышение качества готовой продукции. Повысить конкурентность продукции.[1].

В республике в Министерстве лесного хозяйства активно внедряются стандарты устойчивого лесопользования и лесопользования, их применение в лесном хозяйстве Беларуси. Нормативная база лесной сертификации создана на основе требований Европейских директив практического уровня –PEOLG, требований PEFC по использованию логотипа общеевропейской лесной сертификации на древесную продукцию. Зарегистрирована Республиканская Ассоциация лесной сертификации (РАЛС), которая принята в члены Европейского Совета (PEFC) (Program for Endorsement of Forest Certification schemes) - международной организации по признанию национальных систем и схем лесной сертификации. Сертификаты соответствия на системы лесопользования и лесопользования, выдаваемые в рамках Системы лесной сертификации, имеют международный статус. [2,3]. Интерес представляют работы по направлению развития лесной политики в Беларуси [4], формирование корпоративных структур в лесном комплексе на основе маркетинго-логистических систем [5].

В лесопромышленном комплексе имеет место отставание менеджмента от требуемых темпов развития, основных экспортоориентированных производств, особенно бумажного производства, способных стабилизировать положение в отрасли, а также практически отсутствие целенаправленной работы по внедрению международных методик по определению качества продукции плитной и другой готовой продукции лесной промышленности, что затрудняет исследования качества продукции и возможности по ее улучшению и соответственно сдерживает сертификацию продукции по международным стандартам и продвижение ее на мировые рынки.

В России управление отраслью идет более эффективно: разработана стратегическая программа развития лесного комплекса, ориентированная на инициативу регионов по ускоренному развитию прибыльных инновационных производств с учетом экологических особенностей областей и логистике в перемещении лесосырья, а так же направление экспорта основных видов продукции [6,7].

Целью нашей статьи является нахождение эффективных управленческих решений в нахождении условий устойчивого развития лесопромышленного комплекса, продвижении вновь созданной товарной продукции (дресноволокнистые плиты сухого способа производства (МДФ), теплоизоляционные древесноволокнистые плиты, изготовленные по методу сухого способа прессования Siempelkamp, ДСП и другие), повышение, качества посредством ее сертификация на внутреннем рынке, рынке Таможенного союза и особенно на рынке Евросоюза, Северной и Южной Америки.

Рассматривая стратегию, реформирование и инновационное развитие деревообрабатывающей отрасли в Республике Беларусь отмечаю, что она неоспоримо приведет к созданию конкурентно способной продукции и увеличению минимум в два раза объема валовой продукции в отрасли.

Необходимо отметить, что в отрасли было принято достаточно эффективное решение по реконструкции плитной промышленности (МДФ, ДСП, фанеры) по технологиям «Siempelkamp», «Dieffenbacher», «Kuper» что позволит обеспечить качественным

сырьем производство мебели столярно-строительных изделий, строительной индустрии. Для реконструкции отрасли привлечено более пятисот миллионов долларов США в счет инвестиционных и государственных средств. Однако отставание допущено по созданию конкурентно-способного емкого, экспорто-ориентированного бумажного производства, которое могло бы стать основным стратегически важным и стабилизирующим звеном экономического положения отрасли. Анализ эффективности использования лесных ресурсов при производстве различных видов продукции в Республике Беларусь характеризуются нормами расхода и коэффициентами глубины переработки древесины при выпуске различных видов продукции подтверждает этот вывод (табл.1).

Таблица 1 - Глубина переработки лесосырьевых ресурсов в Беларуси

Наименование продукции	Кол-во лесосырья по норме, м3	Коэффициент глубины переработки
Пиломатериалы	1,6	0,35
Фанера	2,8	1,91
ДСтП	1,6	4,04
ДВП, МДФ	2,1	4,75
Бумага	2,09	9,13
Картон	2,94	3,78
Мебель корпусная	4,8	2,69

Средний уровень глубины переработки 2,31. Очевидно, что наибольшая эффективность при переработке древесины достигается при производстве бумаги. В два раза менее эффективны производства плит ДВП и ДСтП и малоэффективно производство пиломатериалов. Однако доля производства бумаги к другим видам выпускаемой продукции в Республике Беларусь значительно отстает от основных производителей бумаги таких как США, Канада, Швеция.

Очевидно, что таким образом наиболее эффективным управленческим решением с точки зрения глубины переработки и рационального использования сырья должно было быть первоочередное развитие и реконструкция производства бумаги, это обеспечило бы высокую прибыль и реальное поступление валюты для дальнейших реконструкций в отрасли.

Реконструкция плитных производств и бумаги обеспечит основу дальнейшего развития государственного и частного бизнеса в деревообрабатывающей отрасли и создаст базу для пополнения бюджета и поддержания лесной отрасли в целом, включая повышение культуры лесопользования (возобновление, дорожная сеть, организация промежуточного пользования).

Переходя от проблем повышения эффективности стратегических управленческих решений стабильного инновационного развития отрасли необходимо найти эффективные управленческие и маркетинговые решения по ускоренному возврату вложенных средств в деревообрабатывающую отрасль. Необходимо рассмотреть вопрос обеспечения финансовой стабильности в отрасли как основную функцию управления на микроуровне. Интересны предложения по решению аналогичных задач микропруденциальной политики по финансовой стабилизации на уровне государства [8].

Одним из путей повышения эффективности управления на микроуровне возможно путем повышения качества и конкурентноспособности выпускаемой продукции на рынках. Для выхода на мировые рынки продукция должна быть высокого качества и сертифицирована в соответствии с требованиями европейских и иных стандартов, действующих на территориях, куда планируется поставить продукцию.

Таблица 2 - Сравнительный перечень испытаний по качеству фанерной продукции по стандартам СНГ и Евросоюза

Показатели	Фанера	Фанера общ. назначения с наружными слоями из шпона по EN
Требования к фанере с классификацией	ГОСТ 3916.1-96; ГОСТ 3916.2-96; ГОСТ 11539-83; ГОСТ 14614-79; ГОСТ 102-75 ГОСТ 11519-77	EN 636-1; EN 636-2; EN 636-3;
Классификация	СТБ EN 313-2-2004	EN 313-2-2004
1. Физико-механические испытания	ГОСТ 9620	EN 1058
2. Содержание формальдегида	ГОСТ 27678; ГОСТ 30255;	EN 717-1-1995; EN 717-2-1995;
3. Длина и ширина	ГОСТ 7502	EN 324-1
4. Толщина	ГОСТ 11358; ГОСТ 6507	EN 324-1
5. Влажность	ГОСТ 9621	EN 322
6. Предел прочности при скалывании по клеевому слою	ГОСТ 9624, СТБ EN 314-1-2004	EN 314-1
7. Предел прочности при статическом изгибе	ГОСТ 9625	EN 1072
8. Предел прочности при растяжении	ГОСТ 9622	--
9. Шероховатость поверхности	ГОСТ 15612	--
10. Измерение пороков древесины и дефектов обработки	ГОСТ 30427	EN 635-5
11. Отклонение от прямолинейности кромок листа фанеры	ГОСТ 8925	EN 324-2
12. Измерение косины	ГОСТ 30427;	EN 324-2
13. Транспортирование, хранение фанеры, пакетирование и упаковка	ГОСТ 15846	--
14. Транспортная маркировка	ГОСТ 1419	EN 326-3
15. Сочетание сортов шпона наружных слоев	ГОСТ 30427	--
16. Выборочный контроль листов фанеры/ Внешний контроль	ГОСТ 18231	EN 326-2--
17. Коэффициент звукопоглощения	ГОСТ 16297	--
18. Ударная вязкость при изгибе	ГОСТ 9626	--
19. Звукоизоляция	ГОСТ 27296	--
20. Твердость	ГОСТ 9627.1	--
21. Стойкость биологическая	ЕНИ 1099-1997	ЕНИ 1099-1997; EN 335-3
22. Класс горючести	ГОСТ 30244;ГОСТ 12.1.044	EN13501-1
23. Коэффициент теплопроводности	ГОСТ 7076	--
24. Коэффициент сопротивления водяному пару	ГОСТ 25898;	ИСО 12572:2001
25. Качество склеивания	СТБ EN 314-1-2004; СТБ EN 314-2-2004	EN 314-1-2004; EN 314-2-2004
26. Свето-стойкость	ГОСТ 9780	--
27. Плотность	--	EN 323
28. Классификация по внешнему виду	--	EN 635-2;EN 635-3;
29. Приемочные испытания	--	EN 326-3
30. Свойства при разрыве, при срезе, при нажиме	--	EN 789
31. Сопротивление к удалению крепежных средств	СНБ 5.05.01-2000 ТКП 45	EN 13446

При проведении испытаний, например плитной продукции, возникают значительные трудности в связи с тем, что испытания в различных странах ведутся по нормативным документам действующим на этих территориях. Ниже приводим таблицы необходимых испытаний для определения качества продукции фанеры и другой плитной продукции в странах СНГ и Евросоюза.(Табл.2,3).

Таблица 3. Плиты древесные и требования к ним по стандартам СНГ и Евросоюза

Показатели	Стружечные плиты по ГОСТ	Древесно-волокнистые плиты по ГОСТ	Плиты древесные по EN	Древесно-волокнистые плиты МДФ
Требования к плитам	ГОСТ 10632-2003, ГОСТ Р 52070-2003 СТБ EN 312-2009 СТБ EN 13986-2004(ст-во)	ГОСТ 4598-86: СТБ EN 312-2009	EN 312: СТБ EN 312-2009	СТБ EN 622-5-2009 ТУ ч.5 EN 622-1
1. Влажность	10634-88	19592-80	322	322
2. Прочность и модуль упругости при изгибе	10635-88	19592-80	310	310
3. Изменение размеров	-	-	318	318
4. Прочность при растяжении поперек волокон	10636-90	-	319 1087-1	319 1087-1
5. Сопротивление выдергиванию шурупов	10637-78	-	320 13446	320 13446
6. Плотность	10634-88	19592-80	323	
7. Разбухание по толщине	10634-88	19592-80	317;1087	317;1087
8. Водопоглощение	10634-88	19592-80	-	
9. Прочность наружного слоя	23234-78		311	311
10. Содержание формальдегида	27678-88 СТБ EN 717; СТБ EN 120	27678-88 СТБ EN717; СТБ EN 120	120 717	СТБ EN 717; СТБ EN 120
11. Твердость	11843-76	-	-	
12. Удельная язкость	11842-76	-	-	
13. Покоробленность	24053-80	-	-	
14. Водостойкость	-	-	321;10871	321
15. Коэффициент теплопроводности	-	19592-80	-	
16. Прочность на растяжение	-	-	311	311
17. Допуск по толщине	-	-	324-1	324-1
18. Прямолинейность	-	-	324-2	324-2
19. Контроль показаний по статическому методу	-	-	326-2 326-3	326-2 326-3
20. Отбор проб			326-1	326-1
21. Поверхностная абсорбция				382-1
22. Биологическая долговечность			ENV12038:2002 СТБ EN 335-,3	ENV12038:2002 СТБ EN 335-3

Для внедрения плитной продукции на строительную индустрию необходимо строгое соблюдение требований стандартов. Для активизации внедрения продукции в строительство в Республике Беларусь внедрен стандарт СТБ EN 13986 соответствующий европейскому стандарту, который определяет перечень необходимых испытаний древесных плит (включая фанеру) эксплуатируемых в 5 различных классах эксплуатации. Отдельные методики испытаний не аккредитованы в Республике Беларусь, это определение содержания формальдегида, по стандарту EN 120 качество склеивания по

стандарту CEN/TS 13354, класс пожарной опасности, согласно гармонизированного стандарта EN 13501-1, акустические испытания согласно европейского стандарта EN ISO 354, паропроницаемости по стандарту EN ISO 12572. В соответствии с стандартом необходимо на продукцию подтвердившую соответствие европейским стандартам и Директиве CPD и последующим Регламентам и Решения обеспечивать маркировку знаком CE. Решение этой проблемы требует обращения в аккредитованные лаборатории Евросоюза.

Особенно много проблем возникло при постановке на производство и определении качества продукции в соответствии с требованиями нормативных документов в Республике Беларусь теплоизоляционных плит древесноволокнистых сухого способа формования по технологии «Siempelkamp», производство которых налажено в ОАО «Мозырдрев» в объеме 250 тыс. м³. В Республике Беларусь введен в действие стандарт СТБ EN 13171-2009 [9]. Для подтверждения качества плит по указанному стандарту необходимо проведение испытания по 13 европейским стандартам, которые в системе Госстандарта Республике Беларусь и Таможенного союза не введены.

Очевидно, что продвижение продукции на экспорт а также эффективность управленческих решений на этой стадии развития испытаний и сертификации продукции возможно усовершенствовать путем освоения Европейских методик испытания, сравнения их с действующими методами испытаний в Таможенном союзе и при совпадении внедрения их путем валидации и правомерности их применения на Таможенном пространстве, а в случае существенных отличий внедрение действующих европейских стандартов. После освоения и введения в область аккредитации методов испытания качества плитной и бумажной продукции создать Республиканские Государственные или частные аккредитованные центры по испытаниям и сертификации продукции по нормативным документам имеющим правомерное хождение на территории Таможенного союза и Евросоюза. После решения этих задач возможно значительно повысить эффективность маркетинговых решений по продвижению продукции на мировые рынки.

Выводы:

Для повышения эффективности управления деревообрабатывающей промышленностью и продвижения плитной и бумажной продукции на мировые рынки в лесопромышленном комплексе Республики Беларусь необходимо:

1. Разработать концепцию и стратегию развития деревообрабатывающей отрасли Республики Беларусь, установив приоритеты развития и объем выработки товарной продукции на одного работающего достаточный для устойчивого развития отдельных предприятий и всей отрасли.

2. Возложить часть функции управления лесопромышленными предприятиями на областные управления, которые смогут планировать развитие в соответствии с особенностями лесопользования, логистики, комплексного использования сырья и развития промышленности в регионе с разработкой ими собственной концепций развития.

3. Создать аккредитованные лаборатории (центры) соответствующие требованиям Международной организации по стандартизации (ИСО) в области аккредитации которых будут включены все методы испытаний для бумажной, плитной промышленностей, а также создать сертификационные центры на право выдачи международных сертификатов качества, на готовую продукцию лесной промышленности, что позволит контролировать качество продукции на самом высоком уровне, повысить эффективность управления в области продвижения продукции на внешние рынки.

4. При закупке линий и комплектов оборудования по производству бумаги, плит, фанеры в обязательном порядке приобретать лаборатории с полным комплектом лабораторного оборудования на котором возможно вести испытания в соответствии с требованиями отечественных и зарубежных стандартов.

Библиографический список

1. Государственная программа развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011 - 2015 гг.: утв. постановлением Совета Министров 03.11.2010, № 1626. – Минск, 2010. – 10 с.
2. Зорин В. П ; Атрощенко Н. О. Стандарты устойчивого лесопользования и лесопользования, их применение в лесном хозяйстве Беларуси // Труды БГТУ. – 2013 – №1: Лесное хоз-во. – С. 16-19.
3. ТКП 5.1.16-2008 "Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Система лесной сертификации. Основные положения" // УП «Белгипролес»: – Минск, 2008. – 28 с.
4. Неверов А.В., Синяк Н.Г., Трофимук В.Н., Геврасева А.П. Направления развития лесной политики в Беларуси // Труды БГТУ. – 2012. – №7: Экономика и управление. – С. 149-153.
5. Барановский С.И., Крачковский А.П., Шишло С.В. Формирования корпоративных структур в лесном комплексе на основе маркетинго-логистических систем // Труды БГТУ. – 2012. – Экономика и управление. – С. 114-117.
6. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена приказом Минпромторга России и Минсельхоза России от 30.10.2008г. №248/482: – Москва, 2008 – 103 с.
7. Концепция развития лесопромышленного комплекса Иркутской области на период 2006-2015г./дминистрация Иркутской области: – Иркутск, 2006. – 218 с.
8. Ковалев М. И., Пасеко С. И. Обеспечение финансовой стабильности – новая функция государства // Проблемы управления. – 2013 – №1 (46). – С. 20-33.
9. СТБ EN 13171-2009 Материалы теплоизоляционные для зданий. Изделия из древесного волокна (WF) Технические условия / РУП «Стройтехнорм»: – Минск, 2009. – 78 с.

УДК 674.02

Пашков В.К.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

**РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТВЕРДОСПЛАВНОГО
ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

Изложена методика определения годового экономического эффекта внедрения твердосплавного инструмента.

Опыт внедрения твердосплавного режущего инструмента при обработке различного рода древесных материалов показал, что использование этого инструмента взамен стального обеспечивает значительный экономический эффект. Однако максимальный эффект может быть получен только при соблюдении определенных условий, определяющих степень эффективности.

Результаты работ по внедрению твердосплавного дереворежущего инструмента, проведенных Институтом сверхтвердых материалов (Киев), позволили выявить наиболее эффективные условия использования этого инструмента и выработать удобный для работников промышленных предприятий метод предварительной (до внедрения) оценки целесообразности внедрения твердосплавного дереворежущего инструмента.

По этому методу в процессе расчетов должны быть учтены следующие статьи экономии за счет увеличения стойкости инструмента:

экономия по заработной плате основных рабочих (станочников) от уменьшения простоев оборудования в связи с заменой затупившегося инструмента;

экономия по заработной плате наладчиков от уменьшения количества переналадок инструмента (эта статья экономии относится только к сборному инструменту);

экономия от уменьшения расходов на режущий инструмент.

Данная методика не учитывает экономии, которая может быть получена от интенсификации режимов резания, а, следовательно, и повышения производительности оборудования при внедрении инструмента высокой износостойкости. Такая интенсификация до настоящего времени не является, как правило, следствием внедрения твердосплавного инструмента, что объясняется конструктивным несовершенством деревообрабатывающих станков (одна, максимум две скорости вращения шпинделя, отсутствие в большинстве случаев механизированной подачи деталей).

Общий годовой экономический эффект внедрения твердосплавного инструмента на данной операции

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{o.p} + \mathcal{E}_{нал} + \mathcal{E}_{ин}, \text{ руб.}, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{o.p}$ – годовая экономия по зарплате основных рабочих;

$\mathcal{E}_{нал}$ – годовая экономия по зарплате наладчиков;

$\mathcal{E}_{ин}$ – годовая экономия от уменьшения расходов на режущий инструмент.

$$\mathcal{E}_{o.p} = \frac{P \cdot \mathcal{Z}_{o.p} \cdot t_{см}}{60} \left(\frac{1}{T_{ст}} - \frac{1}{T_{ТВ}} \right), \text{ руб.}, \quad (2)$$

где P – годовая программа обработки на данной операции, пог. м или шт.;

$\mathcal{Z}_{o.p}$ – часовая тарифная ставка рабочего-станочника, занятого на данной операции (для двух и более рабочих – сумма их тарифных ставок), с учетом отчислений по соцстраху и дополнительной зарплаты, руб.;

$t_{см}$ – время, затрачиваемое станочником на смену затупившегося инструмента, мин;

$T_{ст}$ – стойкость стального инструмента, пог. м или шт.;

$T_{ТВ}$ – стойкость твердосплавного инструмента, пог. м или шт.

$$\mathcal{E}_{нал} = \frac{P \cdot \mathcal{Z}_{нал} \cdot t_{нал}}{60} \left(\frac{1}{T_{ст}} - \frac{1}{T_{ТВ}} \right), \text{ руб.}, \quad (3)$$

где $\mathcal{Z}_{o.p}$ – часовая тарифная ставка наладчика с учетом отчислений по соцстраху и дополнительной зарплаты, руб.;

$t_{см}$ – время, затрачиваемое на переналадку сборного режущего инструмента, мин;

$$\mathcal{E}_{ин} = P \left(\frac{C_{ст}}{T_{ст}} - \frac{C_{ТВ}}{T_{ТВ}} \right), \text{ руб.}, \quad (4)$$

где $C_{ст}$, $C_{ТВ}$ – стоимость одного периода стойкости стального и твердосплавного инструмента, руб.

$$C_{ст} = \frac{C_{н.ст} + (C_{зат}^{ст} + C_{аб}^{ст}) \cdot (n_c^{ст} - 1)}{n_c^{ст}}, \text{ руб.}, \quad (5)$$

$$C_{ТВ} = \frac{C_{н.ТВ} + (C_{зат}^{ТВ} + C_{аб}^{ТВ}) \cdot (n_c^{ТВ} - 1)}{n_c^{ТВ}}, \text{ руб.}, \quad (6)$$

где $C_{н.ст}$ и $C_{н.ТВ}$ – первоначальная стоимость стального и твердосплавного инструмента, руб.;

$C_{зат}^{ст}$ и $C_{зат}^{ТВ}$ – заработная плата станочника на одну переточку стального и твердосплавного инструмента, руб.;

$C_{аб}^{ст}$ и $C_{аб}^{ТВ}$ – стоимость абразивного инструмента, расходуемого на одну переточку стального и твердосплавного инструмента, руб.;

$n_c^{ст}$ и $n_c^{ТВ}$ – число периодов стойкости в течение срока службы стального и твердосплавного инструмента.

$$C_{зат}^{ст} = \frac{t_{зат}^{ст} \cdot Z_{зат}}{60}, \text{ руб.}, \quad (7)$$

$$C_{зат}^{ТВ} = \frac{t_{зат}^{ТВ} \cdot Z_{зат}}{60}, \text{ руб.}, \quad (8)$$

где $t_{зат}^{ст}$, $t_{зат}^{ТВ}$ – время, затрачиваемое на одну переточку стального и твердосплавного инструмента, мин;

$Z_{зат}$ – часовая тарифная ставка заточника с учетом отчислений по соцстраху и дополнительной зарплаты, руб.

$$C_{аб}^{ст} = \frac{C_k \cdot H_{ст}}{100}, \text{ руб.}, \quad (9)$$

$$C_{аб}^{ТВ} = \frac{C_a \cdot H_{ТВ}}{100}, \text{ руб.}, \quad (10)$$

где C_k – стоимость 1 см³ полезно используемой части абразивного круга, коп.;

C_a – стоимость 1 мг алмазов в круге, коп.;

$H_{ст}$, $H_{ТВ}$ – расход абразивных кругов (см³) и алмазов (мг) на одну переточку стального и твердосплавного инструмента.

Анализ основных расчетных формул (2) – (4) показал, что после ряда преобразований все они сводятся к уравнению вида

$$\mathcal{E} = A \left(1 - \frac{B}{m} \right), \quad (11)$$

где A и B – постоянные для данных условий коэффициенты;

m – коэффициент увеличения стойкости.

После преобразований формулы (2) – (4) имеют следующий вид:

$$\mathcal{E}_{о.р} = \frac{P \cdot Z_{о.р} \cdot t_{см}}{60 \cdot T_{ст}} \left(1 - \frac{1}{m} \right), \text{ руб.}, \quad (12)$$

$$\mathcal{E}_{нал} = \frac{P \cdot Z_{нал} \cdot t_{нал}}{60 \cdot T_{ст}} \left(1 - \frac{1}{m} \right), \text{ руб.}, \quad (13)$$

$$\mathcal{E}_{ин} = \frac{P \cdot C_{ст}}{T_{ст}} \left(1 - \frac{k}{m} \right), \text{ руб.}, \quad (14)$$

где k – отношение стоимостей периода стойкости твердосплавного и стального инструмента.

Для упрощения расчетов формула (14) может быть записана в следующем виде:

$$C_{ст} = \frac{C_{н.ст}}{n_c^{ст}} + \frac{t_{зат}^{ст} \cdot Z_{зат}}{60} + \frac{C_k \cdot H_{ст}}{100}, \text{ руб.}, \quad (16)$$

$$C_{ТВ} = \frac{C_{н.ТВ}}{n_c^{ТВ}} + \frac{t_{зат}^{ТВ} \cdot Z_{зат}}{60} + \frac{C_a \cdot H_{ТВ}}{100}, \text{ руб.} \quad (17)$$

Таким образом, формулы (12), (13), (15) – (17) являются основными расчетными формулами для определения годового экономического эффекта внедрения твердосплавного инструмента.

Библиографический список

1. Бакуль В. Н. и др. Применение твердосплавного инструмента в деревообрабатывающей промышленности/К., УкрНИИНТИ, 1963.
2. Захаренко И. П., Курнс И. М. Износостойкость твердых сплавов и выбор их при фрезеровании древесинных материалов/К., УкрНИИНТИ, 1967.
3. Гинзбург Б. И. Определение экономической эффективности алмазного шлифования//Гинзбург Б. И., Зисман Н. С., Мишнаевский Л. Л./К., «Техника», 1972,56 с.
4. Курис И. М. Эффективность применения твердосплавного дереворежущего инструмента/К., УкрНИИНТИ, 1970.-20 с.

УДК 338.45

Ростовская Ю.Н., Велиева О.В., Капустина Ю.А. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) ros0901o@mail.ru, velieva_08@mail.ru, kapustina_bu@mail.ru

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В статье представлены результаты оценки состояния и перспективы развития деревообрабатывающих предприятий РФ в условиях вступления в ВТО

Экономические и геополитические события последних 5-10 лет требуют приспособления к новым условиям всей экономики России. Успешность этой адаптации зависит как от умелой кредитно-денежной, налоговой, таможенной политики Правительства РФ, так и от предпринимательской активности самих экономических субъектов. Не является исключением и деревообрабатывающая промышленность.

Взаимное влияние последствий всемирного экономического кризиса 2008-2009 годов, вступления России во Всемирную торговую организацию, создания Таможенного союза с одной стороны, оказывают негативное воздействие на конкурентоспособность российских товаропроизводителей, с другой, открывают новые возможности и перспективы на внутреннем и международном рынках.

Очевидной тенденцией последнего десятилетия является сокращение общего количества предприятий, специализирующихся на обработке древесины и производстве изделий из древесины. При этом доля малых предприятий в числе действующих неуклонно растет (рис.1).

Подобная ситуация стала возможной благодаря реализации программ поддержки малого предпринимательства федеральными и региональными правительствами и создания льготных условий для малых инновационных предприятий.

Лесопромышленный комплекс всегда был одним из приоритетных в российской экономике. Анализируя динамику экспорта РФ, отмечен рост объемов вывозимых лесоматериалов как в стоимостном, так и в натуральном выражении. Объем экспорта древесины и целлюлозно-бумажных изделий за период с 2000 по 2005 годы увеличился на 86%, с 2005 по 2012 годы на 22%.

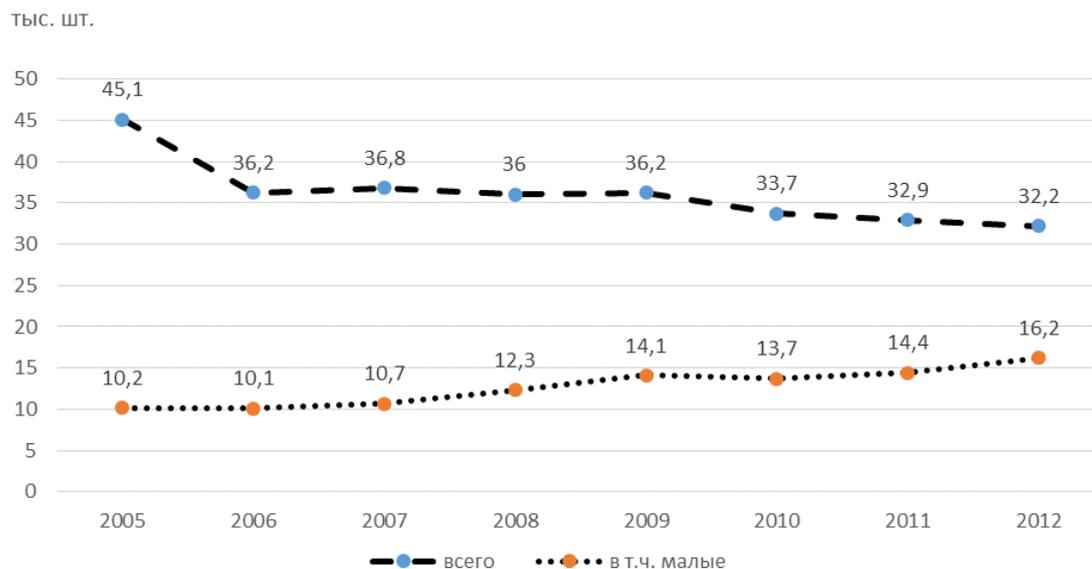


Рис. 1. Число предприятий деревообрабатывающей промышленности

В товарной структуре экспорта РФ за период с 2005 по 2012 годы доля продукции деревообработки постепенно сокращается (в 2000 г. – 4,3%, 2005 г. – 3,4%, 2010 г. – 2,4%, 2011 г. – 2,2%, 2012 г. – 1,9%). Сохранилась подобная тенденция и в 2013 году. Однако по предварительным данным региональных таможенных управлений объем экспортируемых лесоматериалов в 1 квартале 2014 года увеличился по сравнению с аналогичным периодом 2013 года. При этом из года в год общее количество лесоэкспортеров постепенно сокращается. Происходящие изменения обусловлены указанной выше динамикой (рис.1): малые предприятия в большей степени ориентированы на внутренний рынок.

В структуре экспорта продукции деревообработки в натуральном выражении традиционно лидируют необработанные лесоматериалы: в 2012 году объем экспорта составляет 17660 тыс. м³, в то время как фанеры клееной - 2451 тыс. м³. Несмотря на это в стоимостном исчислении преобладает показатель экспорта обработанных лесоматериалов (рис. 2).

Учитывая тот факт, что материалы первичной обработки древесины имеют низкую добавленную стоимость, снижение их экспорта на фоне роста вывоза лесоматериалов глубокой переработки оценивается положительно. Сокращению экспорта необработанных лесоматериалов способствовали изменения в таможенно-тарифной политике, предусматривающей увеличение вывозной таможенной пошлины по основным породам лесоматериалов необработанных (80% от таможенной стоимости, но не менее 55,2 евро за м³), а также квотирование лесоматериалов необработанных. С момента присоединения России к ВТО договоренностями предусмотрено установление на ежегодной основе экспортных тарифных квот на вывоз лесоматериалов необработанных из ели обыкновенной и сосны обыкновенной с внутриквотными ставками 13% и 15% соответственно.

Несмотря на достаточный лесосырьевой потенциал, российские деревообрабатывающие предприятия в настоящее время не способны удовлетворить в полном объеме внутреннюю потребность в отдельных видах продукции.

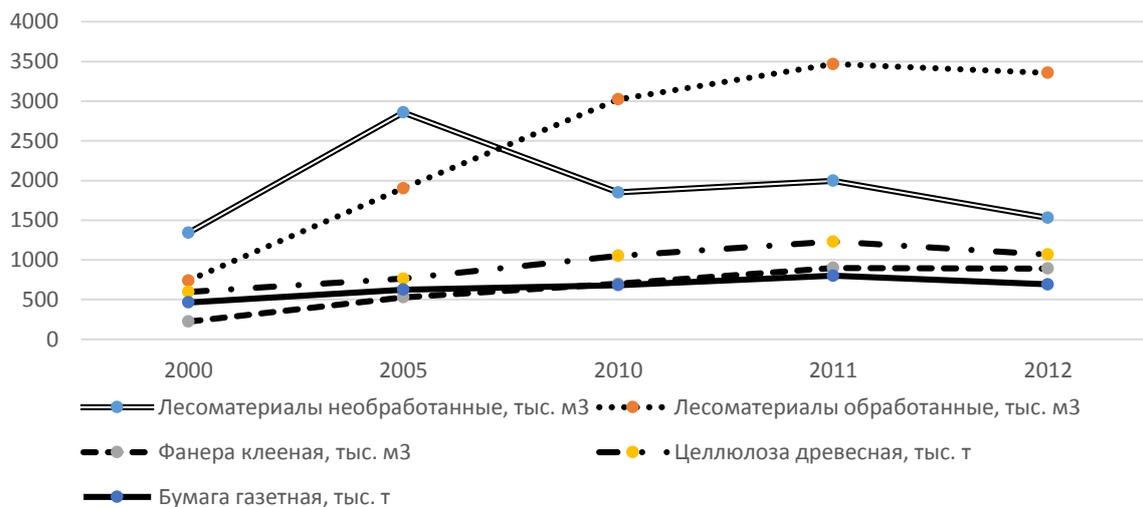


Рис. 2. Динамика экспорта продукции деревообработки, млн. долл. США

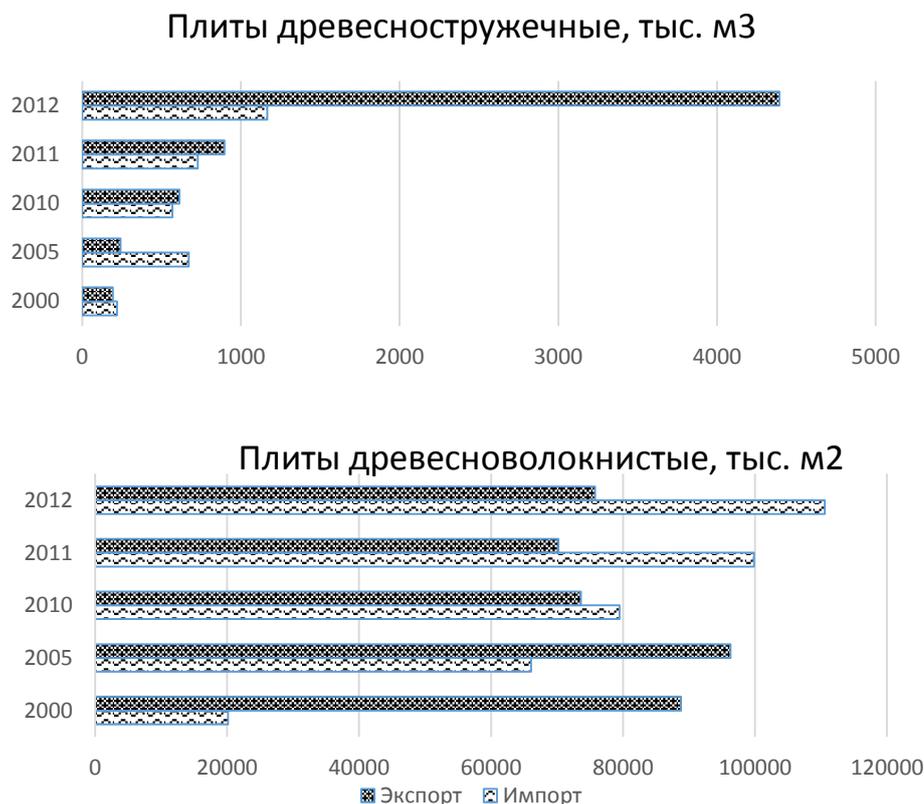


Рис. 3. Соотношение экспорта и импорта плитных материалов

Импортными позициями традиционно являются продукты глубокой переработки: древесностружечные и древесноволокнистые плиты (рис. 3).

Стоит отметить, что в послекризисный период импорт ДВП превышает экспорт. Во внешнеторговых операциях с ДСП картина противоположная, что является след-

ствием увеличения инвестиций в производство древесностружечных строительных материалов, пользующихся возрастающим спросом. Имеющиеся мощности по производству ДВП морально и физически устарели.

Показательно соотношение цен на одноименные экспортные и импортные товары. Статистические данные показывают, что средняя цена 1 м² экспортируемого ДВП на 130-160% выше импортной стоимости (рис. 4).

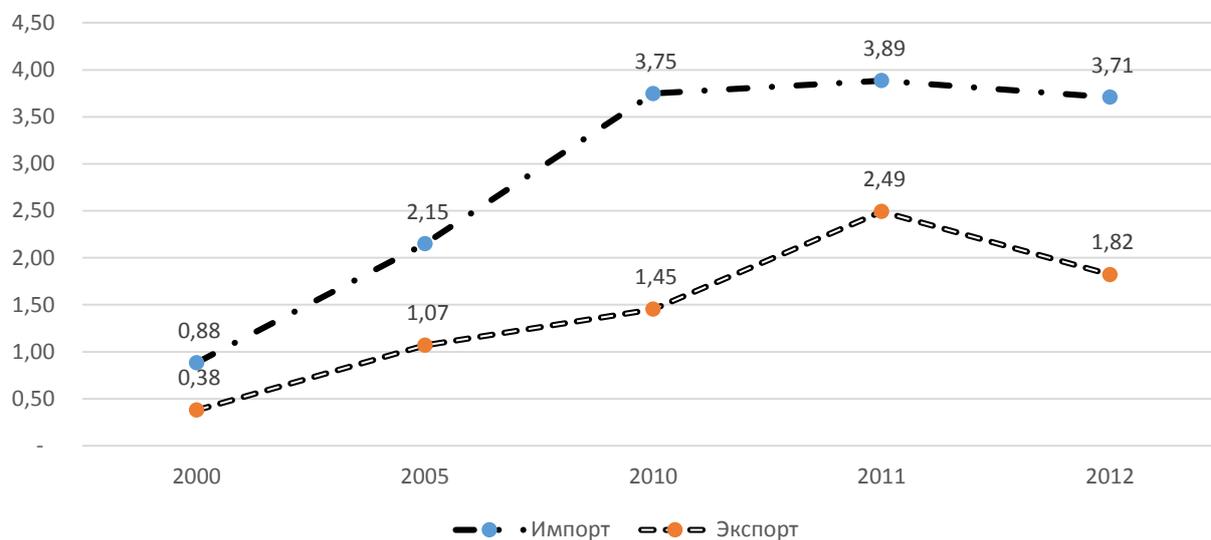


Рис. 4. Соотношение средней цены 1 м² экспортируемых и импортных древесноволокнистых плит, долл. США

Аналогичная ситуация наблюдается и по ценам на древесностружечные плиты.

Подводя итоги, можно сделать вывод о том, что в настоящее время в России существует спрос на качественную продукцию глубокой переработки древесины, непокрываемый предложением отечественных товаропроизводителей.

Низкая инновационная активность и инвестиционная привлекательность, использование устаревших технологий и оборудования, являются основными факторами, тормозящими развитие деревообрабатывающей отрасли. Тем не менее, для лесного комплекса преимущества участия в ВТО, прежде всего, связаны с лесоперерабатывающим кластером.

Библиографический список

1. Приказ Минпромторга РФ № 248, Минсельхоза РФ № 482 от 31.10.2008 «Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года».
2. Промышленность России 2012: Статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики. - М.: Росстат, 2012. – 436 с.
3. Финансы России 2012: Статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики. - М.: Росстат, 2012. – 463 с.
4. Российский статистический ежегодник. 2013: Статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики. – М.: Росстат, 2013. – 717 с.

УДК 51–7: 630*3

Тетерина М.А.

(УГЛТУ, Екатеринбург, РФ) tetatet-marya@mail.ru

ОСЦИЛЛЯЦИИ МЕЖОПЕРАЦИОННОГО И ПЕРЕМЕЩАЕМОГО ЗАПАСОВ В МОБИЛЬНЫХ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМАХ

Изложены основные принципы синхронизации машин в транспортно-обрабатывающих лесопромышленных системах на основе разработки гипотезы о возможности описания колебаний межоперационного и перемещаемого запасов в этих системах методами теории автоколебаний

Для всего многообразия лесопромышленных систем выделяется проблема повышения эффективности их функционирования – проблема синхронизации или согласования машин в системах по производительности. Не синхронизированное функционирование машин в системах приводит к дополнительным затратам, связанным как с простоями высокопроизводительного дорогостоящего оборудования, так и с дополнительным расходом энергии (топлива), возникающим в течение простоев. По данным проведенных промышленных экспериментов [1,2], несогласованность по производительности машин в лесопромышленных системах достигает 50-70%, и соответственно в таких же пределах – время простоев отдельных машин и дополнительный расход энергии (топлива) на единицу продукции. Отсутствие синхронизации приводит также к снижению производительности систем до величины, соответствующей минимальной из производительностей машин в системе. Разность производительностей приводит к непрерывному накоплению межоперационных запасов на переходе операций от более производительной машины к менее производительной, что снижает качество сырья, находящегося в запасе, а также увеличивает срок оборачиваемости материальных ресурсов.

Сглаживание разности интенсивностей функционирования машин в системах реализуется управлением запасами. При этом управление запасами выполняется только в координатах времени – для неподвижных систем. Тогда как перемещаемые и обрабатываемые грузы различных объемов и масс изменяются по состоянию (положению, размеру и т.д.) не только во времени, но и в координатах пространства, в частности по расстоянию маршрута транспортировки – посредством мобильных систем. Кроме того, указанные методики могут приводить к наличию избыточных запасов и простоям машин, создающих запасы. Связано это с тем, что классические модели управления запасами обеспечивают обоснование объемов запасов, достаточных для бесперебойного функционирования машин, потребляющих эти запасы, но не учитывают время простоев создающих запасы машин.

Согласование по производительности (синхронизация) машин в мобильных системах заготовки древесины выполняется в настоящее время, в большей части, на основе обоснования состава систем по маркам и количеству из существующих машин и изменением коэффициента сменности работы машин. При использовании таких подходов в связи с целочисленностью управляемых переменных возникают зоны неэффективности, определяемые скачками целевой функции при дискретном изменении количества машин или коэффициента сменности. Кроме того, все современные дорогостоящие лесозаготовительные комплекты (например, «харвестер – форвардер», стоимость одного комплекта составляет 25 млн. рублей, единовременная потребность в таких комплектах для России

– 4000 шт.) функционируют полные сутки, что исключает возможность управления коэффициентом сменности. Имеются методики, предполагающие использование дополнительного оборудования, простаивающего вне пиков производства.

Синхронизация машин в транспортно-обрабатывающих лесопромышленных системах возможна на основе описания колебаний межоперационного и перемещаемого запасов в таких системах методами теории автоколебаний [3]. Для этого необходимо решение следующих задач:

- Исследование колебаний запасов на предмет возможности выделения предельных циклов и разработки уравнений фазовой динамики с учетом взаимодействия машин, реализующих процессы накопления и потребления межоперационного и перемещаемого запасов.
- Анализ полученных результатов, оценка возможности выделения автономной динамики и величины параметра связи.
- Усреднение фазовых уравнений при условии малости параметра связи, вывод и исследование усредненного уравнения для разности фаз колебаний межоперационного и перемещаемого запасов, построение областей синхронизации.
- Исследование интенсивности и распределения воздействий на транспортно-обрабатывающие лесопромышленные системы со стороны окружающей природной среды (шума).
- Анализ диффузии фазы колебаний уровней запасов в системе в присутствии шума для случая автономной динамики и при наличии взаимодействия.
- Исследование изменения разности фаз колебаний межоперационного и перемещаемого запасов в зависимости от расстройки при различной интенсивности и распределении шумовых воздействий с оценкой наиболее вероятных значений разности фаз.
- Исследование изменения диапазона расстроек, соответствующих синхронизации или приближенному равенству («слабому подтягиванию») частот колебаний, при различной интенсивности шума. Выделение интенсивности шума, разрушающего синхронизацию.

Библиографический список

1. Якимович, С.Б. Опытнo-промышленная оценка эффективности нового способа заготовки сортиментов 2365093 /С.Б. Якимович, М.А. Тетерина, В.В. Груздев //Вестник МГУЛ. Лесной Вестник. – Москва: МГУЛ, 2013. – №1(92). – С.192-196
2. Якимович, С.Б. Экспериментальная оценка синхронизации обрабатывающе-транспортной системы «харвестер – форвардер» /С.Б. Якимович, М.А. Тетерина //Вестник МГУЛ. Лесной Вестник. – Москва: МГУЛ, 2008. – №4. – С.48-51
3. Пиковский, А. Синхронизация. Фундаментальное нелинейное явление /А. Пиковский, М. Розенблюм, Ю. Куртс – 2003. – 496 с.

УДК 338.45:674:676:684

Тюменцев В.Я. (Минпромнауки Свердловской области, Екатеринбург, РФ)

СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ И МЕРЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Проведен анализ состояния лесопромышленного комплекса по итогам 2013 г. и первого квартала 2014 г. Обозначены перспективы и меры государственной поддержки со стороны Правительства Свердловской области.

Леса занимают более 60% территории Свердловской области. Ежегодный допустимый объем изъятия древесины (расчетная лесосека) по Свердловской области составляет 24,4 млн. м³. Объем заготовки древесины за 2013 год составил 6,2 млн. куб. м, что составляет 25,4% расчетной лесосеки. Таким образом, Свердловская область располагает объемами древесного сырья, достаточными для перспективного наращивания объемов лесопользования и развития деревообрабатывающих производств. Согласно классификации Федеральной службы государственной статистики, лесопромышленный комплекс представлен двумя укрупненными видами экономической деятельности: «обработка древесины и производство изделий из дерева» и «целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность». Доля продукции, отгруженной предприятиями лесопромышленного комплекса, в общем объеме отгрузки в обрабатывающей промышленности Свердловской области составляет 1,5%.

По данным Статистического регистра хозяйствующих субъектов Росстата по Свердловской области на 1 января 2014 года зарегистрировано предприятий и организаций лесопромышленного комплекса в количестве 3087, в том числе - по виду экономической деятельности обработка древесины и производство изделий из дерева - 1356; по виду экономической деятельности целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность - 1731. Удельный вес крупных и средних предприятий в общем количестве зарегистрированных предприятий и организаций составляет 0,9 процента, при этом в общем объеме отгруженной продукции произведенной полным кругом предприятий лесопромышленного комплекса Свердловской области, удельный вес крупных и средних предприятий составляет 44,7 процента. Исходя из данного показателя можно утверждать, что, несмотря на значительную долю в объеме отгруженной продукции крупных и средних предприятий, ключевые показатели отрасли более чем наполовину сформированы за счет деятельности субъектов малого бизнеса.

Как и в большинстве отраслей промышленности, в сфере лесопромышленного комплекса, отмечены негативные тенденции замедления темпов роста объемов производства и отгрузки. После резкого скачка в 2010 году, темп роста в 2011 году замедлился, хотя объемы отгрузки превысили докризисный уровень. По итогам 2012 года впервые после кризиса 2008 года отмечено снижение объемов отгрузки по виду экономической деятельности «обработка древесины и производство изделий из дерева». Тенденции, свидетельствующие о сложной экономической ситуации, сложившейся в сфере лесопромышленного комплекса, прослеживаются и по итогам финансово-хозяйственной деятельности лесопромышленных предприятий за 2013 год.

Итоги работы лесопромышленного комплекса за 2013 год

Объем отгруженных товаров собственного производства по виду экономической деятельности «обработка древесины и производство изделий из дерева» составил 7,8 млрд. руб. или 88,8 % к прошлому году; по виду «целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность» - 10,2 млрд. руб. или 109,6% к прошлому

году. Индекс промышленного производства по полному кругу организаций по виду деятельности «обработка древесины и производство изделий из дерева» составил – 101,4 %, по виду деятельности «целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность» - 102,3 %.

Среднесписочная численность работников по виду деятельности «обработка древесины и производство изделий из дерева» за 2013 год составила 8176 человек (87,1 % по отношению к 2012 году), по виду «целлюлозно-бумажное производство» - 2730 человек (100,1% по отношению к 2012 году). Размер номинальной начисленной средней заработной платы по виду деятельности «обработка древесины и производство изделий из дерева» составил 14841,7 руб. (110,6 % по отношению к 2012 году), по виду «целлюлозно-бумажное производство» - 11106 рублей (94,1% по отношению к 2012 году).

Сальдированный финансовый результат (прибыль-убыток) до налогообложения по кругу крупных и средних организаций составил по виду деятельности «обработка древесины и производство изделий из дерева»: убыток 254,3 млн. руб. (в 2012 году сальдированный финансовый результат был положительным), по виду «целлюлозно-бумажное производство» - убыток 142,2 млн. руб. (рост убытка в 5,17 раз к 2012 году). Объем инвестиций в основной капитал за январь-декабрь 2013 года в целом по лесопромышленному комплексу составил 387,7 млн. рублей, в том числе 304,1 млн. руб. - обработка древесины и производство изделий из дерева; 77,6 млн. руб. – целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность.

Номенклатура основных видов продукции лесопромышленного комплекса: пиломатериалы, фанера, древесноволокнистые плиты, бумага и картон.

Объем производства основных видов продукции за 2013 год составил:

- пиломатериалы - 314,8 тыс. куб. м (85,5% к прошлому году);
- фанера клееная - 217,4 тыс. куб. м (106,3% к прошлому году);
- плиты древесно-стружечные - 63,9 тыс. куб. м (124,6 % к прошлому году);
- плиты древесноволокнистые - 11454 тыс. кв. м (88,6% к прошлому году);
- бумага - 34766 тонн (98,9 % к прошлому году).

Итоги за 1 квартал 2014 года

Объем отгруженных товаров собственного производства по виду экономической деятельности «обработка древесины и производство изделий из дерева» составил 2,1 млрд. руб. или 106,2 % к аналогичному периоду прошлого года; по виду «целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность» - 2,1 млрд. руб. или 96,6% к аналогичному периоду прошлого года. Индекс промышленного производства по полному кругу организаций по виду деятельности «обработка древесины и производство изделий из дерева» составил - 97,4 % по виду деятельности «целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность» - 92,8 %.

Объем производства основных видов продукции за 1 квартал 2014 года составил:

- пиломатериалы - 68,4 тыс. куб. м (83,2% к аналогичному периоду прошлого года);
- фанера клееная - 57,2 тыс. куб. м (113,7% к прошлому году);
- плиты древесноволокнистые - 3286,6 тыс. кв. м (110,1% к аналогичному периоду прошлого года);
- бумага - 7601 тонн (84,4 % к прошлому году).

Ключевыми предприятиями отрасли являются: ОАО «ФАНКОМ», ЗАО «Туринский целлюлозно-бумажный завод», ООО «Новолялинский целлюлозно-бумажный комбинат», ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат», ЗАО «Аргус СФК», Группа компаний «СКМ-Мебель».

На сегодняшний день в сфере лесопромышленного комплекса реализуется ряд комплексных инвестиционных проектов, предусматривающих создание на территории

Свердловской области современных лесоперерабатывающих производств с замкнутым циклом производства: от заготовки древесины до производства готовой продукции (пиломатериалов, древесно-стружечных плит, древесных топливных гранул, древесного угля и пр.). Три проекта имеют статус приоритетных инвестиционных проектов в области освоения лесов федерального значения (суммарный плановый объем инвестиций по данным проектам составляет 1,8 млрд. руб.).

Ключевым проектом в сфере лесопромышленного комплекса на сегодняшний день является проект ООО «СВЕЗА-Лес» по строительству завода по производству древесно-стружечных плит мощностью 500 тысяч кубометров в год. Объем инвестиций по проекту составляет 6 млрд. руб., плановый срок реализации проекта 2014-2016 годы. Строительство завода будет осуществляться на производственной площадке ОАО «Фанком» (поселок Верхняя Синячиха муниципального образования Алапаевское). Проект реализуется при поддержке Правительства Свердловской области в рамках Соглашения о намерениях между Правительством Свердловской области и ООО «СВЕЗА-Лес», подписанного 11 июля 2013 года.

Проблемы отрасли.

Ситуация, сложившаяся на сегодняшний день в сфере лесопромышленного комплекса Свердловской области, обусловлена рядом проблем системного характера:

1. Низкий технический уровень лесопромышленных отраслей.
2. Технологическое отставание от мирового уровня.
3. Малая доля внутреннего рынка, занимаемая отечественной продукцией с высокой добавленной стоимостью по высокосортным видам бумаги, древесным плитам, мебели и др.
4. Недостаточная инновационная и инвестиционная деятельность в лесном хозяйстве. Масштабные программы модернизации способны реализовать преимущественно крупные предприятия, обладающие большим запасом финансово-экономической устойчивости, ресурсным потенциалом и в силу этого имеющие возможность планировать свою инвестиционную деятельность на длительный период и реализовывать долго-окупаемые инвестиционные проекты.
5. Недостаточная точность государственного учета лесов и значительные неиспользуемые лесосырьевые ресурсы на землях лесного фонда. Время давности лесоустройства лесничеств составляет от 8 до 20 лет. Данная проблема существенно затрудняет работу по привлечению инвестиций в лесопромышленный комплекс, так как отсутствие точных данных о качестве и составе лесосырьевых ресурсов не позволяет потенциальному инвестору составить достоверное представление об объекте вложений.
6. Слабо развитая производственная и дорожно-транспортная инфраструктура.
7. Кадровый дефицит.

Перспективы развития отрасли

Стратегической целью развития лесопромышленного комплекса является удовлетворение потребностей внутреннего и внешнего рынка в высококачественной и конкурентоспособной лесобумажной продукции отечественного производства, обеспечение соответствия уровня лесопромышленного производства требованиям динамично меняющегося мирового рынка. Исходя из сформулированной цели, приоритетами государственной политики по развитию лесной отрасли в Свердловской области являются:

1. Развитие инфраструктуры (в том числе лесотранспортной) крупных инвестиционных проектов.
2. Совершенствование структуры лесопромышленного производства за счет освоения выпуска прогрессивных видов продукции высокого передела: конструкционных материалов на основе древесины; конструкционных деревянных материалов для

строительства, изделий из древесины для дома и функциональной мебели; листовых древесных материалов с новыми потребительскими свойствами, новых видов бумаги и картона с экологически безопасными барьерными покрытиями и др.

3. Развитие деревянного домостроения. Стимулирование рынка деревянного домостроения необходимо отнести к приоритетам развития лесопромышленного комплекса в связи с наличием значительной корреляционной связи данного сектора лесной промышленности со строительной индустрией. Кроме того, развитие малоэтажного домостроения внесет существенный вклад в решение проблемы обеспечения населения доступным жильем.
4. Увеличение переработки низкосортной древесины, отходов деревообрабатывающего производства; в том числе реализация пилотных проектов в сфере биоэнергетики и производства биотоплива.

Для преодоления системных проблем, препятствующих интенсивному развитию отрасли, а также повышения эффективности и конкурентоспособности лесного сектора экономики необходима консолидация мер государственной поддержки на федеральном и региональном уровне, особенно по следующим направлениям:

1. Активизация мероприятий по проведению лесоустроительных работ в лесном фонде.
2. Формирование нормативно-правовой базы создания и развития лесотранспортной инфраструктуры и на ее основе осуществление соответствующих мероприятий в рамках федеральных и областных государственных программ по развитию лесного хозяйства и по развитию промышленности.
3. Стимулирование развития организаций лесопромышленного комплекса с помощью мер государственной поддержки, предусмотренных федеральным и региональным законодательством.
4. Стимулирование создания и эффективного функционирования инновационных кластерных образований в сфере лесопромышленного комплекса, способствующих достижению мультипликативного эффекта в развитии не только данного сектора экономики, но и смежных отраслей (в частности, строительной индустрии). На сегодняшний день рассматривается возможность организации лесопромышленного кластера (индустриального парка) на базе ООО «Первая лесопромышленная компания» в г. Алапаевск. Производственная площадка предприятия обладает необходимыми мощностями по организации глубокой переработки древесины и выстраивания резидентами индустриального парка единой технологической цепочки с использованием всех преимуществ кластер-эффекта.

Меры государственной поддержки

Правительством Свердловской области развитие лесопромышленного комплекса рассматривается как приоритетное направление региональной государственной экономической политики. В целях стимулирования инвестиционной деятельности в лесном секторе экономики, в 2013 году предприятиям лесопромышленного комплекса Свердловской области были предоставлены следующие меры государственной поддержки за счет средств областного бюджета:

- субсидии на возмещение затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях для реализации инвестиционных проектов, в размере, не превышающем 2/3 ставки рефинансирования Центрального банка Российской Федерации, установленной на момент заключения кредитного договора (общая сумма субсидий составила 11,43 млн. руб. = 3 предприятия: Туринский ЦБЗ, ООО «Лесников», ОАО «ФАНКОМ»);

- меры поддержки в рамках областной программы «Развитие субъектов малого и

среднего предпринимательства в Свердловской области» на 2011 - 2015 годы (субсидирование части затрат, связанных с приобретением оборудования; субсидирование затрат, связанных с содействием повышению энергоэффективности производства; субсидирование затрат на выплату первого взноса по договорам лизинга) на общую сумму 40 млн. руб. (ООО «Лесной Урал Сбыт», ООО «СМП Стройподряд», ИП Козьменко, ИП Малагин, ООО ТПФ «Фирма ЮТ», ООО «Режевской леспромхоз», ООО «Новолялинский ЦБК»).

Постановлением Правительства Свердловской области от 24.10.2013 1293-ПП утверждена государственная программа «Развитие промышленности и науки Свердловской области до 2020 года». В этом документе среди основных приоритетов развития промышленности определен и лесопромышленный комплекс. Финансовое обеспечение реализации программы осуществляется за счет бюджетных ассигнований областного бюджета и внебюджетных источников. В целом за весь период реализации Программы (2014-2020 год) из областного бюджета будет выделено 5,5 млрд. рублей. Ответственным исполнителем программы является Министерство промышленности и науки Свердловской области.

План мероприятий программы будет предусматривать меры государственной поддержки, направленные на поддержание промышленных предприятий, реализующих инвестиционные проекты и программы модернизации производства, в том числе и в сфере лесопромышленного комплекса:

- предоставление субсидий организациям промышленного комплекса Свердловской области на возмещение затрат на внедрение в производство новых, значительно технологически измененных или усовершенствованных продуктов (товаров, работ, услуг), производственных процессов, новых или усовершенствованных технологических процессов, или способов производства. Сумма на 2014 год по данной статье составляет 300 млн. рублей. Субсидия может составлять не более 50% от общей суммы понесенных затрат на приобретение оборудования. Затраты должны быть понесены в период не ранее 1 января 2013 года. Приобретенное оборудование должно быть введено в эксплуатацию не ранее 1 января 2014 года.

- предоставление субсидий организациям промышленного комплекса Свердловской области на возмещение затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях для реализации инвестиционных проектов, в размере, не превышающем 2/3 ставки рефинансирования Центрального банка Российской Федерации, установленной на момент заключения кредитного договора. Сумма на 2014 год по данной статье составляет 300 млн. рублей; Одно из основных требований: Целевое назначение кредита приобретение оборудования или реализация инвестпроекта.

- предоставление субсидий организациям промышленного комплекса Свердловской области на возмещение затрат, связанных с внедрением результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в сфере промышленного производства. Сумма на 2014 год по данной статье составляет 80 млн. рублей. В настоящее время объявлен отбор организаций промышленного комплекса Свердловской области, выполняющих работы по внедрению результатов НИОКР в сфере промышленного производства, на право получения субсидий из областного бюджета в 2014 году.

УДК 332.1

Шпак Н.А.

(УГЛТУ, г.Екатеринбург, РФ) shpak@usfeu.ru

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОПАРКОВ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РОССИИ НА ПРИМЕРЕ УрФО, СФО И ПФО

Целью исследования является анализ особенностей развития технопарков различных федеральных округов на примере УрФО, СФО и ПФО. В статье рассмотрены вопросы развития современных российских технопарков, выделены их общие черты и различия. Автором сделан вывод о том, что исследуемые технопарки имеют много общих черт и особенно актуальным для них сегодня является проблема защиты прав на интеллектуальную собственность. Все участвующие в опросе технопарки однозначно заявили о своих намерениях развивать свои проекты и привлекать на цели их развития инвестиции из различных источников.

В настоящее время в России несмотря комплексную программу поддержки инновационных проектов до сих пор не происходит инновационного прорыва и страна продолжает пребывать на периферии мировой экономики. Доля инновационно-активных предприятий в общем числе российских компаний едва достигает 10%, что в разы ниже уровня развитых стран. Доля России в мировом выпуске наукоемкой продукции не превышает 0,4%, хотя в стране сосредоточено 10–12% всего мирового научного потенциала.

В сложившейся ситуации необходимо сконцентрироваться на создании условий для развития инноваций или инновационной инфраструктуры. Среди всех элементов инновационной инфраструктуры ключевую роль играют технопарки, так как именно они обеспечивают трансфер технологий [1].

Мировой опыт свидетельствует о том, что технопарки могут стать эффективной формой организации современного инновационного производства [2]. История существования технопарков в Европе, США, Индии, Китае насчитывает несколько десятилетий.

Современные технопарки в России сегодня являются важными институтами развития регионов и их вклад в развитие инновационной деятельности сложно недооценить. Процесс создания технопарков в России был запущен более 20 лет назад и начался с создания научных парков при университетах. В настоящее время существует значительное количество коммерческих проектов по созданию частных технопарков. В связи с этим было проведено настоящее исследование, целью которого являлось выявление общих для России тенденций в развитии технопарков.

Для исследования были выбраны 3 различных федеральных округа: Уральский федеральный округ, Сибирский федеральный округ и Поволжский федеральный округ. Эти регионы были представлены 3-мя технопарками: Уральский лесной технопарк, ОАО ТМДЦ «Технопарк» и Инновационно-производственный технопарк "Глазовский".

Примечателен тот факт, что выбранные для исследования технопарки абсолютно различны. Они созданы в разные периоды развития экономики России (см.Рис.1.). Специализация технопарков абсолютно не совпадает: от деревообработки и машиностроения, до IT технологий и организации выставок-ярмарок и электронной коммерции.

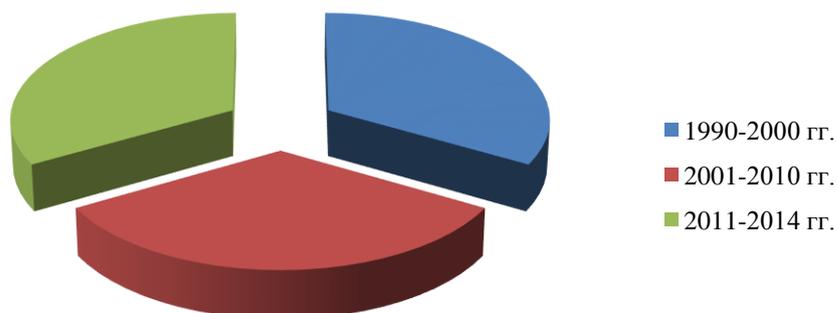


Рис.1. Период создания технопарков УрФО, СФО и ПФО, участвующих в исследовании

Тем не менее, у этих технопарков наблюдается довольно много общих черт, так для всех рассматриваемых технопарков характерно отсутствие иностранных резидентов. Но их появление возможно, так как 100% рассматриваемых технопарков планируют проводить мероприятия по расширению территории технопарка. Для этих целей они планируют привлекать инвестиционные ресурсы и меры государственной поддержки на федеральном и региональном уровне (Рис.2).

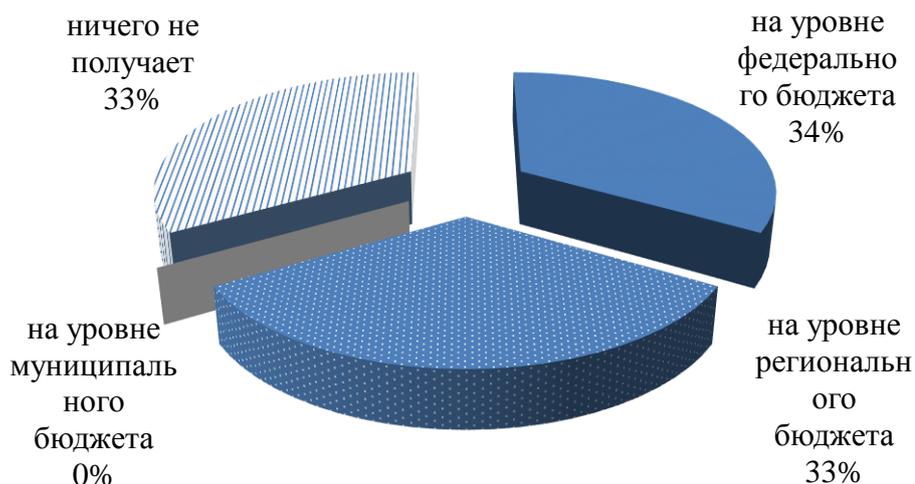


Рис.2. На каком уровне технопарк, участвующий в исследовании, получает поддержку от государственных и муниципальных властей

Для технопарков характерно обучение персонала зарубежом, так доля специалистов с образованием, полученным зарубежом среди персонала технопарка составляет 100%. Доля специалистов технопарка, регулярно проходящих обучение или стажировку зарубежом составляет около 25%.

Значительные инвестиции в образование позволяют резидентам развивать производство инновационной продукции. Так доля инновационной продукции в объеме производства резидентов технопарка составляет в среднем 10-20% (см.Рис.3).

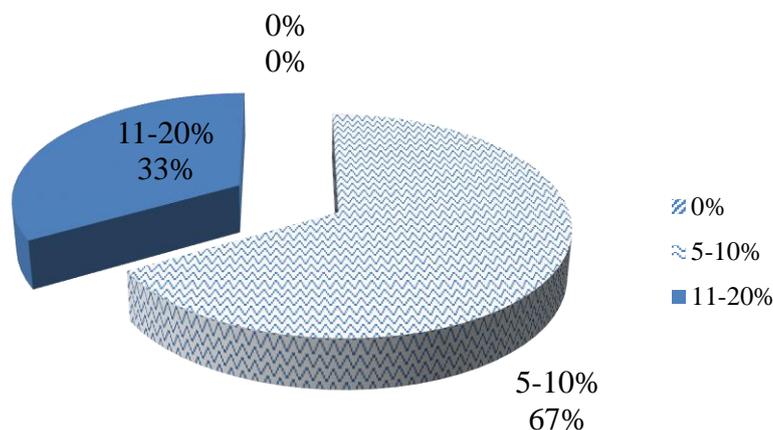


Рис. 3 Доля инновационной продукции в объеме производства резидентов технопарков, участвующих в исследовании

По результатам исследования было установлено, что сегодня для всех технопарков и резидентов технопарка наиболее актуален вопрос защиты прав на интеллектуальную собственность. Наиболее эффективной формой защиты интеллектуальной собственности резиденты технопарков считают ноу-хау.

В связи с этим считаем необходимым федеральным и региональным органам власти рассмотреть возможность принятия комплекса нормативных актов по защите прав на интеллектуальную собственность.

Библиографический список

1. Шпак Н.А. Управление субъектом хозяйствования по принципам "Зеленой экономики"/ Н.А. Шпак, Е.Н. Стариков, О.В. Зубкова // Социально-экономическое развитие России: возможности, проблемы, перспективы: материалы XXXI международного. науч.-практ. конф. / Урал. соц.-экон. ин-т АТиСО. – Челябинск, 2014. – С.500-503.
2. Шпак Н.А. Перспективы развития «зеленой» экономики в регионах России. / Монография/ ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет». Екатеринбург. 2014. 126 с.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ЗАГОТОВКЕ, ПЕРЕРАБОТКЕ И ОТДЕЛКЕ ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.047: 630.847

Агапов В. П.

(УралНИИПДрев, г. Екатеринбург, РФ) agapov.v.p@lenta.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАНДАРТНОГО СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ В ЛЕСОСУШИЛЬНОЙ КАМЕРЕ ВОЗДУХА С ЗАДАНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Показаны существенные дефекты стандартного способа управления сушильной камерой, которые ведут к перерасходу тепловой энергии и снижению качества сушки.

Для получения качественной сушки пиломатериала необходимо уметь правильно подготовить в лесосушильной камере воздух с заданными параметрами. Для подготовки воздуха необходим способ, который позволит в любом случае и с минимальными затратами энергии и времени получить воздух с заданными параметрами.

Целью настоящей работы являются исследование стандартного способа подготовки воздуха с заданными параметрами. Он включает независимое регулирование температуры и влажности. При этом регулирование температуры воздуха производят изменением мощности нагревателя сушильной камеры. Регулирование влажности воздуха производят регулированием приточно-вытяжной вентиляции сушильной камеры и увлажнителя воздуха сушильной камеры.

Если температура воздуха меньше задания, то увеличивают мощность нагревателя. Если температура больше задания, то уменьшают мощность нагревателя. Если влажность воздуха меньше задания, то уменьшают производительность приточно-вытяжной вентиляции. Если влажность воздуха больше задания, то увеличивают производительность приточно-вытяжной вентиляции сушильной камеры. Если производительность приточно-вытяжной вентиляции сушильной камеры минимальна, а влажность воздуха меньше задания, то дополнительно увлажняют воздух впуском в сушильную камеру насыщенного пара. Для этого сушильная камера оснащается увлажнительной системой. Если влажность воздуха меньше задания, то увеличивают подачу в камеру увлажняющего пара. Если влажность больше задания, то уменьшают подачу в камеру увлажняющего пара.

Ожидаемые изменения параметров воздуха, которые произойдут при действии каждой технологической операции стандартного способа подготовки воздуха, представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Технологические операции традиционного способа подготовки воздуха и ожидаемые изменения параметров воздуха

№ п.п.	Технологическая операция	Ожидаемое изменение параметра воздуха			
		Температура воздуха	Влажность воздуха		
			Температура мокрого термометра	Психрометрическая разность	Относительная влажность
1	Нагрев воздуха	повышение	неизменна	неизменна	неизменна
2	Увлажнение воздуха паром	неизменна	повышение	понижение	повышение
3	Приточно-вытяжная вентиляция	неизменна	понижение	повышение	понижение
4	Нагрев воздуха и увлажнение паром	повышение	повышение	понижение	повышение
5	Нагрев воздуха и приточно-вытяжная вентиляция	повышение	понижение	повышение	понижение

Именно эти ожидания и положены в основу стандартного способа подготовки воздуха с заданными параметрами. В качестве показателя влажности воздуха используют либо температуру мокрого термометра, либо психрометрическую разность. Иногда в качестве показателя влажности используют относительную влажность воздуха.

Проанализируем действительные изменения параметров воздуха при выполнении каждой технологической операции в отдельности и совместно.

1. Анализ изменения параметров воздуха при его нагреве.

Анализ изменений параметров воздуха при его нагреве произведем с помощью Id-диаграммы [1], изображенной на рисунке 1. Воздух с влагосодержанием d_1 нагревается от температуры T_1 до температуры T_2 . Влагосодержание воздуха остается неизменным. При этом температура мокрого термометра возрастает от T_{m1} до T_{m2} . По рисунку видно, что рост температуры воздуха T_2-T_1 значительно выше роста температуры мокрого термометра $T_{m2}-T_{m1}$. Следовательно, психрометрическая разность возрастает, а относительная влажность воздуха уменьшается, т. е. при регулировании температуры неизбежно изменяются, психрометрическая разность и относительная влажность воздуха.

2. Анализ изменения параметров воздуха при вентиляции сушильной установки.

Анализ изменений параметров воздуха при вентиляции сушильной камеры произведем с помощью Id-диаграммы, изображенной на рисунке 2. Воздух сушильной камеры влагосодержанием d_1 (точка 1) смешивается с наружным воздухом влагосодержанием d_0 (точка 0). При этом параметры смеси (точка 2) находятся на прямой линии, соединяющей точки 1 и 0.

Влагосодержание смеси d_2 ниже исходного влагосодержания воздуха в сушильной камере и выше влагосодержания наружного воздуха. При этом температура воздуха в сушильной камере снижается от температуры T_1 до температуры T_2 . Температура мокрого термометра снижается от температуры T_{m1} до температуры T_{m2} . По рисунку видно, что снижение температуры воздуха T_1-T_2 значительно выше, чем снижение температуры мокрого термометра $T_{m1}-T_{m2}$. Следовательно, психрометрическая разность воздуха снижается, а относительная влажность воздуха, соответственно, возрастает. Кроме того, понижается температура воздуха в сушильной камере, на восстановление которой требуется дополнительная тепловая энергия.

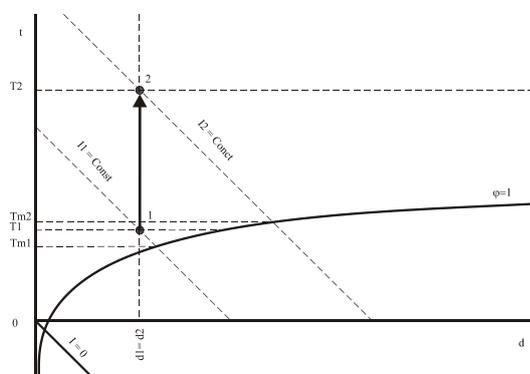


Рис.1. Нагрев воздуха.

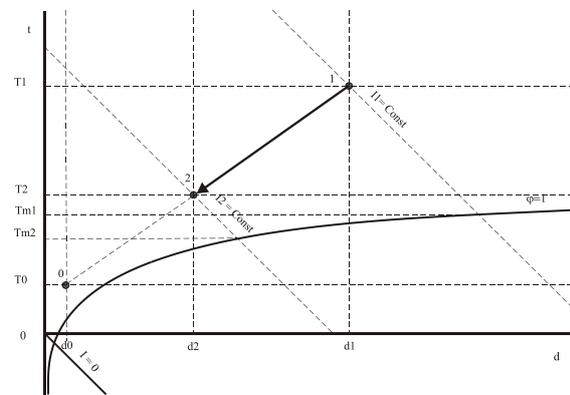


Рис.2. Вентиляция сушильной камеры.

3. Анализ изменения параметров воздуха при увлажнении паром.

Для анализа изменения параметров воздуха при увлажнении паром воспользуемся рисунком 3. На рисунке 3 изображена Id -диаграмма изменения параметров воздуха при увлажнении ее паром.

Воздух сушильной камеры влажосодержанием d_1 (точка 1) смешивается с паром определенного теплосодержания. При этом параметры смеси находятся на луче исходящем из точки 1. В результате увлажнения влажосодержание воздуха возрастает до величины d_2 .

Если пар насыщенный низкого теплосодержания, то луч 1-2.1 направлен под небольшим углом к оси d . При этом температура воздуха повышается до величины $T_{2.1}$. Температура мокрого термометра возрастает до величины $T_{m2.1}$, а психрометрическая разность $T_{2.1} - T_{m2.1}$ становится меньше исходной психрометрической разности $T_1 - T_{m1}$.

Если пар перегретый или насыщенный высокого теплосодержания, то луч 1-2.2 направлен под большим углом к оси d . При этом температура воздуха повышается до величины $T_{2.2}$. Температура мокрого термометра возрастает до величины $T_{m2.2}$. Психрометрическая разность $T_{2.2} - T_{m2.2}$ становится выше исходной психрометрической разности $T_1 - T_{m1}$. Увеличение психрометрической разности может привести к порче пиломатериала. Поэтому перегретый пар не рекомендуют применять для увлажнения воздуха в сушильной камере.

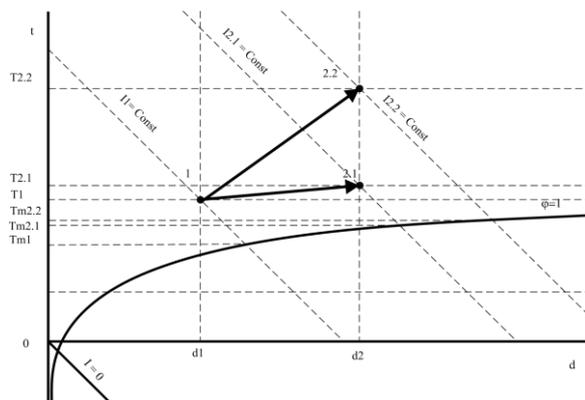


Рис.3. Увлажнение воздуха паром.

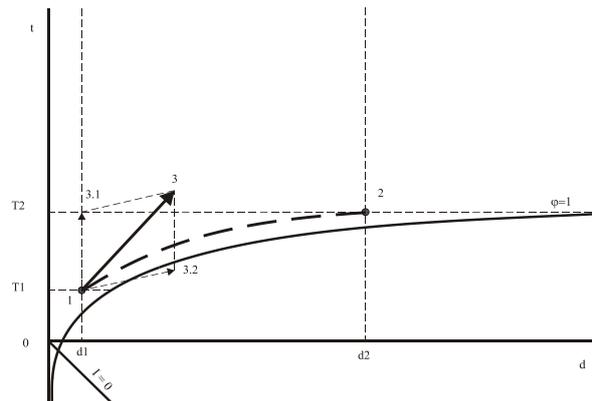


Рис.4. Прогрев древесины.

4. Анализ изменения параметров воздуха при его одновременном нагреве и увлажнении.

Одновременный нагрев и увлажнение воздуха происходит, прежде всего, при прогреве пиломатериала в начале сушки. При этом требуется быстро нагреть воздух, соблюдая его высокую влажность. Для этого включают на полную мощность нагреватель и увлажняют воздух паром. Анализ изменений параметров воздуха сушильной камеры при одновременном нагреве и увлажнении паром произведем с помощью Id -диаграммы, изображенной на рисунке 4.

Воздух влажосодержанием d_1 и с температурой T_1 (точка 1) необходимо нагреть до температуры T_2 и увеличить его влажосодержание до величины d_2 (точка.2). Заданная траектория изменения параметров воздуха показана пунктирной линией 1-2.

Нагрев воздуха, изменяет его состояние по направлению вектора 1-3.1. Одновременно воздух увлажняется паром и изменяет свое состояние по направлению вектора 1-

3.2. При этом суммарное изменение параметров воздуха происходит в направлении вектора 1-3, являющегося суммой векторов 1-3.1 и 1-3.2. Происходит увеличение температуры и влагосодержания воздуха. Однако вектор 1-3 удаляет параметры воздуха от заданной траектории в сторону повышенной психрометрической разности (пониженной относительной влажности) воздуха. Это опасно для древесины. Обычно высокую психрометрическую разность воздуха при прогреве пиломатериала объясняют низкой герметичностью корпуса лесосушильной камеры. Выполненный выше анализ показывает физическую причину роста психрометрической разности. Плохая герметичность сушильной камеры дополнительно увеличивает психрометрическую разность.

5. Анализ изменения параметров воздуха при его нагреве и одновременной вентиляции сушильной камеры.

Нагрев воздуха и одновременная вентиляция сушильной камеры происходят, как правило, во время перехода со 2-ой ступени сушки на 3-ью ступень стандартного режима сушки. При этом согласно режиму требуется значительно повысить температуру и психрометрическую разность воздуха. Для увеличения температуры включается нагреватель, а для увеличения психрометрической разности включается приточно-вытяжная вентиляция сушильной камеры.

Анализ изменения параметров воздуха при его нагреве и одновременной вентиляции сушильной камеры произведем с помощью Id-диаграммы, изображенной на рисунке 5. Параметры воздуха, отображенные точкой 1, нужно изменить и получить параметры, отображенные на рис. 5 точкой 2.

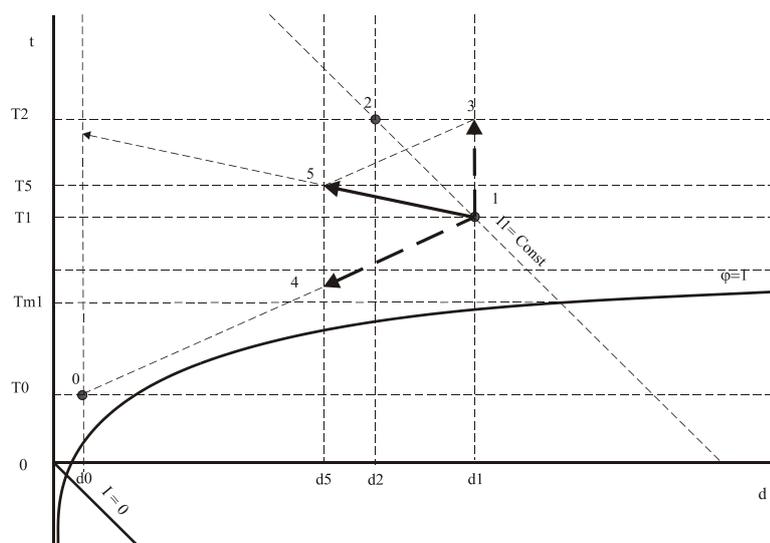


Рис.5. Переход на следующую ступень режима сушки.

В результате нагрева параметры воздуха изменяются в направлении вектора 1-3, а в результате приточно-вытяжной вентиляции камеры параметры воздуха изменяются в направлении вектора 1-4. Итоговое изменение параметров воздуха отображает вектор 1-5, являющийся суммой вектора 1-3 и вектора 1-4. Суммарный вектор 1-5 не совпадает с требуемым направлением 1-2.

Если мощность нагревателя низкая (в данный момент низкая температура теплоносителя) и высокая производительность приточно-вытяжной вентиляции, то увеличение температуры и психрометрической разности не произойдет. Это не соответствует ожиданиям.

Если же мощность нагревателя высокая и производительность приточно-вытяжной вентиляции низкая, то температура воздуха и психрометрическая разность повысятся. Это соответствует ожиданиям.

В первом случае сушка пиломатериала замедлится. При этом происходит обогрев улицы: воздух с улицы через приточный канал поступает в сушильную камеру, нагревается и через вытяжной канал снова выбрасывается на улицу. Такая ситуация может длиться долго и отрицательно сказывается на стоимости сушки.

Во втором случае процесс сушки проходит нормально, так как психрометрическая разность увеличивается, и процесс сушки ускоряется до режимного процесса.

6. Общие итоги анализа стандартного способа подготовки воздуха в сушильной камере сведены в таблицу 2.

Таблица 2 - Технологические операции стандартного способа подготовки воздуха и изменения параметров воздуха.

№ п.п.	Операция управления	Изменение параметра воздуха: ожидаемое / действительное			
		Температура воздуха	Влажность воздуха		
			Температура мокрого термометра	Психрометрическая разность	Относительная влажность воздуха
1	Нагрев воздуха	<u>повышение / повышение</u>	неизменна / повышение	неизменна / повышение	неизменна / понижение
2	Увлажнение воздуха паром	неизменна / повышение	<u>повышение / повышение</u>	понижение / неопределенно	повышение / неопределенно
3	Приточно-вытяжная вентиляция камеры	неизменна / понижение	<u>понижение / понижение</u>	повышение / понижение	понижение / повышение
4	Нагрев воздуха и увлажнение паром	повышение / повышение	повышение / повышение	понижение / неопределенность	повышение / неопределенность
5	Нагрев воздуха и приточно-вытяжная вентиляция камеры	повышение / неопределенность	понижение / неопределенность	повышение / неопределенность	понижение / неопределенность

Из данных таблицы 2 следует, что при использовании стандартного способа подготовки воздуха только в 3-х из 20-ти клеток таблицы ожидаемые и действительные изменения параметров воздуха совпадают. В таблице они подчеркнуты. Однако при этом создаются взаимные перекрестные помехи температуры и влажности воздуха. Они затрудняют получение заданных параметров воздуха. В остальных 17-ти клетках таблицы действительные и ожидаемые изменения параметров воздуха не совпадают, а иногда им противоположные.

Общим недостатком стандартного способа подготовки воздуха в сушильной камере является отсутствие учета физической взаимосвязи температуры и психрометрической разности (относительной влажности) воздуха. В результате этого он не гарантирует получение воздуха с заданными параметрами, ведет к избыточному расходу тепла на сушку и не обеспечивает получение высокого качества высушенной древесины.

Названные дефекты стандартного алгоритма управления подготовкой воздуха автором данной статьи полностью устранены в алгоритме, реализованном в автоматическом регуляторе сушки древесины Роса 2 и Прогресс [2, 3]. Алгоритм обеспечивает компенсацию взаимного возмущающего действия каналов регулирования температуры и

психрометрической разности. Он позволяет получить высокое качество регулирования процесс сушки.

Библиографический список

1. Серговский П. С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. М.: Лесная промышленность. 1975. 400 с.
2. Регулятор процесса сушки РОСА-2. Описание экспоната международной выставки «Лесдревмаш-79». Советский раздел. Москва: ВНИПИЭИлеспром. 1979.
3. Агапов В. П. Изготовить экспериментальный образец программного регулятора процесса сушки древесины по ее текущей влажности «Прогресс» и провести экспериментальные исследования. Отчет СвердловНИИПДрев по теме № 27. IV.27.81. Свердловск. 1981. 35 с.

УДК 674.047; 630.847

Агапов В. П.

(УралНИИПДрев, г. Екатеринбург, РФ) agapov.v.p@lenta.ru

АНАЛИЗ СВЯЗИ РАВНОВЕСНОЙ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ С ПАРАМЕТРАМИ ВОЗДУХА

Приведена диаграмма равновесной влажности. Показано, что равновесная влажность древесины однозначно зависит от психрометрической влажности воздуха.

Из специальной литературы по сушке древесины известны диаграммы, связывающие равновесную влажность древесины с параметрами окружающего воздуха [1,2,3]. Одна из часто используемых диаграмм приведена в учебнике [1] и изображена на рис. 1. На диаграмме по оси x показаны значения температуры, а по оси y – значения относительной влажности воздуха. На поле диаграммы приведен ряд линий постоянной равновесной влажности.

Для пользования названной диаграммой необходимо знать температуру сухого термометра и относительную влажность воздуха. Для этого по температуре сухого и мокрого термометра с помощью психрометрической таблицы определяется относительная влажность воздуха. Затем по диаграмме для известной температуры и относительной влажности воздуха графически определяются равновесная влажность древесины.

Пользоваться подобной диаграммой сложно, т. к. необходимо иметь дополнительно психрометрическую таблицу и трудно отыскивать необходимые параметры среди множества кривых. Кроме того, по данной диаграмме невозможно понять, какой параметр воздуха более влияет на равновесную влажность древесины.

Нами [4] с целью упрощения пользования произведено математическое описание диаграммы. При этом методом наименьших квадратов [5] получено уравнение

$$W_p = (30.8 - 0.137 * t_c) - (8.82 - 0.04977 * t_c) * \ln(t_c - t_m), \quad (1)$$

где $(t_c - t_m) \neq 0$, W_p – равновесная влажность древесины, t_c и t_m – соответственно температура сухого и мокрого термометра.

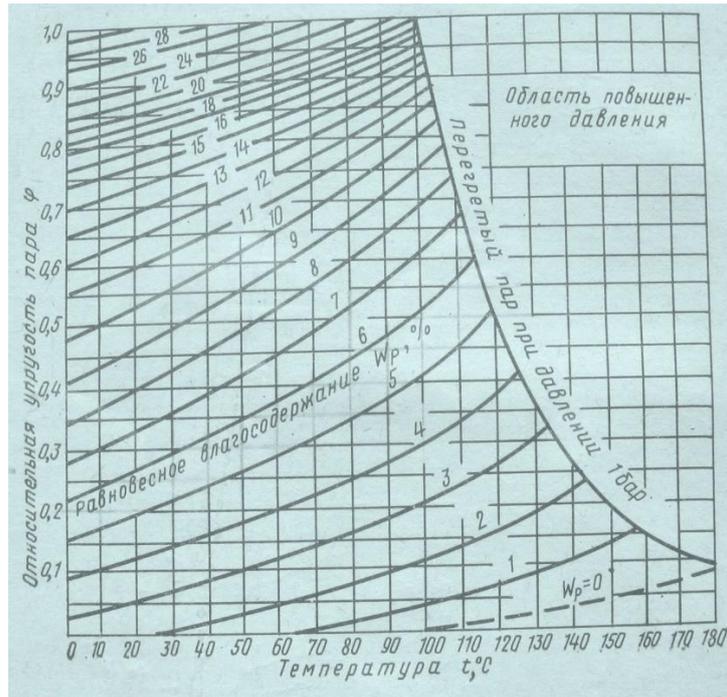


Рис. 1. Исходная диаграмма равновесной влажности древесины

Данное уравнение легко вводится в программируемый калькулятор или ПК и позволяет вычислить равновесную влажность древесины. Однако оно не позволяет оценивать равновесную влажность при $(t_c - t_m) = 0$, что соответствует пределу насыщения древесного волокна. Поэтому позднее методом наименьших квадратов данные той же диаграммы были описаны уравнением

$$W_p = 1 / ((t_c / (136,8 * t_c - 679)) * (t_c - t_m) + t_c / (21,77 * t_c + 345,7)) \quad (2).$$

и построена диаграмма равновесной влажности в координатах: психрометрическая разность – равновесная влажность древесины. Диаграмма представлена на рисунке 2.

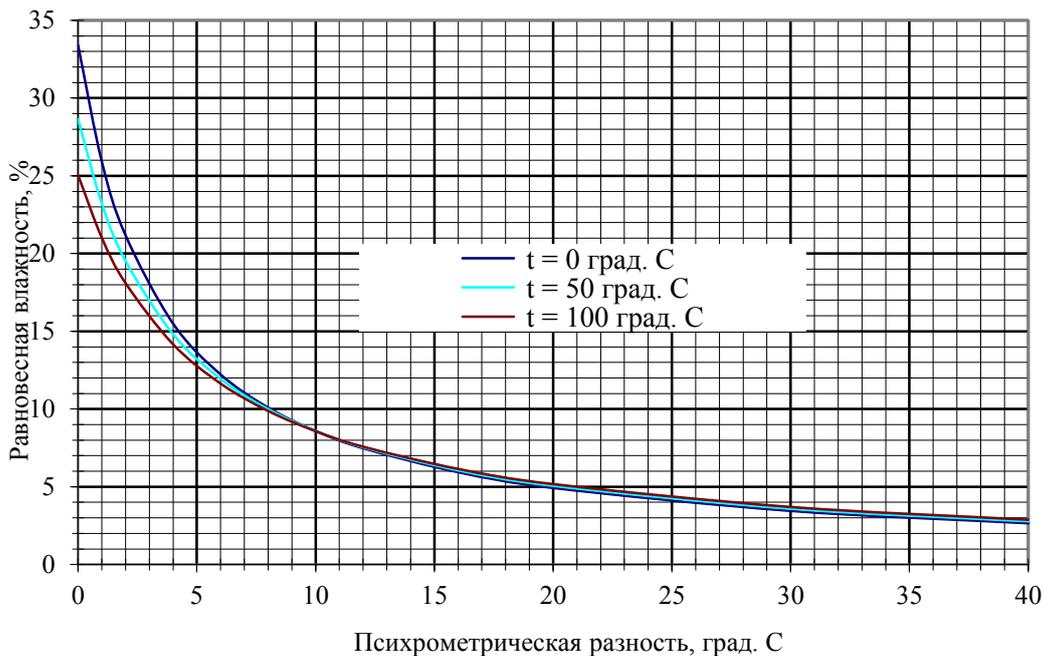


Рис. 2. Диаграмма равновесной влажности древесины, построенная по уравнению 2

Она не требует ничего дополнительного, кроме температуры сухого и мокрого термометра. Психрометрическая разность определяется простым вычитанием температуры мокрого термометра из температуры сухого термометра. Для психрометрической разности воздуха от 9 °С и выше все линии постоянной температуры практически сливаются в одну линию. При пользовании данной диаграммой возрастает точность графического отсчета показателей.

Главное достоинство разработанной диаграммы состоит в том, что она показала практически однозначную зависимость равновесной влажности от психрометрической разности. Это имеет большое значение для практики и теории сушки древесины.

Следует упомянуть уравнение для определения равновесной влажности древесины, предложенное ученым Шведского института исследования древесины Ларсом Мальмквистом [6]. Оно выглядит следующим образом:

$$W_p = 125 / (5 + (t_c - t_m)). \quad (3)$$

Из уравнения (3) следует, что равновесная влажность зависит только от психрометрической разности. Данное уравнение до сих пор не нашло должного внимания и применения на практике.

На рисунке 3 представлена совмещенная диаграмма равновесной влажности. На ней изображены графически данные, рассчитанные по авторскому уравнению (2) и уравнению Л. Мальмквиста (3).

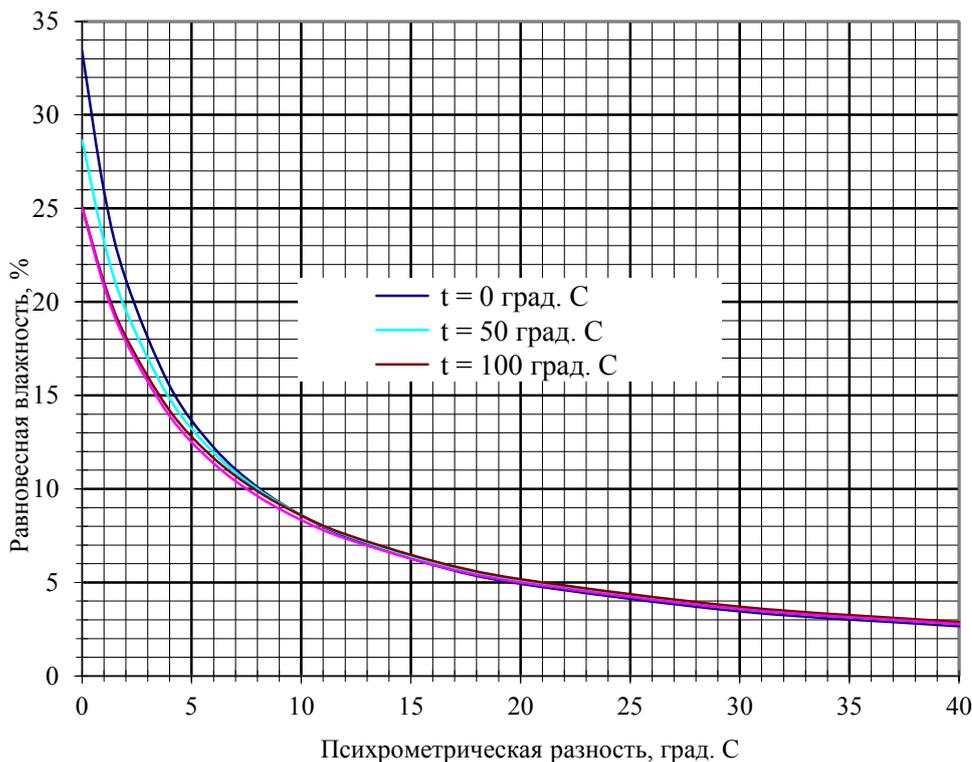


Рис.3. Совмещенная диаграмма равновесной влажности древесины

Из рисунка 3 видно, что кривая, построенная по уравнению (2) для температуры $t = 100$ °С, практически полностью совпадает с кривой, построенной по уравнению (3). Такое совпадение не случайно. Оно подтверждает однозначную зависимость равновесной влажности древесины от психрометрической разности.

Возникает вопрос: чем объясняется несовпадение графиков для различных температур в области высоких влажностей воздуха (малых психрометрических разностей).

Ответить на этот вопрос не зная техники и методики проведения исследований, предшествующих построению дигаммы (рис.1) сложно. Вероятно, это связано с техническими сложностями поддержания 100 % влажности воздуха, особенно при низких температурах воздуха.

При полной насыщенности воздуха влагой малейшие колебания температуры приводят к существованию в воздухе влаги, как в газообразной фазе, так и жидкой фазе. Это может привести к методическим ошибкам определения равновесной влажности древесины. При температуре 100 °С выдержать 100 % влажность проще. Поэтому, вероятно, график, построенный расчетом по уравнению (2) для температуры 100 °С, и по уравнению (3) практически совпали. Само совпадение графиков говорит о высоком уровне исследований, проведенных двумя независимыми школами исследователей древесины.

Подводя итоги сделанному анализу можно сделать следующий важный вывод. Управляя сушкой древесины, следует особо строго соблюдать психрометрическую влажность воздуха, т. к. она определяет равновесную влажность и, следовательно, при данной влажности древесины скорость сушки и соответственно внутренние напряжения в ней.

Библиографический список.

1. Серговский П. С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. М.: Лесная промышленность. 1975. 400 с.
2. Селюгин Н. С. Сушка древесины. Ленинград: Гослестехиздат. 1940. 547 с.
3. Кречетов И. В. Сушка древесины. М.: Лесная промышленность. 1972. 439 с.
4. Агапов В. П. Изготовить экспериментальный образец программного регулятора процесса сушки древесины по ее текущей влажности «Прогресс» и провести экспериментальные исследования. Отчет СвердловНИИПДрев по теме № 27. IV.27.81. Свердловск. 1981. 35 с.
5. Коротков В. П., Тайц В. А. Основы метрологии и теории точности измерительных устройств. М.: Издательство стандартов. 1978.
6. Мальмквист Л. Шведский институт исследования древесины. Анализ современной сушки древесины, Часть 1. Доклад на международной выставке в Москве «Лесдревмаш-68». 33 с.

УДК 630.30

Вадбольская Ю.Е., Азаренок В.А. (УГЛТУ, Екатеринбург, РФ)

К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАШИН ДЛЯ РУБОК УХОДА ДЛЯ УСЛОВИЙ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Основные эколого-технологические параметры лесосечных машин для рубок ухода в диапазоне I-III класса возраста позволят обеспечить устойчивое лесопользование и минимизацию ущерба лесной среде.

Природные условия Свердловской области весьма разнообразны и довольно жесткие, что обуславливает не только особенности формирования и состояния лесного фонда, но и вызывает необходимость более строгой регламентации рубок леса. Область охватывает шесть лесорастительных (географических) подзон, включающих восемь лесорастительных провинций и шесть лесорастительных округов. В лесохозяйственном отношении область подразделяется на два лесохозяйственных округа.

Значительную роль в формировании климата Свердловской области, играет холодный воздух, поступающий с Северного Ледовитого океана вдоль Уральского хребта. Влияют на климат Свердловской области и теплые массы воздуха, проникающие из Казахстана, и в зимнее время прохладные (холодные) массы из Сибири [1].

Характерно постоянное проявление поздних весенних и ранних осенних заморозков, а иногда наблюдаются и летние заморозки, в частности, на территории северной и средней подзон тайги. Заморозки наносят ущерб семеношению и лесовозобновлению главных лесообразующих пород - сосне и ели.

Рельеф территории области в ее западной (хребтовой) части низкогорный [2]. Доминирующие высоты поднятий над уровнем моря 300-400 м.

Склоны в горах отличаются уклонами небольшой крутизны - около 90% склонов имеют крутизну до 10%, однако они длинные, на которых дождевые и талые воды, приобретая высокие скорости, обладают огромной эрозионной силой по отношению к почвам.

Почвы на территории Свердловской области весьма разнообразны, что обусловлено высокой дифференциацией климата, рельефа и почвообразующих пород [4]. В центральных частях области доминируют подзолистые и дерново-подзолистые супесчаного, суглинистого и глинистого механического состава почвы. В хребтовой части в основном представлены бурые горно-лесные почвы, на юго-востоке области значительная доля принадлежит серым и темно-серым лесным почвам, а также выщелоченным и оподзоленным черноземам. На северо-востоке области широко распространены торфяно-болотные почвы. Все типы почв хребтовой части в основном мелкие, слабопрочные (28% от лесопокрытой площади) по отношению к водной эрозии и воздействию тяжелой лесозаготовительной техники. Все переувлажненные почвы также высокой прочности по отношению к тяжелой лесозаготовительной технике не имеют.

Свердловская область характеризуется высокой лесистостью и достаточно большими лесосырьевыми ресурсами для рубок. Они складываются из хвойных спелых и перестойных насаждений ГЛФ и бывших лесов Минсельхоза, мягколиственных насаждений вторичного происхождения (они, как правило, потенциально хвойные). Дополнительно значительные лесные ресурсы могут быть получены от промежуточного пользования. При необходимости возможны рубки и в низкобонитетных хвойных насаждениях (V-V6 классы бонитета), которые пока не эксплуатируются.

Среди факторов, определяющих экологическую обстановку на площадях, пройденных механизированными лесозаготовками, важное значение в жизни леса имеет изменение температурного, светового и водного режимов. Резкие изменения, вызываемые рубкой леса, являются причиной ослабления и отмирания подроста и молодняка, особенно хвойных пород. В результате вырубки древостоя изменяется гидрологический режим лесной территории.

В процессе разработки лесосек нарушенность поверхности почвы достигает больших величин. При этом существенно ухудшаются воднофизические свойства почвы, азотный режим, снижается воздухопроницаемость и уменьшается общая порозность почвы.

Нарушение поверхности почвы механизмами, изменение теплового и светового режимов после рубки оказывают влияние на микробиологическую активность почвы. Микробные комплексы реагируют на рубку по-разному в зависимости от способов рубок, их интенсивности и применяемых технологических схем. По мере увеличения интенсивности рубки происходит уменьшение общей численности микроорганизмов, бактерий, грибов и видового разнообразия микрофлоры и микрофауны.

Участки несплошных рубок характеризуются более плавными изменениями дневных и ночных температур и относительной влажности приземного слоя воздуха, что

обеспечивает условия для адаптации подроста и молодняка [3].

Свердловская область – один из наиболее облесенных субъектов РФ (лесистость около 65%). Соотношение хвойных и мягколиственных лесов -60/40%. Общий запас древесины составляет 2,1 млрд. м³, в том числе хвойных пород – 1,3 млрд. м³, или 62%. Спелых и перестойных насаждений по отношению ко всей лесопокрытой площади около 29%, что близко к нормальной возрастной структуре лесов. Однако эта группа насаждений под напором сплошнолесосечных рубок спелых и перестойных насаждений сокращается высокими темпами. В 1961 г. она составляла 60%, а к текущему времени сократилась вдвое.

Покрытая лесом площадь ГЛФ (11,1 млн. га) по возрастной структуре лесных насаждений подразделяется следующим образом (табл.).

Таблица – Возрастная структура лесов Свердловской области

Группа возраста	Молодняки первого класса возраста	Молодняки второго класса возраста	Средне-возрастные насаждения	Приспевающие насаждения	Спелые и перестойные насаждения
Площадь, млн. га	1,2	1,6	3,7	1,3	3,3
%	10,8	14,4	33,3	11,6	29,9

Средний возраст хвойных древостоев 121 год, мягколиственных – 99 лет. Средний класс бонитета насаждений III,6, варьирует от II,8 в подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов до IV,6 в северной подзоне тайги. Средняя полнота древостоев около 0,7. С учетом больших запасов молодняков второго класса возраста и средневозрастных насаждений представляют интерес рубки ухода. Применение рубок ухода позволит обеспечить рост объема заготовок древесины при сохранении лесной среды. Наибольший интерес для лесной промышленности представляют проходные рубки.

Проходные рубки выполняют в приспевающих древостоях за 20-25 лет до главной рубки. Такой вид рубок создает оптимальные условия для увеличения прироста лучших деревьев. Для рубок прореживания и проходных рубок отбор деревьев осуществляется на всем участке с учетом равномерного размещения лучших деревьев. Рубки прореживания при полноте древостоя 0,7, а проходные рубки - 0,8 и ниже не проектируются.

К основным технологическим характеристикам машин для рубок ухода можно отнести габариты (длина, ширина, вес), тип движителя (колесный или гусеничный), тип манипулятора и вылет его стрелы, грузоподъемность и основные эргономические характеристики. Основные эколого-технологические параметры лесосечных машин для рубок ухода в диапазоне I-III класса возраста позволят обеспечить устойчивое лесопользование и минимизацию ущерба лесной среде. Это особенно важно для лесорастительных условий Свердловской области с учетом возрастной структуры лесов.

Библиографический список

1. Агроклиматический справочник по Свердловской области, Л., Гидрометеиздат, 1962. 196 с.
2. Архипова Н.П. Общая характеристика природы Урала и Свердловской области//Природа Свердловской области. Свердловск, 1958. С. 5-29.
3. Бузыкин А.И., Иванов В.В. Экосистемный аспект рубок главного пользования // Региональные проблемы экосистемного лесоводства. Красноярск: Ин-т леса Со РАН, 2007. С. 112-131.
4. Иванова Е.Н. Почвы Урала//Почвоведение, 1947, №4, С. 213-226.

УДК 674.093.2-413.84

Васильев Г.Л., Чамеев В.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)
Lesoingener@yandex.ru

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОТОКИ ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХОВ ПО РАСКРОЮ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ НА ПИЛОПРОДУКЦИЮ

В статье описываются состояние производства пилопродукции при условии малого объема лесозаготовок, а также методы улучшения технологического процесса по производству пилопродукции. В работе показаны схемы для малого лесопиления на базе головного оборудования рамы Р63-4Б, обоснование технологического процесса с учетом типа распиловки круглых лесоматериалов и экономические эффективности технологических потоков. Рассмотрена комплекс-программа «ЦЕХ», созданная в Уральском государственном лесотехническом университете. Программа позволяет имитировать на ЭВМ протекание технологических процессов переработки круглых лесоматериалов. Результаты исследования пригодны для использования технологами на действующих лесопромышленных предприятиях.

Для условий малообъемных лесозаготовок рассматривается четыре варианта технологического потока 1Б, 2Б, 3Б и 4Б однопоточного цеха на базе наиболее распространенной в «малом» лесопилении рамы Р63-4Б для раскроя брёвен Бд с брусочкой на брусья Бш и необрезные доски Дт на станках второго ряда – перспективной рамы РМ-50 и многопильного станка, для раскроя досок Дт на обрезные пиломатериалы взят станок Ц2ДТУ. Для работы лесопильной рамы Р63-4Б в развал принята схема 1В. Структурные схемы упомянутых технологических потоков приведены в таблице 1.

До определения показателей работы технологических потоков проведена:

- синхронизация работы головного станка (ГС) лесобработывающего цеха (ЛОЦ) с предшествующими операциями;
- синхронизация работы ГС ЛОЦ со станками второго ряда (ВС).

Степень синхронизации оценивалась коэффициентом загрузки головного станка $K^{ГС}$. Все расчёты проведены с помощью комплекс-программы ЦЕХ.

Следующим логическим этапом исследований является определение пропускных способностей по сырью (сменных производительностей) $P_{СМ}$ и соответствующим им коэффициентов загрузки $K^{ГС}$ технологических потоков для размерных групп сырья $d_{СГ}$. Расчёты проведены по компонент-программе «ПОТОК» комплекс-программы «ЦЕХ» и приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Пропускная способность по сырью (в числителе) и коэффициенты загрузки технологических потоков (в знаменателе) лесобработывающих цехов

Схема	$d_{СГ}$, см	$d_{СГ}$, см / $P(d_{СГ})$						$P_{СМ}$, М ³ / $K^{ГС}$ _{З.В.}
		15 / 0,1096	19 / 0,2732	23 / 0,3151	27 / 0,2079	31 / 0,0792	35 / 0,0150	
1В		53,4* / 0,992						-
1Б	20	16,8 / 0,466	20,6 / 0,432	25,1 / 0,381	30,9 / 0,357	34,0 / 0,320	34,4 / 0,256	25,01 / 0,392
2Б		34,8 / 0,974	46,7 / 0,976	63,3 / 0,957	82,3 / 0,978	103,7 / 0,971	128,0 / 0,951	63,76 / 0,975
3Б		32,1 / 0,902	40,2 / 0,838	48,5 / 0,750	59,5 / 0,685	66,3 / 0,626	66,8 / 0,502	48,41 / 0,764
4Б		35,0 / 0,982	46,9 / 0,979	64,0 / 0,983	82,8 / 0,982	104,1 / 0,975	129,0 / 0,959	64,21 / 0,981

* – раскрой вразвал несортированного на размерные группы сырья

На основании статистической обработки полученных данных определены средневзвешенные значения Π_{CM} с.в. и $K^{ГC}_3$ с.в. с учётом долей сырья $P(d_{CT})$ в их размерных группах d_{CT} .

Анализ данных таблицы 1 позволил выявить зависимости $K^{ГC}_3=f(d_{CT})$ и $\Pi_{CM}=f(d_{CT})$ для всех принятых к исследованию технологических потоков (рис. 1 и 2). В технологических потоках с увеличением d_{CT} значения $K^{ГC}_3$ уменьшаются. Наименьшее изменение $K^{ГC}_3$ наблюдается в технологическом потоке при отсутствии станков второго ряда или что тоже самое при $E^{BC1}_{II}=E^{BC2}_{II}=\infty$. Это объяснимо тем, что на работу головного станка условно не влияют станки последующих уровней деления лесоматериалов, а влияют только параметры «внешней среды». Этот поток можно назвать «идеальным». Наиболее близко к «идеальному» потоку относятся потоки 4Б и 2Б рис. 1. По сравнению с «идеальным» у них снижение по $K^{ГC}_3$ с увеличением d_{CT} также минимальны. Это «хорошо» синхронизированные технологические потоки. Потоки 3Б и 1Б можно отнести к «неудовлетворительно» синхронизированным.

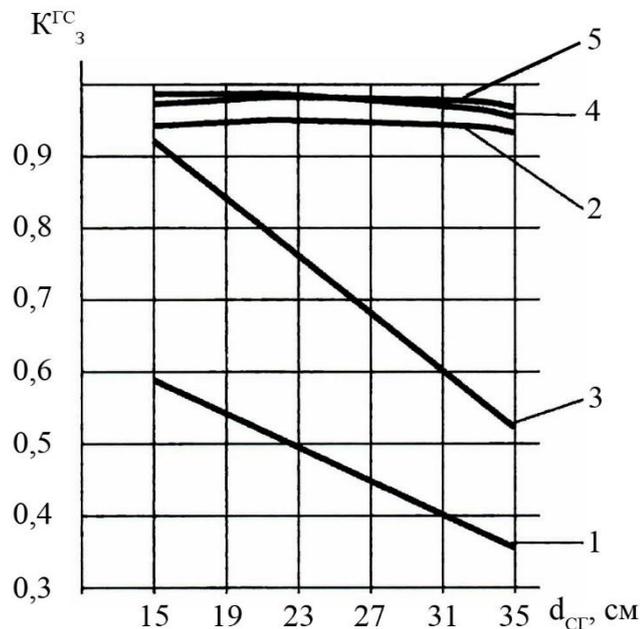


Рисунок 1. Коэффициенты загрузки головного станка Р63-4Б для размерных групп сырья d_{CT} и технологических потоков 1Б, 1Б, 2Б, 3Б и 4Б:

$$1-K^{ГC}_3(1Б)=0,6204-0,0101d_{CT}; 2-K^{ГC}_3(2Б)=-0,0001379(d_{CT})^2+0,005990d_{CT}+0,9136;$$

$$3-K^{ГC}_3(3Б)=1,1995-0,01993d_{CT}; 4-K^{ГC}_3(4Б)=-0,0001216(d_{CT})^2+0,005165d_{CT}+0,929;$$

$$5-K^{ГC}_3(E^{BC}_{II}=\infty)=-0,00005114(d_{CT})^2+0,001453d_{CT}+0,9857.$$

Резкое снижение $K^{ГC}_3$ с увеличением d_{CT} в технологических потоках 3Б и 1Б объясняется недостаточной пропускной способностью станков второго уровня деления лесоматериалов (снижение скоростей подачи у станков ВС происходит быстрее, чем снижение посылки у головного станка, связанное с увеличением максимальной высоты пропилов). Значения $K^{ГC}_3$ в технологических потоках влияют на их пропускную способность. Изменения $\Pi_{CM}=f(d_{CT})$ в технологических потоках приведены на рис. 2 (по результатам статистической обработки значений табл. 1). Наибольшую пропускную способность имеют «хорошо» синхронизированные технологические потоки 4Б и 2Б, наименьшую – «неудовлетворительно» синхронизированные потоки 3Б и 1Б.

На рис. 3, по результатам статистической обработки данных табл. 1, приведены обобщённые зависимости для технологических потоков пропускной способности Π_{CM} от

$K^{ГС}_3$ для размерных групп сырья $d_{сг}$. Наибольшую производительность имеют потоки на «толстомерных» группах сырья, наименьшую – в группах сырья средних толщин.

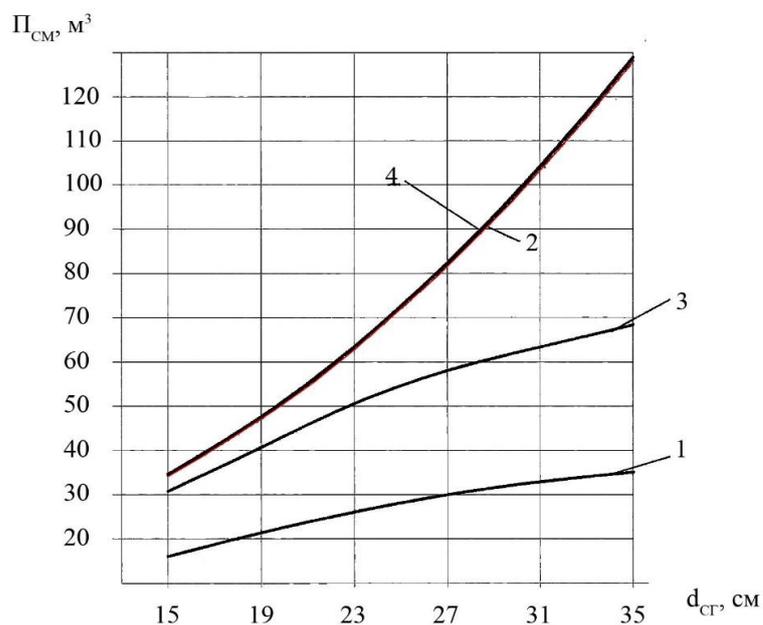


Рисунок 2. Пропускная способность технологических потоков в размерных группах сырья:

$$1-P_{смп}(1Б)=-0,02578(d_{сг})^2+2,2426d_{сг}-11,7995;$$

$$2-P_{смп}(2Б)=0,0906(d_{сг})^2+0,1544d_{сг}+11,7356;$$

$$3-P_{смп}(3Б)=-0,0491(d_{сг})^2+4,3326d_{сг}-13,0964;$$

$$4-P_{смп}(4Б)=0,0913(d_{сг})^2+0,1525d_{сг}-11,8362.$$

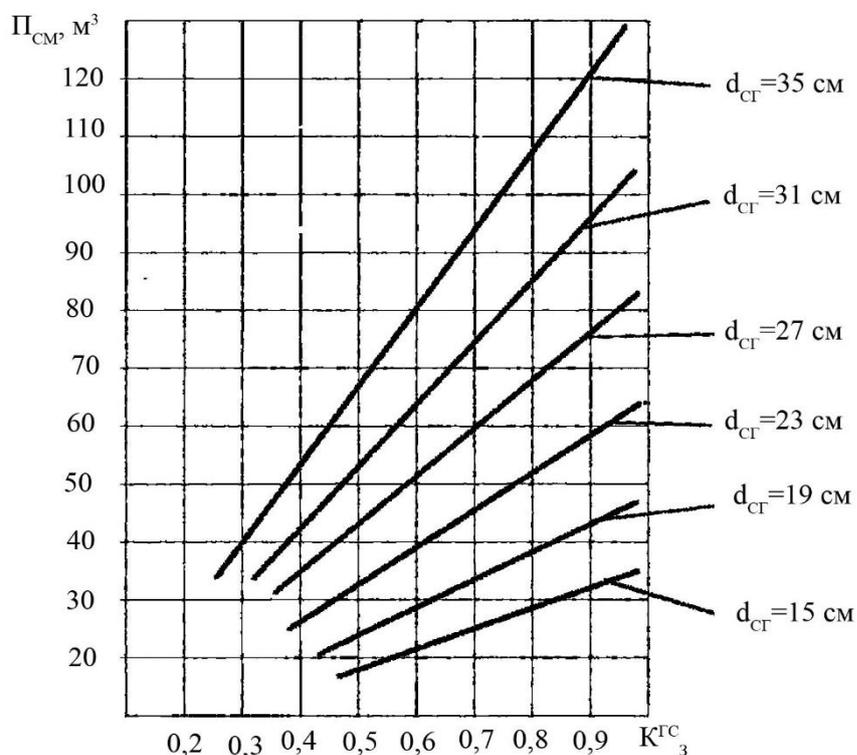


Рисунок 3. Пропускная способность по сырью технологических потоков в размерных группах сырья в зависимости от коэффициента загрузки головного станка:

$$\begin{aligned} P_{CM}(d_{CT}=15) &= 0,3362 + 35,3054K^{GC}_3; & P_{CM}(d_{CT}=19) &= -0,1368 + 48,0457K^{GC}_3; \\ P_{CM}(d_{CT}=23) &= 0,4118 + 64,5040K^{GC}_3; & P_{CM}(d_{CT}=27) &= 1,8744 + 82,6457K^{GC}_3; \\ P_{CM}(d_{CT}=31) &= -0,4756 + 107,1931K^{GC}_3; & P_{CM}(d_{CT}=35) &= -0,5601 + 135,0601K^{GC}_3. \end{aligned}$$

«Исключить» из уравнений $P_{CM}=f(K^{GC}_3)$ конкретные технологические потоки возможно введением средневзвешенных значений $P_{CM\text{С.В.}}$ и $K^{GC}_{3\text{С.В.}}$. На рисунке 4 приведена функция $P_{CM}=f(K^{GC}_{3\text{С.В.}})$. Анализ функции и графическое её изображение показывают, что пропускная способность однопоточного цеха с головным станком Р63-4Б находится в линейной зависимости от средневзвешенного коэффициента загрузки головного станка. Увеличение коэффициента загрузки $K^{GC}_{3\text{С.В.}}$ на каждые 10% даёт прирост средневзвешенной пропускной способности потока на 6,66 м³. Другими словами, плохо синхронизированных технологических потоках средневзвешенная производительность составляет всего около 38% от потоков, где станки полностью синхронизированы.

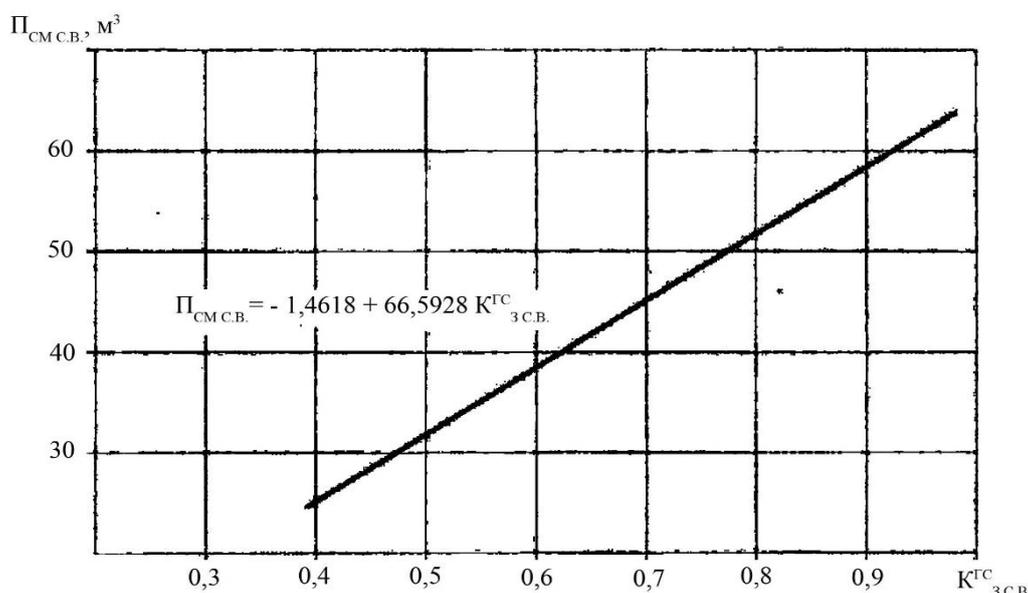


Рисунок 4. Средневзвешенная пропускная способность технологического потока $P_{CM\text{С.В.}}$ в зависимости от средневзвешенного коэффициента загрузки головного станка.

Экономическая оценка синхронизации технологических потоков приведена с учётом предшествующих исследований, проведённых на кафедре ТОЛП УГЛТУ и изложенных в научных статьях [1, 2]. Результаты этих исследований показывают, что только за счёт синхронизации технологических потоков можно достигнуть снижение себестоимости готовой продукции от 3,4 до 7,6%, рентабельность производства находится в зависимости от K^{GC}_3 . Для однопоточного цеха по выработке короткомерной пилопродукции она имеет вид:

$$R = -91,3071(K^{GC}_3)^2 + 164,6293 K^{GC}_3 - 47,7202, \%$$

Уравнение действительно при $0,46 \leq K^{GC}_3 \leq 0,86$. Можно предположить с большой степенью уверенности, что характер зависимости не изменится и для наших условий. Принимая во внимание изложенное и минимальные и максимальные уровни рентабельности для лесобрабатывающих цехов лесопромышленных предприятий, имеющиеся в литературных источниках последних лет, зависимость $R=f(K^{GC}_3)$ примет вид:

$$R = -64,8633(K^{GC}_{3\text{С.В.}})^2 + 123,2707 K^{GC}_{3\text{С.В.}} - 33,2120, \%; \text{ при } 0,39 \leq K^{GC}_{3\text{С.В.}} \leq 0,98.$$

Анализ приведённого уравнения показывает, что рентабельность производства изменяется от 5 до 25% или другими словами с увеличением загрузки головного станка на каждые 10% увеличивается рентабельность производства в среднем на 1,2%.

Итоговые значения технологических и экономических параметров для выбранных структурных схем однопоточных цехов с головным станком Р63-4Б приведены в таблице 2. Сортосов состав сырья и выход готовой продукции определены по программам «СЫРЬЁ» и «ПРОДУКЦИЯ».

Годовой объём лесозаготовок по хвойному хозяйству (сосна) $V_{ЛЗ}^Г$, необходимый для обеспечения работы технологических потоков, определялся по формуле:

$$V_{ЛЗ}^Г = (P_{СМ}^С * n_{ДН} * n_{СМ} * K_Г) / (K_{ДЕЛ} * K_С),$$

где $P_{СМ}^С$ – пропускная способность лесобрабатывающего цеха по сырью в смену, м³;

$n_{ДН}$ – количество дней работы в году;

$n_{СМ}$ – сменность работы;

$K_Г$ – коэффициент на среднегодовые условия, учитывающий снижение производительности оборудования. Для пятой температурной зоны $K_Г=0,86$;

$K_{ДЕЛ}$ – выход деловой древесины от общего запаса, %. Для Уральского региона из сосны – 0,86;

$K_С$ – выход пиловочника из деловой древесины, %. Для Уральского региона из сосны – 55.

Анализируя показатели таблицы 2 можно сказать, что технологические потоки 1В, 2Б, 3Б, 4Б для лесобрабатывающих цехов высокорентабельные, поток 1Б можно отнести к низкорентабельным (по существующей классификации при $R < 5\%$ предприятия относятся к низкорентабельным, при $R > 15\%$ - к высокорентабельным).

Область применения технологических потоков зависит от наличия сырья в лесном фонде (объём годичной лесосеки), требуемого рынком объёма и вида пиломатериалов. При объёме лесозаготовок лесопромышленного предприятия 10 – 20 тыс. м³ в год приемлемы технологические потоки 1Б, 3Б. При объёме лесозаготовок 30 тыс. м³ – 2Б, 4Б. Если рынок потребляет необрезные пиломатериалы, то 1В.

При изменившейся ситуации (изменение объёма лесозаготовок лесопромышленного предприятия) технологические схемы потоков могут быть иными.

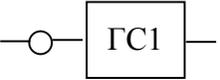
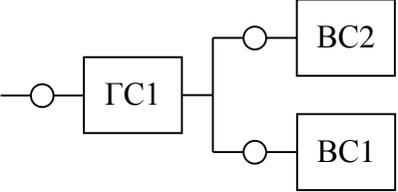
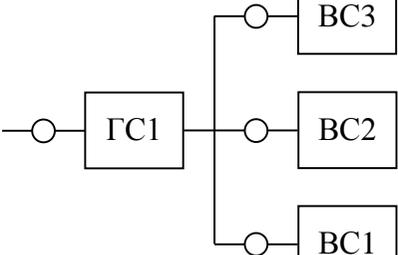
Библиографический список

1. Азарёнок В.А., Гаева Е.В., Чамеев В.В. Синхронизация работы головного станка лесобрабатывающего цеха с предшествующими операциями при распиловке сырья вразвал // *Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: Труды II международного евразийского симпозиума*. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2007.- С. 23-30.

2. Чамеев В.В., Гаева Е.В., Азарёнок В.А. Обоснование размеров межоперационных запасов сырья перед головным станком лесобрабатывающего цеха // *Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: Труды 11 международного евразийского симпозиума*. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2007.- С. 30-36.

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 2. Основные технологические и экономические показатели однопоточных лесообрабатывающих цехов

Технологический поток		Назначение станка	П _{см.в.} , м ³	П _г [*] , тыс. м ³	Сортовой состав сырья, %	Выход готовой продукции, %	K _{ГС} _{з.с.в.} / R, %	V _{ГЛЗ} , тыс. м ³
№	Структура							
1Б		ГС1 (Р63-4Б) для Б _д	53,4	11,48 / 22,96	1с–13,9 2с–58,8 3с–27,8	1с–12,3 2с–9,4 3с–31,8 4с–17,5 КО–4,3 ОВ–75,3	0,992 / 25,2	24,27 / 48,54
1Б		ГС1 (Р63-4Б) для Б _д BC1 (PM-50) для Б _ш BC2 (Ц2Д7У) для Д _т	25,0	5,38 / 10,75		0,392 / 5,1	11,37 / 22,75	
2Б		ГС1 (Р63-4Б) для Б _д BC1 (MHC) для Б _ш BC2 (Ц2Д7У) для Д _т	63,8	13,72 / 27,43		0,075 / 25,3	29,01 / 58,02	
3Б		ГС1 (Р63-4Б) для Б _д BC1 (PM-50) для Б _ш BC2 (PM-50) для Б _ш BC3 (Ц2Д7У) для Д _т	48,4	10,41 / 20,82		0,764 / 23,1	22,01 / 44,02	
4Б		ГС1 (Р63-4Б) для Б _д BC1 (PM-50) для Б _ш BC2 (MHC) для Б _ш BC3 (Ц2Д7У) для Д _т	64,2	13,80 / 27,61		0,981 / 25,3	29,18 / 58,36	

* – в числителе для односменной работы, в знаменателе для двухсменной работы

УДК 674.07

Газеев М.В., Илюшин В.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) gazeev_m@list.ru

ПЕРЕДВИЖНОЙ СТЕЛЛАЖ ДЛЯ УСКОРЕННОЙ СУШКИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДРЕВЕСИНЕ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Передвижной стеллаж снабженный аэроионизационным устройством позволит сократить время высыхания лакокрасочных покрытий на древесине и уменьшить потребность в производственных площадях на участках отделки.

Отделка изделий из древесины - это создание на их поверхности защитно-декоративных покрытий путем нанесения жидких лакокрасочных материалов (ЛКМ) (или приклеиванием облицовочных) для улучшения внешнего вида изделий и защиты от воздействий окружающей среды. При формировании лакокрасочных покрытий жидкими ЛКМ на подложку наносят несколько их слоев с промежуточной сушкой и шлифованием. Сушка покрытий зависит от химической природы применяемых материалов и может осуществляться как в естественных условиях, т.е. при температуре $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ и влажности $65\pm 5\%$, так и с применением ускоренных способов. В технологии отделки древесины сушка лакокрасочных покрытий или их пленкообразование, является длительным процессом, сократить время которого можно применением следующих способов интенсификации: конвективная сушка, введение катализаторов, воздействие излучений, токов высокой частоты, (рис. 1)[1, 2].

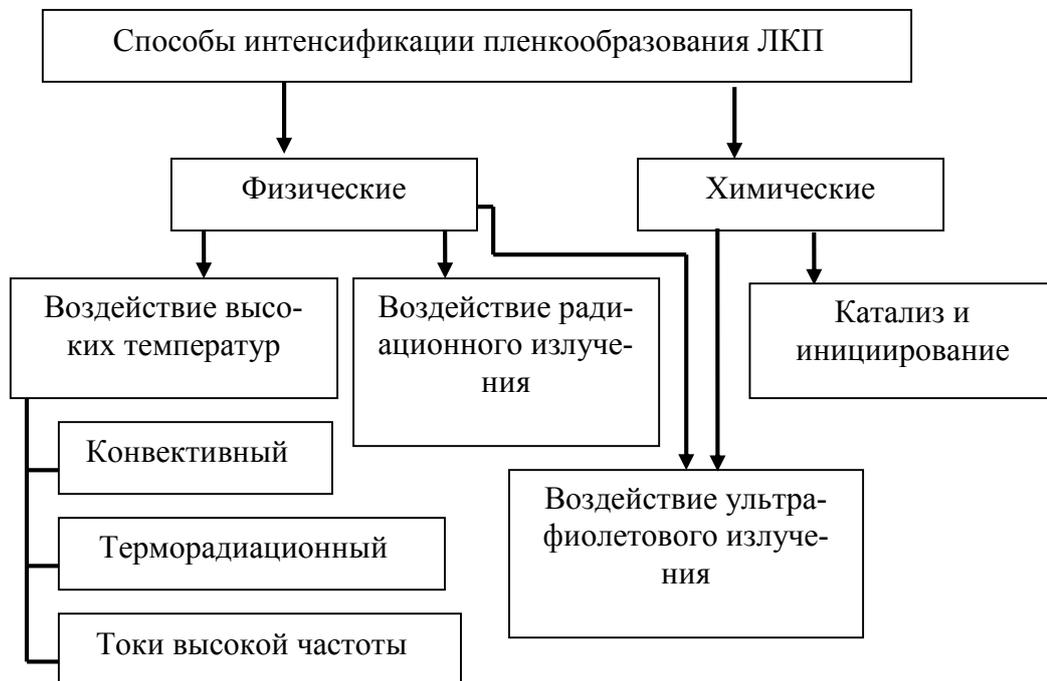


Рис. 1. Классификация способов интенсификации пленкообразования (сушки) лакокрасочных покрытий

На кафедре механической обработки древесины Уральского государственного лесотехнического университета исследуется применение электроэффлювальной

аэроионизации для ускорения пленкообразования ЛКП на древесине и древесных материалах. Аэроионизация воздуха была предложена в начале XX века А.Л. Чижевским с целью искусственного создания благоприятного для человека параметров режима воздуха внутри помещений, в настоящее время аэроионизация широко применяется в быту для очистки воздуха [3].

В УГЛТУ экспериментально подтверждено, что аэроионизационный способ работает при интенсификации отверждения ЛКП, образованных водно-дисперсионными, пентафталевыми, полиуретановыми и др. ЛКМ, где АФК ускоряют реакции полиприсоединения и поликонденсации, а электрическое поле ускоряет процесс испарения растворителя. Результаты проведенных исследований подтверждают целесообразность и эффективность применения в промышленности электроэфлювиальной аэроионизации для интенсификации отверждения ЛКП на древесине и древесных материалах [4].

Применение аэроионизации возможно реализовать посредством передвижных стеллажей, используемых на участках отделки.

Известны различные конструкции таких стеллажей, установленных на поворотных колесных опорах которые имеют стойки и консольно-штырьевые полки, что позволяет укладывать на стеллаж и транспортировать изделия различной длины, а также выполнять сушку лакокрасочных покрытий в естественных условия ($t=20\pm 2^\circ\text{C}$, $W=60\pm 5\%$) рис.2. Применение сушки лакокрасочных покрытий в естественных условиях, увеличивает потребность в производственных площадях, т.к. сушка происходит медленно.



Рис. 2 Передвижной стеллаж двухсторонний



Рис. 3 Передвижной стеллаж односторонний

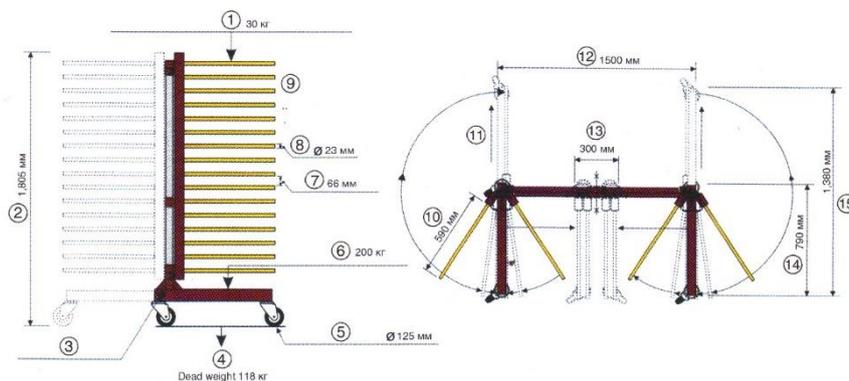


Рис. 4 Передвижной стеллаж трансформируемый

Технической задачей изобретенной модели Патент №121709 является ускорение сушки и отверждения лакокрасочных покрытий на заготовках из древесины и древесных материалов в виде щитовых и погонажных изделий (рис. 5) [5].

Установленные на консольно-штырьевые полки стеллажа излучатели подсоединены посредством высоковольтных проводов через умножитель к генератору высокого напряжения постоянного электрического тока, способствуют формированию АФК и электрического поля, которые ускоряют процесс отверждения лакокрасочных покрытий. На основании стеллажа размещена пластина из токопроводящего материала, необходимая для формирования направленного электрического поля, и имеет заземление. Предложенный вариант стеллажа с аэроионизационным излучателем позволит сократить время высыхания ЛКП от 30 до 50% и как следствие снизить потребность в производственных площадях.



Рис. 3 общий вид стеллажа с АЭУ.
(3D модель слева; фотография справа)

Библиографический список

1. Жуков Е.В. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов: Учеб. для вузов / Е.В. Жуков, В.И. Онегин, М.: Экология, 1993. С. 304
2. Рыбин Б.М. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий для древесины и древесных материалов / Б.М. Рыбин. Учебник для вузов. М.: МГУЛ, 2003. С.439
3. Скипетров В.П. Феномен «живого» воздуха: Монография / В.П. Скипетров, Н.Н. Беспалов, А.В. Зорькина; Саранск: СВМО, 2003. - 93 с.
4. Газеев М.В. Аэроионизационный способ интенсификации пленкообразования лакокрасочных покрытий на древесине и древесных материалах / Вестник московского государственного университета леса - Лесной вестник. МГУЛ, 2014. №2. С117-121.
5. Пат. 121709, Российская Федерация, МПК А47В, 51/00 Стеллаж для сушки и отверждения лакокрасочных покрытий щитовых деталей на щитовых и поганажных изделий из древесины и древесных материалов / Ю.И. Ветошкин, М.В. Газеев, И.В. Жданова, Н.Н. Беспалов, Е.В. Тихонова. №2012123580/12 Заявл. 06.06.2012, опубл. 10.11.2012г., Бюл. №31, 2 с.

УДК 630.375.9

Газеева Е.А., Уразова А.Ф. (УГЛТУ, г.Екатеринбург, РФ)
saz-elena@yandex.ru, alina.urazova@usfeu.com

КЛАССИФИКАЦИЯ ХАРВЕСТЕРОВ И ФОРВАРДЕРОВ

В статье рассмотрены классификации харвестеров и форвардеров. Предложена классификация машин с указанием производителя и модели машины

Возросший за последние годы во всем мире парк лесозаготовительных машин сегодня отличается большим разнообразием. Различие технологий лесозаготовки и изменение требований к технике заставляют разработчиков и изготовителей постоянно совершенствовать лесотехнологическое оборудование и лесозаготовительные машины.

Технологически необходимые системы лесозаготовительной техники должны определяться с решением основных задач:

- оценка насыщенности лесопромышленного комплекса развитых стран и России мобильной техникой с учетом тенденций ее развития за последние 10 лет;
- прогноз парка по номенклатуре и объемам закупок техники;
- выработка рекомендаций по разработке и применению номенклатуры техники и лесотехнологического оборудования по массомощностным и массогеометрическим параметрам с учетом условий лесозаготовительных районов;
- выработка рекомендаций по размещению производства лесозаготовительной техники и оборудования в регионах с детально продуманной тактикой сервисного обслуживания.

Практически все они имеют высокую производительность, надежность, низкие эксплуатационные расходы, хороший дизайн, комфортность и эргономичность рабочего места оператора. Все модели поступаемых машин легко адаптируется к российским условиям, однако, отличительной чертой зарубежной техники является ее высокая стоимость по сравнению с отечественной.

Сортиментная заготовка леса производится в основном колесными харвестерными и форвардерными машинами.

Эксплуатация харвестеров и форвардеров проходит в широком диапазоне условий, которые одним словом можно охарактеризовать как тяжелые, что, в свою очередь предъявляет повышенные требования к конструкции машин. Функционально они разные, но конструктивно имеют много общего.

Перечислим основные фирмы-производители харвестеров и форвардеров: Caterpillar, Gremo, HSM, John Deere, Komatsu Forest (Valmet), Logset, Ponsse, Rottne, Sampo, Silvatec, Sogedep, Tigercat, TimberPro, Амкодор, МТЗ, ЧЕТРА и др. [1].

Под термином «харвестер» скрывается давно применяемая на лесозаготовках валочно-сучкорезно-раскряжевочная машина. По сути дела такая техника представляет собой лесозаготовительный комбайн. Он выполняет следующие операции:

Колесный харвестер:

- срезание и валку деревьев;
- очистку стволов от сучьев;
- раскряжевку хлыстов на сортименты с одновременным измерением их объема;
- сортировка и укладка сортиментов в пачки.

По принципу действия харвестеры делятся на машины циклического и непрерывного действия. В основном, все модели оснащены механизмом протаскивания непрерывного действия.

В качестве приводного устройства механизма применяются:

- приводные гусеницы;
- рябухи (вальцы);
- комбинация рябук и гусениц.

По компоновке рабочих органов харвестеры бывают:

- одностадийные;
- двухстадийные.

В конструкцию одностадийных харвестеров входит головка, которая навешивается на манипулятор, наводящий ее на дерево.

После наводки выполняются следующие операции:

- срезание дерева;
- валка;
- протаскивание дерева через сучкорезные ножи;
- раскряжевка.

Двухстадийный харвестер оснащен двумя автономными рабочими органами:

- захватно-срезающее устройство (навешивается на гидроманипулятор машины);
- сучкорезно-раскряжевочное устройство.

Первое устройство выполняет следующие операции:

- захват;
- срезание;
- валка;
- подача дерева во второе устройство – сучкорезно-раскряжевочное.

Второй рабочий орган монтируется на раме агрегата. Он производит очистку дерева от сучьев и раскряжевку на заданные сортименты.

Гусеничный харвестер

По мощности комбайны классифицируются как:

- легкие;
- средние;
- тяжелые;
- сверхтяжелые.

Харвестеры в настоящее время почти все пригодны как для рубок прореживания, так и для рубок главного пользования. Встречаются харвестеры различных моделей и модификаций. Имеющиеся на рынках машины, при помощи которых можно валить и прореживать лес, по размерам и мощности двигателя можно разделить на четыре основные группы согласно следующей таблице.

Классификация харвестеров

Тип трактора	Собственный вес, тонн	Мощность двигателя, кВт	Грузоподъемный момент манипулятора, кНм	Усилие протаскивания (подачи), кН	Масса захвата, кг	Производитель и модель машины
1. Маленькие харвестеры для прореживания	7 - 12	80	50 - 120	15	400 - 750	Logman 801; Logset 4H; Sampo Rosenlew 1046X, Sampo Rosenlew 1066; John Deere 770D и др.
2. Харвестеры для прореживания	13 - 14	120	135	20	800	Logset 5H; John Deere 1070D; Valmet 901.3; Ponsse Beaver; Локомо 119; Logman 811 и др.
3. Базовые харвестеры	17	140 - 160	180	22 - 27	1000	Logset 6H; Ponsse Ergo, Ponsse Buffalo Dual; Valmet 911.3, Valmet 921.1 и др.
4. Тяжелые харвестеры для выборочной и сплошной рубки	18 - 19	160 - 180	180	24 - 28	1200	John Deere 1270, John Deere 1470E, John Deere 608L; Logset 8H; Ponsse Scorpion, Ponsse Bear, Ponsse Fox; Volvo EC210BF; Daewoo Solar и др.

Это разделение и связанную с ним терминологию (прореживатель, универсал, тяжелый харвестер) не надо толковать слишком узко. Для машин каждого размера существуют оптимальные условия использования, но большинство этих машин применимо в многообразных условиях. Естественно, что харвестерным головкам маленьких агрегатов не доступны самые крупные деревья. Если этими машинами продолжительно валить крупные деревья, механизм захвата быстро изнашивается и разрушается.

Маленькие харвестеры (прореживатели) рассчитаны, в первую очередь, для первого прореживания, но они довольно хорошо справляются и со вторым приемом прореживания и проходными рубками. Такие машины применяются в основном для прореживания леса, но они могут работать, хотя и менее эффективно, и на делянках главного пользования с маленьким объемом стволов. Так называемые универсальные харвестеры хорошо подходят для рубок прореживания и главного пользования. Это очень важно с точки зрения оптимальной загрузки техники.

Тяжелые харвестеры эффективнее универсальных на рубках главного пользования, но из-за своего большого размера они неуклюжи при прореживании, а слишком маленький харвестер не выдержит длительных рубок главного пользования из-за предельной нагрузки на манипулятор и валочную головку [2].

Манипулятор и харвестерная головка делают основную работу харвестера.

Харвестерные головки являются самым ответственным механизмом на начальной стадии лесозаготовительных работ. Они обеспечивают валку деревьев, обрезку сучьев и раскряжевку стволов на сортименты.

По толщине спиливаемого дерева и своей массе модели головок подразделяют на 4-и группы: легкие (массой 300...600 кг) для прореживания древостоев с толщиной ствола до 40 см; средние (700...1000 кг) имеют общее назначение для работы со стволами толщиной до 50 см; тяжелые (1100...1500 кг) для рубок главного пользования со стволами до 60 см; сверхтяжелые (массой более 2000 кг) для работы с деревьями толщиной свыше 80 см.

Разработкой и изготовлением харвестерных головок сегодня занимаются компании: AFM-Forest, Arbro-Stroke, Caterpillar, Kesla, Komatsu Forest (Valmet), Kone-Ketonen, Lako Forest, Log Max, Logset, Mense RPK, Naarva, Ponsse, Silvatec, SP Maskiner, Tigercat, Waratah и др. [1].

подавляющее большинство лесных машин является манипуляторными, тем самым удается оградить человека от прямого контакта с тяжелыми и травмоопасными деревьями, хлыстами и сортиментами. Широкое распространение получили манипуляторы комбинированного типа (шарнирно-сочлененная стрела с телескопической рукоятью) и параллельного типа (стрела в виде параллелограмма с телескопической рукоятью).

Крупные компании оборудуют свои машины манипуляторами собственного производства (Ponsse, John Deere, Tigercat, Rottne и др.). Широкое распространение нашли манипуляторы фирм Loglift, Kesla, Cranab и Foresteri, специализирующихся на производстве данной продукции. Манипуляторы выполняются с широкими параметрическими рядами по грузоподъемности и вылету стрелы. Грузоподъемность харвестерных манипуляторов колеблется от 70 до 190 кН. Общий диапазон максимальной длины вылета стрелы составляет 6000...11800 мм. Рабочий вылет изменяется за счёт телескопического хода удлинителей стрелы. Угол поворота стрелы колеблется от 220 до 380 градусов.

Форвардер является неотъемлемой частью сортиментной технологии, т.к. его основная задача – транспортировать сортименты, заготовленные и отсортированные харвестером на склад или место перегрузки на лесовозы. Они обычно работают совместно с харвестерами, но довольно часто они применяются в технологическом процессе с вальщиком.

Форвардер тоже имеет другое название: по сути, это оборудование является транспортным средством – сортиментовозом. С помощью этой машины выполняют следующие технологические операции:

- сбор лесоматериалов;
- подсортировка;
- доставка сортиментов с заготовительного участка к лесовозной дороге или

непосредственно на склад.

Сортиментовоз состоит из двух модулей: погрузочного манипулятора и грузовой тележки.

Классификация форвардеров по грузоподъемности:

- малые, грузоподъемностью 9-12 тонн. Применяются, в основном, при прореживании. Но может быть использован и на сплошных вырубках;

- средние, грузоподъемностью 12-16 тонн. Выпускаются разные модели форвардеров этой группы, которые отличаются друг от друга вариантами грузовых отсеков, колесными модификациями (6-8 колес) и длиной манипуляторов. Машины эти универсальные.

- тяжелые, грузоподъемностью свыше 16 тонн. Используются на сложном рельефе и больших расстояниях.

Классификация форвардеров

Класс машин	Значение			Производитель и модель машины
	Масса, тонн	Мощность, кВт	Грузо-подъемность, кг	
1. Легкий для прореживания	до 12	до 125	до 12000	Komatsu 835, PONSSE 10w, PONSSE Gazelle; John Deere 1010E; Gremo 950 F; HSM 208F 8,5t, HSM 208F 9t; Logset 4F, Logset 5F и др.
2. Средний - для выборочной и сплошной рубки	12... 16	110... 150	12000 ... 15000	Komatsu 855, PONSSE Elk, PONSSE Wisent, John Deere 1110E, John Deere 1210E, John Deere 1510E; Caterpillar 574; HSM 208F 14t, HSM 208F 12t; Logset 6Fi др.
3. Тяжелый - для сплошной рубки	свыше 16	свыше 150	свыше 15000	Komatsu 895, PONSSE ElephantKing, PONSSE Elephant, PONSSE Buffalo\$ John Deere 1910E; Caterpillar 584; HSM 904F; Logset 8F, Logset 10F; TimberPro TF 830-B, TimberPro TF 840-B.

Производители форвардеров устанавливают на свои машины манипуляторы собственного производства, а также специализированных компаний Loglift, Cranab, Foresteri и др. Изменения длины вылета стрелы существующих манипуляторов составляет 6,1...10,3 м.

Все манипуляторы поворачиваются на полный оборот. Основными изготовителями грейферных захватов являются фирмы производители машин, а также специализированные компании Loglift, Cranab, Vahva и др. Это надежные и быстродействующие захватные устройства. Их параметрический ряд полностью обеспечивает работу с сортаментами различной крупности.

Рассмотренные выше колесные харвестеры и форвардеры получили наибольшее распространение. Также широко используются тяжелые харвестеры на базе гусеничных шасси экскаваторов и легкие — на базе колесных тракторов. Существует альтернативный вариант — харвардер, объединяющий в себе два типа машин. Сформировался класс самоходных мини-форвардеров и форвардеров прицепного типа. Проходят испытания роботизированные комплексы машин, набирает обороты гибридный привод.

Также следует отметить, что отечественным производителям лесозаготовительной техники противостоит мощная конкуренция компаний передовых стран, которая вынуждает отечественные предприятия следовать тенденциям мирового технического прогресса.

Библиографический список

1. Лесозаготовительная техника. Харвестеры, форвардеры [Электронный ресурс]. URL: <http://www.psmf.ru/index.php> (дата обращения: 18.03.2014).

2. Азаренок В.А., Залесов С.В., Герц Э.Ф., Годовалов Г.А., Луганский Н.А., Магасумова А.Г., Залесова Е.С., Платонов Е.П. Рекомендации по сортиментной заготовке древесины многооперационными машинами на территории Свердловской области. Екатеринбург: УГЛТУ, 2010. - 67с.

УДК 630.97: 662.63 + 001.2

Гамрекели М.Н., Пургина П.С. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ),
gamrekely@mail.ru

ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ ТОПЛИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА НИЗКОСОРТНОЙ ДРЕВЕСИНЫ НА ЛЕСНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Рассмотрены топливный ресурс и энергетический потенциал лесной энергетики России и Свердловской области. Приведены ожидаемый экономический эффект, принципы и формы организации лесной энергетики.

1. Проблема замещения ископаемых видов топлива возобновляемыми энергетическими источниками

В настоящее время в мировой экономике уделяется все большее внимания использованию органических отходов разных отраслей промышленности и жизнедеятельности человека в качестве замещающих энергетических источников.

Продвижение человечества в этом направлении способствует соблюдению экологической безопасности, сохранит ископаемое топлива в качестве ценного сырья для производства разных полезных материалов.

Развитие местной промышленности на лесных территориях может быть обеспечено преимущественно энергией, полученной за счет использования естественно возобновляемой низкосортной древесины из окрестных лесов.

При этом можно обеспечить потребности местной промышленности и сельского хозяйства в течение неограниченного в обозримой перспективе времени.

2. Топливный ресурс и энергетический потенциал лесной энергетики[1-3]

Доли по площади лесов наиболее богатых лесом стран составляют соответственно: России 20,1%, Бразилии 12,9%, Канады –7,7%, США –7,5%, Китая –5,1% от общей площади лесов мира.

По запасам древесины Россия занимает второе место в мире, а по объемам лесозаготовок лишь четвертое место, что свидетельствует о значительном недорубе спелой древесины.

Площади лесов России распределяются следующим образом: защитные 24 %, резервные 24% и эксплуатационные леса 52%.

Россия обладает самыми большими в мире запасами леса, которые на 1993 г. составили 80.7 млрд. м³, что соответствует 25,9% мировых запасов, причем, Россия располагает более зрелыми и более продуктивными лесами, чем остальная планета.

Более 42-44 млрд. м³ древесины пригодны для рубок при ежегодном приросте 994 млн. м³.

Расчетная лесосека 550 млн.м³, при этом общий максимальный объем рубок около 412 млн. был достигнут в 1988 г.

Общие потери леса, включая потери при заготовке леса 175 млн.м³, потери, связанные с лесными пожарами 50 млн.м³, потери в результате болезней и отпада 263

млн.м³, составили 488 млн. м³. При увеличении потерь при заготовке леса пропорционально достижению объема рубок, равному расчетной лесосеке, потери при заготовке увеличатся до 234 млн. м³. Общие потери составят 547 млн. м³.

Рассматривая перспективы сырьевых ресурсов России для лесной энергетики, следует отметить очень низкую долю рубок промежуточного пользования, которые могут дать значительный ресурс для развития лесной энергетики. В 2000 г объемы рубок ухода составили всего 35 млн. м³, в то время, как они могли бы составить до 50% от расчетной лесосеки, т.е. порядка 275 млн.м³.

Таким образом, максимальный топливный ресурс, включая общие потери леса, 50% (около 200 млн. м³), потери древесной массы от объема заготовленной древесины, которая остается на лесосеке (пни, сухостой, валежник, сучья, корни, кора и т. п.) и потери древесины при деревообработке от заготовленной древесины – до 75 % (около 310 млн. м³), составит: 547+275+200+310=1332 млн. м³ в год.

2.1. Энергетический потенциал лесов России

Примем для расчета общий дровяной топливный ресурс $\sum G_{\text{дров}}=1300$ млн. м³.

При 30% доступности от общего ресурса располагаемый ресурс для лесной энергетики составит 390 млн. м³.

Зададим начальную влажность свежесрубленной древесины, равной $W_n = 100\%$.

Конечную влажность древесины с учетом того, что в топке парового котла затраты тепла будут связаны с испарением всей содержащейся в древесине влаги, принимаем равной нулю, $W_k = 0$.

Количество испаряемой влаги на 1 м³ древесины разных пород $W = \rho W/100$.

Плотность абсолютно сухой древесины принимаем как среднюю для мягколиственных пород (ольха, береза, тополь), сосны и ели, $\rho_{\text{ср}}=420$ кг/ м³, с учетом допущения о том, что древесина этих пород поступает в топку в равных долях [4]. Количество испаряемой влаги в расчете на один м³ абсолютно сухой древесины составит $W = \rho W/100=420 \cdot 100/100=420$ кг на один м³ дров.

Тогда плотность одного м³ древесины со 100% – ой влажностью будет равна $\rho=840$ кг/ м³.

По данным [5] теплота сгорания вследствие обычно высокой влажности дров составляет $C=2500-3500$ ккал/кг. Примем для расчетов 3000 ккал/кг (12570 кДж/кг).

Энергетический потенциал одного м³ сырых дров составит $q=125470 \cdot 840=10558800$ кДж/ м³.

Так как 1кВт·ч = 3595 кДж, то сжигание одного м³ сырых дров даст $q_{\text{уд сжиг.}}=2937$ кВтч энергии.

Общий потенциальный энергетический потенциал топливного ресурса лесов России составляет

$$\sum N_{\text{общ}}= q_{\text{уд сжиг.}} \cdot \sum G_{\text{дров}}=2937 \cdot 1300 \cdot 10^6=3818100 \cdot 10^6 \text{ кВтч}$$

Соответственно, мощность (суммарно по электрической и тепловой энергии) теплоэлектростанций ТЭС на древесном топливе, соответствующая общему потенциалу древесных топливных ресурсов России, могла бы составить $435 \cdot 10^3$ МВт.

При 30%-ной доступности топливного ресурса можно получать в год суммарно $1145430 \cdot 10^6$ кВтч электрической и тепловой энергии при соответствующей мощности $130 \cdot 10^3$ МВт.

Так как в электроэнергию может быть переведено до 40% от всей энергии сжигания топлива, то электрическая мощность теплоэлектростанций на древесном топливе

при использовании 30% всего топливного ресурса России составит $52 \cdot 10^3$ МВт.

2.2. Потенциал лесной энергетики и возможности его использования на территории Свердловской области

К 15, 5 млн. м³ естественного прироста низкосортной древесины в лесах Свердловской области при ежегодном объеме лесозаготовок 4,5 млн. м³ следует добавить не менее 3,5 млн. м³ древесных отходов лесозаготовок и лесопиления. Рубки ухода могут дать до 50% от расчетной лесосеки Свердловской области, составляющей 27 млн. м³ в год, т.е. еще 3,5 млн. м³.

Итого, для нужд энергетики ежегодно в Свердловской области может быть использовано не менее 29 млн. м³ древесины.

Соответственно, потенциально могут быть созданы мощности для получения энергии в количестве 9697 МВт

Нужно иметь в виду, что установленная электрическая мощность всех электростанций Свердловской области 10 тыс. МВт.

При логистической доступности 30% лесозаготовок топливный ресурс составляет 8,7 млн. м³, при использовании которого могут быть созданы мини ТЭС общей мощностью 2908 МВт, из которых на электрическую мощность новых ТЭС на древесном топливе придется 1163 МВт.

При сельском населении Свердловской области 575 тыс. чел. с учетом среднего годового потребления электроэнергии на одного сельского жителя 600 кВтч потребляемая электрическая мощность для сельских поселений составляет 39,9 МВт.

Таким образом, при использовании в качестве топлива 30% естественно воспроизводимой низкосортной древесины на лесных территориях Свердловской области может быть дополнительно использовано более 1100 МВт электрической мощности лесной энергетики на развитие местной промышленности или для передачи энергии в центральные электрические сети. Кроме того, для промышленных и бытовых нужд может быть использовано большое количество низкотемпературного тепла, сопутствующего производству электроэнергии.

3. Ожидаемый экономический эффект лесной энергетики Свердловской области

Экономический эффект был рассчитан по главной статье затрат – при замене природного газа древесным топливом.

Теплота сгорания природного газа – около 8000 ккал/м³ (33520 кДж).

Так как 1кВт·ч = 3595 кДж, то энергия сжигания одного куб.м. газа соответствует 9,32 кВтч энергии.

Для расчета примем среднюю цену в 2014 г одной тысячи куб.м. газа 3623 руб.[6].

Соответственно стоимость одного кВтч при сжигании газа составит $C_r = 3,623 / 9,324 \cdot \text{кВтч} = 0,388$ руб./ кВтч.

При сжигании одного куб.м. сырых дров получаем 2937кВтч энергии.

Стоимость низкосортных дров с лесосеки составляет 300 руб. за один куб.м.

Тогда стоимость одного кВтч при сжигании древесины составит $C_d = 300 / 2937$ кВтч = 0,102руб./ кВтч.

Денежные затраты по Свердловской области на газ, который нужно использовать для получения энергии в количестве $46846,6 \cdot 10^6$ кВтч, таком же, какое можно получить при использовании полного потенциала лесной энергетики по древесному топливному ресурсу в объеме 29 млн. куб. м., составят

$$Z_r = 0,388 \text{руб.} \cdot 46846,6 \cdot 10^6 \text{кВтч} = 18,176 \cdot 10^9 \text{руб.}$$

Затраты в варианте с использованием древесного топлива

$$Z_d = 0,102 \text{руб.} \cdot 46846,6 \cdot 10^6 \text{кВтч} = 4,778 \cdot 10^9 \text{руб.}$$

Таким образом, общий экономический эффект только от замены газа древесным топливом составит $\Delta = 18,176 \cdot 10^9 - 4,778 \cdot 10^9 = 13,4$ млрд. руб.

Учитывая существующую тенденцию повышения цены на газ и доведения в будущем их уровня на внутреннем рынке до уровня мировых, экономический эффект будет значительно выше.

При логистической доступности 30% топливной древесины от общего энергетического потенциала $46846,6 \cdot 10^6$ кВтч, будет получено $14054 \cdot 10^6$ кВтч общей энергии, в том числе 40%, т.е. $5621,6 \cdot 10^6$ кВтч, электроэнергии.

Электрическая мощность ТЭС на древесном топливе, соответственно, составит 640 МВт.

При средней цене 2 руб./кВтч от продажи электроэнергии будет получен доход 28 млрд. руб. в год.

К дополнительным составляющим экономического эффекта следует отнести: отсутствие затрат на доставку ископаемых видов топлива (угля, нефтепродуктов, газа) или линий централизованного электроснабжения; экономию средств на проведение рубок ухода; повышение конкурентоспособности производимой продукции за счет снижения себестоимости энергозатрат; организацию новых рабочих мест.

4. Принципы и формы организации лесной энергетики

Принципиальным основанием для создания теплоэлектростанций на древесном топливе является соблюдение взаимосвязанных условий и требований:

- всесезонное обеспечение топливом, что может быть организовано на основе разработки системы рационального лесопользования с учетом местных условий;
- наличие потребителей электрической и тепловой энергии;
- работа ТЭС в автономном режиме, когда в отсутствии постоянных потребителей электрическую энергию можно передавать в централизованные сети.

Экономически оправданным является выбор месторасположения ТЭС, при котором заготовка топливной древесины, ТЭС и потребитель энергии будут максимально приближены друг к другу, а избыток производимой электроэнергии может быть реализован путем передачи в электрические сети.

Стартовой формой развития лесной энергетики может быть разработка нескольких комплексных проектов по использованию лесного топливного ресурса.

В основу таких проектов должен быть положен выбор географических точек размещения мини ТЭС, с логистически обоснованным обеспечением низкосортной топливной древесиной и доступностью других природных ресурсов для создания местных промышленных и сельскохозяйственных предприятий, постоянных потребителей энергии.

Библиографический список

1. Корпачевский М.Л. Хозяева российского леса М.: Изд-во Центр охраны дикой природы, 2001. М.–115 с.
2. Леса и лесные ресурсы Российской Федерации. Ежегодный доклад о состоянии и использовании лесов Российской Федерации в 2011 г.
3. В. Рошупкин. Комплексное развитие лесного сектора - наша стратегическая задача "Российская лесная газета" № 39-40 (169-170) от 15.09.2006.
4. Болдырев П.В. Сушка древесины. Практическое руководство//Изд-во «ПРОФИКС», Санкт-Петербург.–2002, 160 с.
5. Бахмачевский Б.И. и др. Теплотехника // Гос. научно-техн. изд-во литер. по черной и цветной металлургии, М. – 1963, 607 с.
6. Постановление региональной энергетической комиссии Свердловской области от 19.06.2013 г. № 50-пк «Об утверждении розничных цен на природный газ, реализуемый населению Свердловской области»

УДК 339.137.2

Казанцева Н.К., Казанцева Т.В., Нагибина Е., Викулова А.
(УрФУ им. Б.Н.Ельцина, г. Екатеринбург, РФ) nkazan@yandex.ru
Синегубова Е.С. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) sinyes@yandex.ru

ЗНАКИ ДЛЯ МАРКИРОВКИ ПРОДУКЦИИ В РОССИИ И ГЕРМАНИИ

Проведено сопоставление знаков обращения на рынке и знаков соответствия товаров, принятых на рынках России, Таможенного союза и Германии.

Обязательные и добровольные требования к продукции, работам или услугам, а также процедура установления соответствия этим требованиям определяют уровень безопасности и качества продукции и, следовательно, являются важнейшими инструментами конкурентоспособности.

Конкурентоспособность товара, услуги – это комплекс характеристик объекта, отличающий его от товаров-аналогов. В настоящее время конкурентоспособность решает все или почти все, создавая условия для выживания, а затем и процветания предприятия, региона, страны.

Основными критериями конкурентоспособности продукции являются: уровень качества, безопасность, потребительская новизна, имидж, подлинность, социальная адресность, информативность.

Информативность продукции – это ее способность выразить свою общественную ценность через информацию о конкурентных преимуществах перечисленных выше. В основе принятия потребителем решения о покупке продукции лежит поиск информации о конкурентных преимуществах продукции. Для сообщения данной информации используют маркировку продукции, содержащую различные знаки.

За время реформы технического регулирования в РФ, которая началась 1 июля 2003 г. введением в действие федерального закона «О техническом регулировании» № 184-ФЗ от 27.12.2002 г, действующий в настоящее время в редакции от 28.12.2013 г., у нас появились российские знаки обращения продукции на рынке и знаки соответствия.

Знак обращения на рынке – обозначение, служащее для информирования потребителей о соответствии выпускаемой в обращение продукции требованиям технического регламента. Знаки обращения используют в мире уже достаточно давно. В РФ знак обращения, подтверждающий соответствие требованиям технических регламентов РФ появился в 2003 г., а знак обращения на рынке Таможенного союза - в 2012 г. Знаки и варианты их исполнения с краткой характеристикой приведены в табл. 1.

Знак соответствия — информационный знак, служащий для информирования потребителей о соответствии объекта сертификации требованиям добровольной сертификации или национальному стандарту.

Знаки обращения продукции

<p>Знак обращения продукции на рынке РФ</p> <p>Требования к продукции, установленные в технических регламентах РФ, являются обязательными, и без процедуры подтверждения соответствия продукции установленным требованиям она не допускается в сферу обращения.</p>			
			
<p>Единый знак обращения продукции на рынке государств – членов Таможенного союза</p> <p>Продукция, маркированная данным знаком, прошла все установленные в технических регламентах Таможенного союза процедуры подтверждения соответствия и соответствует требованиям всех распространяющихся на данную продукцию технических регламентов Таможенного союза.</p>			
			

Использование знака соответствия имеет следующие цели:

- создание возможности идентификации сертифицированных объектов;
- обеспечение доверия субъектов сертификации к деятельности по подтверждению системы соответствия, а также системы прослеживания происхождения продукции «от производителя к потребителю»;
- создание условий для взаимного признания результатов деятельности органов по сертификации.

Любое предприятие может использовать знаки соответствия не только для маркировки, но также и на рекламной продукции, печатных изданиях, визитных карточках; на официальных бланках (письма, конверты, факсы и т.д.); на веб-сайте.

Знаки соответствия бывают национальными, международными, отраслевыми, специальными. В табл. 2 приведены знаки соответствия требованиям национальных стандартов РФ.

Рассмотрим опыт применения знаков соответствия в Германии, имеющей длительный опыт проведения работ по сертификации.

По данным Германского информационного центра, Общенациональная система сертификации в стране включает несколько систем сертификации.

Потребности германской экономики на 80-90% удовлетворяют следующие системы, составляющие общенациональную:

- A — система сертификации соответствия регламентам;
- A1 — система сертификации соответствия стандартам DIN;
- A2 — система сертификации VDE;
- A3 — система сертификации DVGW;

Примеры знаков соответствия

<p>Знак соответствия национальным стандартам России</p> <p>В настоящее время данный знак применяется по двум вариантам.</p> <p>Вариант I Знак подтверждает соответствие обязательным требованиям на продукцию, включенную в «Перечни продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия в форме сертификации или в форме декларирования», утверждаемые Правительством РФ.</p>			
			 АЯ 85
<p>Вариант II Знак подтверждает соответствие добровольным требованиям национальных стандартов России в системе ГОСТ Р.</p> <p>Добровольное подтверждение может осуществляться только в форме добровольной сертификации.</p>			

В — система сертификации Германского института гарантии качества и маркировки RAL;

С — система сертификации на знак GS промышленной технологии;

D — система надзора за соответствием строительных конструкций федеральным нормам;

Е — система сертификации средств измерений и эталонов;

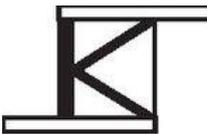
F — система сертификации соответствия разделу 24 Германского промышленного законодательства.

В табл. 3 приведены знаки соответствия, используемые в Германии.

Таблица 3

Знаки соответствия Германии

Система сертификации и знак соответствия	Применение
<p><u>Система А1</u></p>	<p>Система охватывает все виды изделий, на которые установлены требования в стандартах DIN. Система носит добровольный характер. К ней имеют одинаковый доступ германские и зарубежные организации, заинтересованные в сертификации своей продукции. Непосредственные работы по сертификации в этой системе осуществляет Общество по оценке соответствия DIN CERTCO</p> <p>DIN GEPRUFT - "испытано на соответствие требованиям DIN"</p>

Система сертификации и знак соответствия	Применение
<p><u>Система А2</u></p> 	<p>Система научно-технической ассоциации немецких электротехников VDE - Veiband Deutcher Elektrotechnker, поддерживаемая Институтом сертификации и испытаний (PZI). В ней сертифицируют все виды электротехнических и электронных изделий, на которые распространяются правила VDE, а иногда и стандарты DIN.</p> <p>Сертификация в системе А2 может быть добровольной и обязательной, что зависит от наличия законов, непосредственно регламентирующих требования к конкретному виду товаров.</p> <p>VDE — участник европейских и международных многосторонних соглашений о взаимном признании результатов испытаний и систем сертификации, что способствует признанию знаков соответствия системы VDE за рубежом. Они зарегистрированы и признаны практически во всех европейских странах.</p> <p>В данной системе используют несколько вариантов знаков в зависимости от объекта сертификации: аппаратура, трансформаторы или соблюдение требований по радиопомехам.</p>
<p><u>Система А3</u></p> 	<p>Система сертификации Ассоциации фирм по газо- и водоснабжению Германии - DVGW. Газовое оборудование в Германии в соответствии с Законом "Об обеспечении безопасности технических устройств" подлежит обязательной сертификации на соответствие стандартам DIN. Схема сертификации разработана Ассоциацией фирм по газо- и водоснабжению Германии и рассчитана в основном на оборудование бытового и коммерческого назначения.</p>
<p><u>Система В</u> (система RAL)</p> 	<p>Область распространения системы RAL — сельскохозяйственные товары и строительные материалы. Несмотря на то, что в системе проводят добровольную сертификацию, ее правила основаны на стандартах DIN. RAL — член европейских и международных организаций по испытаниям и сертификации и участник соглашений о взаимном признании, что способствует признанию сертификатов и знака RAL за рубежом.</p>
<p><u>Система С</u></p> 	<p>Система сертификации, которая подтверждает соответствие изделий требованиям Закона о безопасности приборов (GSG), что удостоверяется маркировкой знаком GS - «Geprüfte Sicherheit» и в переводе означает «заверенное качество» или «заверенная безопасность», хотя иногда «GS» переводят как «German Standard», т.е. «немецкий стандарт».</p> <p>Система носит добровольный характер, но испытания проводятся на соответствие требованиям стандартов DIN, а также техническим правилам, которые являются общепризнанными и внесены в специальный перечень.</p> <p>«GS-mark» - знак соответствия товаров немецким стандартам качества и безопасности. При маркировке продукции в левом верхнем углу знака указывается название или код авторизованной сертификационной организации.</p>

Система сертификации и знак соответствия	Применение
<p><u>Система D</u></p> 	<p>Данная система, в отличие от предыдущих, является обязательной и распространяется на продукцию строительного профиля, на которую действуют законодательные предписания и распоряжения.</p> <p>Общее руководство системой находится в ведении Германского института строительной техники (DIBT), а основные нормативные документы системы это стандарты DIN.</p>
<p><u>Система E</u></p>	<p>Это система сертификации, действующая в рамках законодательной метрологии. В Германии основным федеральным органом в области метрологии является Федеральный физико-технический институт. В системе задействованы соответствующие организации федеральных земель и аккредитованные испытательные центры, которым предоставлено право подтверждения соответствия измерительных приборов, подлежащих обязательной сертификации по Закону о поверке.</p> <p>Основные области действия данной системы — приборы, связанные с электричеством, теплом, газом, водой, а также трансформаторы. В системе E может осуществляться как обязательная, так и добровольная поверка приборов.</p>
<p><u>Система F</u></p>	<p>В данной системе проводится сертификация паровых котлов, баллонов высокого давления, средств транспортировки горючих жидкостей, взрывозащищенного электрооборудования, подъемных устройств.</p>

Библиографический список

1. Федеральный закон РФ «О техническом регулировании» № 184-ФЗ от 27.12.2002, действующий в редакции от 28.12.2013 г.
2. Казанцева Н.К. Техническое регулирование и метрология учеб. пособие /Н.К.Казанцева – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн ун-т, 2011 -321 С.
3. Казанцева Н.К., Казанцева Т.В. Досье: органы по сертификации// Леса России и хозяйство в них 2012. №1-2, С.47-56.

УДК 684.4.053

Кирилина А.В., Ветошкин Ю.И.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) 25zav@mail.ru; uivetoshkin@mail.ru

РАЗЛИЧИЕ И ОСОБЕННОСТИ ГОРЯЧЕГО И ХОЛОДНОГО ТИСНЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Тиснение – это формирование рельефного рисунка на поверхности древесины путем прессования. Различают горячее и холодное прессование. Технологический процесс начинается одинаково. Заготовку под давлением выдерживают определенное время для создания оттиска на детали. Затем технологические операции различаются, но результат получается один. На поверхности получается рельефный узор, который можно подвергать защитно-декоративной обработке. В каждом способе тиснения есть свои преимущества и недостатки, которые раскрыты в статье.

Тиснение – это такой метод художественно-декоративной обработки, который практикуют уже свыше ста лет. Данный вид отделки совершенствуют, преобразуют, но он остается актуальным и в настоящее время. Тиснение осуществляется путем горячего прессования с помощью клише.[1]

Клише вдавливают в заготовленную деталь из древесины на нужную глубину под давлением, чем вызывают деформацию у волокон древесины, и они запрессовываются, уплотняются, создавая на поверхности рельефный рисунок. Такой вид декорирования подходит для фасадных, лицевых деталей мебели.

Учитывая структуру древесины, наиболее востребованным способом тиснения является тиснение барельефа, то есть рельеф получается менее выпуклым относительно других видов декорирования, например таких, как резьба, фрезерование.

Тиснение широко применяется в производстве погонажных изделий: декоративные накладки, плинтуса, карнизы. Массовое производство способствует слаженному технологическому процессу.

Но, как и любой вид, художественно-декоративной отделки, тиснение совершенствуют, упрощают технологический процесс и ищут новые способы для создания рельефного рисунка на поверхности древесины. Изучив и проанализировав известные варианты тиснения, можно сделать следующие выводы:

1. Существующие способы осуществляются только в горячем прессе;
2. Поверхность детали из древесины часто обрабатывают различными растворами до и после прессования;
3. При горячем прессовании деформация может привести к разрушению структуры древесины из-за резкого перепада температуры;
4. Древесина меняет цвет на более темный;

Всё представленное выше делает технологический процесс тиснения более трудоемким и затратным. Можно упростить уже существующий вид декорирования с помощью частичного изменения технологии.

Тиснение предлагаемого способа начинается с прессования (рис. 1) в холодном прессе. Формирую пакет 1: на пластину укладывают заготовку из древесины В, сверху кладут клише Б, по краям устанавливают железные планки Г высотой меньше общей толщины клише и детали на глубину вдавливания и помещают в пресс А. Под давлением выдерживают пакет от 0 до 4 минут. Получившийся рельефный оттиск на поверхности детали снимают до равной гладкой поверхности на фрезерном станке 3 и пропитывают водой 4 в течение одной минуты. Уплотненные волокна восстанавливаются, впитывая влагу. Таким образом, формируется на поверхности детали рельефный рисунок. Перед нанесением защитно-декоративного покрытия (7) заготовку шлифуют (6), для того чтоб убрать «ворс» и улучшить адгезию с лакокрасочным материалом.

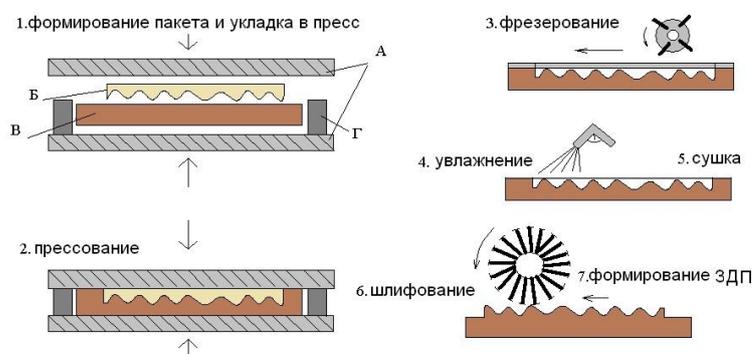


Рис. 1 Технологический процесс декорирования поверхности детали или заготовки из древесины: А – плиты пресса; Б – пуансон; В – заготовленная деталь древесины; Г – планки

При проведении эксперимента, для выяснения оптимального режима прессования использовали различную глубину вдавливания 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 мм и выдерживали под давлением каждый образец определенное время. По полученным данным составили три графика высоты рельефа восстановленных волокон древесины относительно поверхности при времени прессования 0, 2, 4 минуты. В первом графике (рис. 2) деталь из древесины не выдерживали под давлением в прессе. Максимальная высота рельефа составила 0,56 мм при глубине прессования 2,5 мм. В древесине возникли небольшие деформации, которые слабо изменили её структуру. Учитывая физико-механические свойства, волокна древесины получили малую деформацию, что привело к небольшому восстановлению волокон.

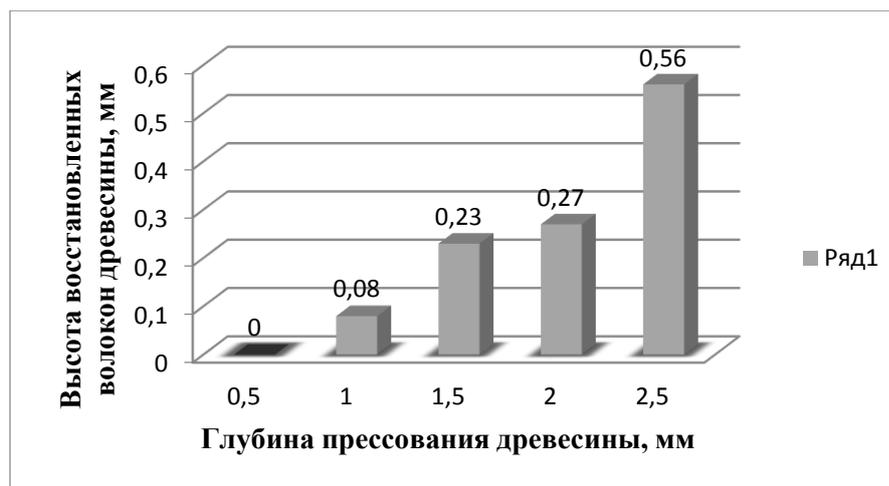


Рис. 2 График высоты рельефа восстановленных волокон древесины относительно поверхности при времени прессования 0 мин.

На втором графике (рис. 3) представлена высота рельефа восстановленной древесины при выдержке в прессе под давлением в течение 2-х минут. Глубина прессования аналогична рис. 2, но волокна восстановились больше. При глубине прессования 2,5 мм, высота рельефа составила 0,82 мм. Возникновение большей деформации под давлением привело к лучшему уплотнению волокон. Соответственно, во время восстановления волокон рельеф получается выше, относительно рис. 2.

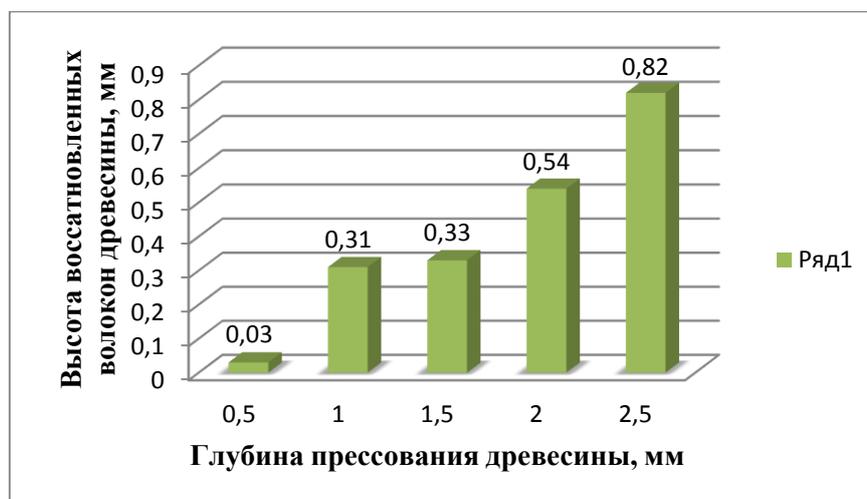


Рис. 3 График высоты восстановленных волокон древесины относительно поверхности при времени прессования 2 мин.

На последнем графике (рис. 4) время выдержки под плитами пресса составило 4 минуты, что привело к сильному уплотнению волокон. Хотя, если сравнить рис. 4 с рис. 3, то видно что восстановление волокон фактически одинаковое. Максимальная высота рельефа 0,81 мм. при глубине прессования 2,5 мм. Чем дольше древесина находится под давлением, тем больше происходит уплотнение волокон, что может привести к неполному восстановлению волокон и разрушению верхнего слоя древесины.

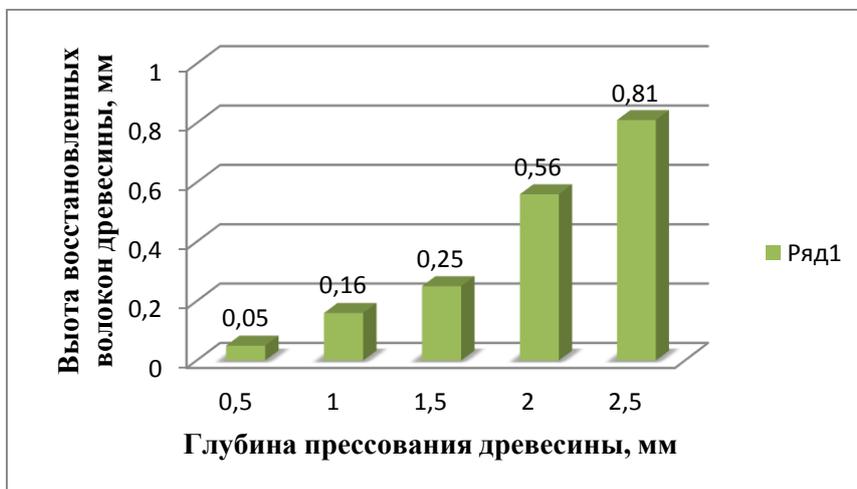


Рис. 4 График высоты восстановленных волокон древесины относительно поверхности при времени прессования 4 мин.

Представленные данные на рис. 2, 3, 4 исчислялись после 24 часов с момента нанесения воды, то есть тогда, когда образец высохнет до влажности 6 – 8%. Высота восстановленных волокон, непосредственно рельефа, измерялась в пяти местах и вычислялось среднее значение, которое и представлено на рисунках. По полученным данным следует, что при максимальной глубине прессования 2,5 мм. волокна древесины при прессовании 0 минут восстанавливаются на 22,4%. При выдержке под давлением 2 мин. восстанавливаются на 32,8%, а при 4 мин. – на 32,4%. Самое оптимальное время прессования 2 минуты. Волокна не сильно деформируются, что приводит к более эффективному их восстановлению. Верхний слой древесины не разрушается. Деформация возникшая под давлением в прессе составляет обратимую часть после прессования, то есть уплотненные волокна древесины восстанавливаются. Учитывая время прессования восстановление будет разным, как указано выше.

Древесина является упруго-пластичным материалом. В связи с этим она поддается деформации. Различают мягкую и твердую древесину. Чем этот природный материал плотнее, тем сложнее он поддается деформации, так как сила упругости, сопротивления выше к внешним факторам, относительно древесины с малой плотностью. В представленном исследовании использовали липу. Это древесина мягких лиственных пород с не высокой плотностью. Она легче поддается деформации и более пластична, так как модуль упругости при изгибе составляет 8,94 ГПа (например, у бука модуль упругости 12,4 ГПа).[2] Древесина хвойных пород не подходит для представленного вида тиснения. Из-за того, что в ней содержатся смолистые и экстрактивные вещества, которые «склеивают» уплотненные волокна, затрудняя восстановление клеток после деформации.

Для холодного, как и для горячего способа тиснения используются штампы с выгравированным на них рисунком. Рельеф рисунка должен иметь радиус или быть под углом 40-60°, чтобы не повредить волокна древесины при прессовании. Радиус рельефа пуансона обеспечивает хороший оттиск при диаметре 3,5 – 5 мм. Если он будет больше,

то под давлением верхний слой древесины разрушается, а при меньшем радиусе происходит перерезание волокон, аналогично при рельефе штампа сделанного под углом.

Сравнивая два вида тиснения горячим и холодным способом, можно найти как положительные стороны, так и отрицательные в обоих случаях. Представленный способ тиснения путем холодного прессования является усовершенствованным методом.

1. При холодном прессовании уменьшаются энергозатраты и время технологического процесса;
2. При тиснении горячим способом удобно производить погонажный декор, в то время как холодное прессование основывается пока на индивидуальном производстве;
3. Горячее прессование приводит к потемнению древесины, холодное же оставляет поверхность древесины без изменения цвета;
4. Прессование под высокой температурой может привести к разрушению внешнего слоя древесины;
5. Для холодного прессования использует древесину мягких лиственных пород, чтобы волокна легко можно было восстановить;
6. Для горячего прессования лучше подходит древесина твердых лиственных и хвойных пород, чтобы получить ярко выраженный рельефный рисунок на поверхности.

Тиснение путем горячего прессования довольно сильно распространено и пользуется огромным спросом. На его основе создают новые виды декорирования поверхности. Так, например, и получили новый вид декорирования путем холодного прессования. Сократив технологический процесс, можно получить не менее красивый рельефный рисунок на поверхности деталей из древесины. Тиснение путем холодного прессования создает надежный оттиск, который не деформируется со временем, так как после восстановления волокна приобретают свою первоначальную форму. Этот вид отделки является экономически целесообразным и так же повышает эстетические качества изделия в целом.

Библиографический список

1. Ветошкин Ю.И. Специальные виды отделки: учеб. Пособие / Ю.И. Ветошкин, М.В. Газеев, Ю.И. Цой // Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т – 2008, 129 с.
2. Кислый В.В. Справочное пособие по деревообработке / В.В. Кислый, П.П. Щеглов, Ю.И. Братенков // Екатеринбург: БРИЗ – 1995, 557 с.

УДК 691.11:620.179.16

Лавров М.Ф., Местников А.Е., (С-ВФУ, г. Якутск, РФ),
Левинский Ю.Б. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ И ПАРАМЕТРОВ МАКРОСТРУКТУРЫ МЕТОДОМ СВЕРЛЕНИЯ

Приведены результаты исследования распределения плотности древесины в стволе растущей древесины.

Изучение плотности древесины имеет большое практическое и теоретическое значение. По мнению О.И. Полубояринова [1, 2] плотность древесины как показатель

качества древесного сырья имеет многие неоспоримые преимущества перед всеми другими характеристиками. На ее основе можно определить весовую продуктивность древостоев, устанавливать многие конструкционные возможности и технико-технологические свойства древесины как сырьевого материала для производства различных изделий и т. д.

Как было неоднократно подтверждено учеными [3, 4], показатели физико-механических свойств древесины определенно взаимосвязаны и зависят от ее структуры, плотности и размеров.

Исследования отечественных и зарубежных ученых показали, что прочностные и упругие свойства древесины находятся в прямой зависимости от плотности, суммарно отражающей особенности ее анатомического строения [5, 6]. Определено, что распределение плотности древесины любой породы в пределах каждого растущего дерева весьма неоднородно по своей величине и зоне ствола (рис.1). Это, безусловно, создает серьезные, а в ряде случаев и непреодолимые трудности в подборе древесины с однородными свойствами для ответственных и высоконадежных изделий и конструкций.

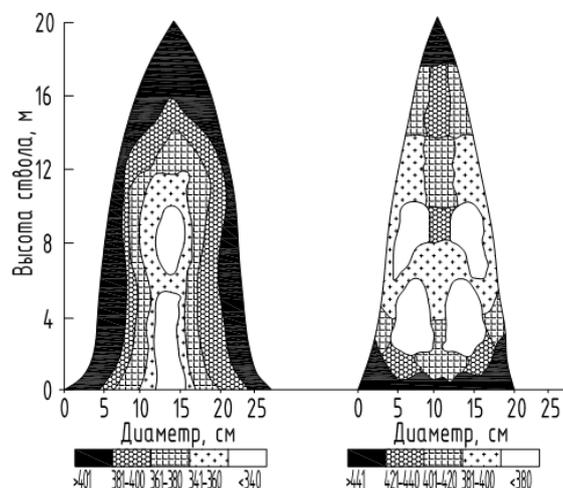


Рис. 1 – Диаграмма распределения плотности в стволе растущего дерева (денситограмма): а) ель, б) осина [5]

Одним из представленных способов оценки качества древесного сырья в полевых условиях, позволяющих определить ширину годичных колец, содержание поздней древесины и показатель плотности является метод сверления с помощью оборудования Resistograph-4453s (Германия). Регистрируемые значения показателя совершаемой при сверлении работы распечатываются на специальной рулонной термобумаге, а также в электронном формате *fh* импортируются на компьютер. Анализ данных и создание системной графической иллюстрации текущих значений параметра выполняются в программе Decom. Сверлильный метод был применен в исследованиях зарубежных ученых С. Ceraldi, Brashaw, K. Brian; Vatalaro, J. Robert. и др [7]. Исследования подтвердили коррелируемость механических свойств древесины, эксплуатируемой в течение длительного периода времени, с показателями условной плотности Resi.

Преимущество сверлильного способа состоит в том, что этот метод применим для полевых испытаний. Нами разработана методика и проводится сравнение данных, полученных в полевых условиях, с данными испытаний стандартными методами на малых чистых образцах.

Для исследования особенностей строения ствола древесины лиственницы даурской были отобраны модельные деревья согласно ГОСТ 16483.6-80. Произведены разметка, маркировка и разделка ствола на отрезки (кряжи) равные 2 м каждый. Каждый кряж пронумерован порядковым номером, считая от комля к вершине.

На каждом кряже проводилось сверление каналов с помощью прибора Resistograph-4453s, оснащенного сверлом-индентором, от поверхности ствола к оси дерева и в направлениях с севера на юг, с запада на восток в отметках позиций. По величине сопротивления сверлению определялась через соответствующие зависимости плотность исследуемой древесины.

При определении взаимосвязи плотности древесины с данными резистографа нами предлагается использовать показатель базисной плотности, т.к. данный показатель является наиболее простым и точным в определении, а также наиболее часто используется в технических расчетах. Суть метода заключается в определении энергии, которая затрачивается на внедрение сверла-индентора до определенной глубины в образец древесины (работа на сверление). При этом высверливаемый канал ориентирован строго перпендикулярно годичным слоям растущего дерева и соответственно пересекает поочередно зоны ранней и поздней древесины.

Получаемый с помощью прибора Резистограф-4453s график-диаграмма позволяет регистрировать зоны плотности древесины в пределах каждого годичного кольца, а, следовательно, и ширину этих зон. Интегрируя показания и учитывая плотность образца, можно установить с высокой точностью величины плотности ранней и поздней древесины, а также процентное соотношение этих составляющих.

Оценку базисной плотности в момент испытаний требуется проводить только для древесины, имеющей начальную влажность на момент испытаний резистографом выше предела насыщения клеточных стенок. Это, в первую очередь, объясняется зависимостью механических свойств от влажности древесины [1, 4, 5].

Методика оценки корреляционной зависимости данных резистограммы была рассмотрена двумя способами.

Анализ отдельных графиков изменения плотности по сечению ствола производилось в приведенной последовательности:

- определялись ошибки, связанные с трением стержня сверла-индентора и древесиной при просверливании кряжей;
- приводились данные резистограммы к требуемым значениям с учетом выявленной ошибки;
- рассчитывались средние показатели Resi на каждом участке по 1 см.

Основные участки замера и ошибки, связанные с трением стержня сверла-индентора о стенки канала при просверливании кряжей на резистограмме представлены на рис.

2.

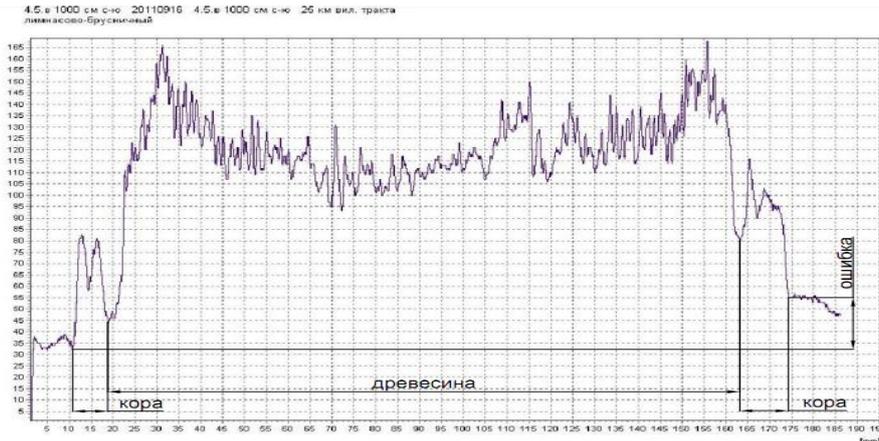


Рис. 2 – Характерные участки замера и ошибки связанные с трением стержня сверла-индентора и древесины на резистограмме

На рис. 3. представлены зависимость ошибок резистографа от глубины просверливания.

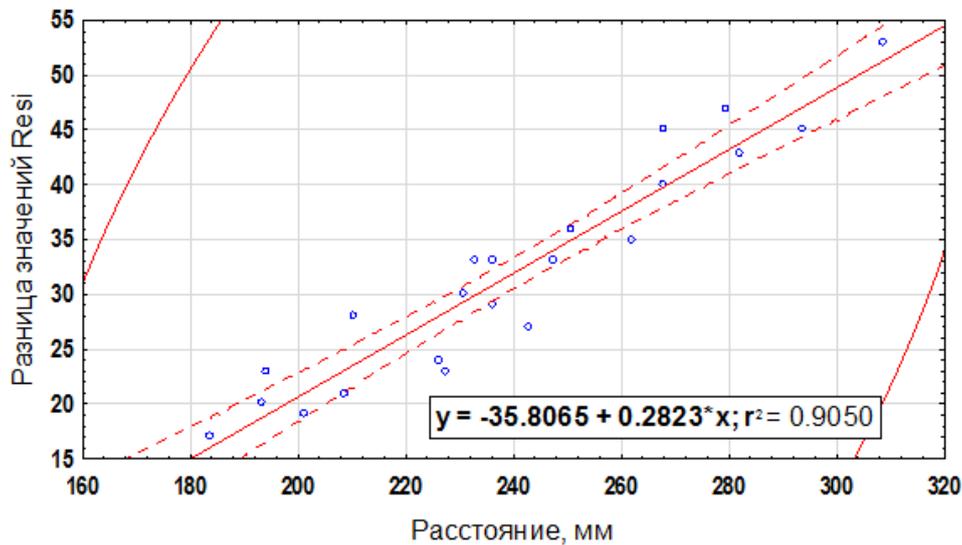


Рис. 3 - Зависимость величины ошибок вывода значений Resi от глубины просверливания

Ошибка вывода значений Resi имеет тесную линейную зависимость с глубиной просверливания. Она может быть связана с трением стержня сверла-индентора о стенку канала, упругостью самой древесины, а также из-за возможного изгиба линии оси канала. В соответствии с результатами анализа установлено, что изменение ошибки измерения имеет линейный характер и для ее устранения необходимо учесть параметры входных и выходных данных.

Приведение к истинным значениям Resi вычисляется по формуле (1).

$$\check{Y} = Y_{xi} - \delta * x_i - \check{Y} \quad (1)$$

где: Y_{xi} – значения Resi в определяемой точке на резистограмме;

δ – ошибка значений на резистограмме, связанная с трением (вычисляется по формуле 2) ;

x_i - точка на координате резистограммы;

\check{Y} – значение входного сигнала (вычисляется по формуле 3);

$$\delta = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} \quad (2)$$

$$\check{Y} = Y_{xi} - \delta * x_i \quad (3)$$

Для подтверждения предварительных результатов исследований и сделанных по ним выводов было произведено сравнение показателей плотности древесины, полученных в полевых условиях с данными лабораторных испытаний. В лаборатории плотность определялась на малых чистых образцах, нормализованных до влажности 14,5%, 22,6%, 28,7%. В результате выявлена обратная тенденция, а именно, с увеличением влажности показатели условной плотности $Resi$ снижаются. При этом отмечается, что показатели $Resi$ для древесины с влажностью 28,5% и влажностью растущего дерева (влажность составляла в заболонной части 116-132%, ядровой части 60-72%), практически одинаковы. Таким образом, следует констатировать, что получение наиболее точных показателей плотности методом сверления возможно при влажности древесины выше предела насыщения клеточных стенок.

Определение связи базисной плотности с показателем $Resi$ были произведены на малых чистых образцах. Результаты анализа представлены на рис. 4.

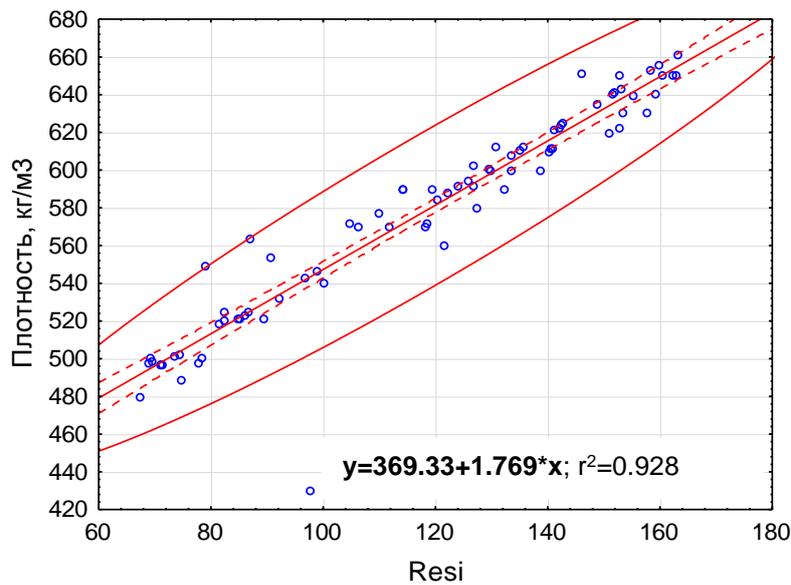


Рис. 4. Связь базисной плотности с приведенными значениями $Resi$

В соответствии с установленной связью между базисной плотностью и значениями $Resi$ определены в виде графиков текущие значения исследуемого (регистрируемого прибором) параметра по мере пересечения наконечником сверла годичных слоев дерева.

Суммируя определенным образом эти данные, можно составить карты распределения плотности древесины (денситограммы) в цилиндрической системе координат (рис.5).

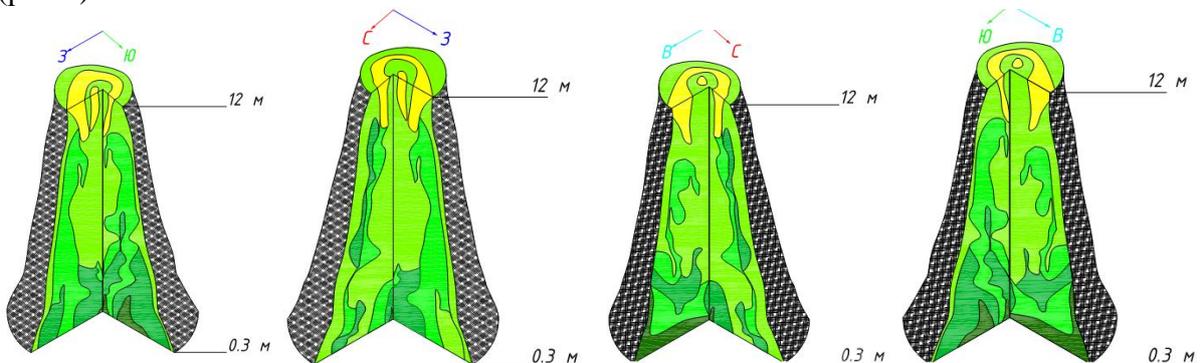


Рис. 5 - Карта распределения плотности (денситограммы) в разрезе

На основе такой иллюстрации можно с высокой степенью точности квалифицировать не только качество древесины, но и назначать отбор технологических сортиментов с максимальными предпочтениями тех или иных характеристик древесины..

Результаты проведенных исследований позволяют определять характер и степень анизотропности древесины, взятой из конкретных зон дерева, а также прогнозировать «поведение» древесины при ее обработке (сушке, склеивании, резании, пропитке и т.д.) с учетом ожидаемых напряженно-деформационных состояний древесного материала.

Библиографический список

1. Полубояринов О. И. Плотность древесины / О.И. Полубояринов. – М.: Лесная промышленность, 1976. –160 с.
2. Полубояринов О.И. Оценка качества древесного сырья. – Л.: ЛТА.: 1971. – 70 с.
3. Мелехов В.И. Комплексная оценка качества древесины хвойных пород в культурах: монография / В.И. Мелехов, С.А. Корчагов, Н.А. Бабич; Сев. (Арктич.) федер. ун-т. – Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. – 130 с : ил.
4. Волынский, В.Н. Взаимосвязь и изменчивость физико-механических свойств древесины / В.Н. Волынский – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2000. – 196 с.
5. Алексеев И.А., Полубояринов О.И. Лесное товароведение с основами древесиноведения: учеб. Пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 457 с.
6. Вихров, В. Е. Изменение крепости древесины в зависимости от процента по здней части годичного слоя и влажности / Вихров В.Е. //Труды Арханг. лесотехн. ин-та. – 1949. – Т. 13. – С. 175-178.
7. Brashaw, Brian K.; Vatalaro, Robert J.; Wacker, James P.; Ross, Robert J. Condition Assessment of Timber Bridges: 1. Evaluation of a Micro-Drilling Resistance Tool Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-159. US Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. Madison, WI, 2005.

УДК 674.047

Мазаник Н. В., Бабич Д. П.

(БГТУ, г. Минск, РБ) vileishikovan@mail.ru

СОКРАЩЕНИЕ РАСХОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ СУШКЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Изучена возможность применения конвертеров частоты вращения вентиляторов в конвективных сушильных камерах. Определены рациональные скорости перемещения сушильного агента через штабель. Показана эффективность использования конвертеров частоты для снижения расхода электроэнергии.

В современных условиях постоянного роста цен на энергоносители вопросы энергосбережения приобретают ключевое значение с точки зрения обеспечения конкурентоспособности продукции деревообработки. Особенно заметный эффект мероприятия, направленные на снижение расхода энергии, имеют в таком энергоемком процессе как сушка пиломатериалов. В настоящее время известно достаточно много способов уменьшения потребления тепловой энергии. К ним относятся:

– перевод сушильных камер, работающих на пару, на использование в качестве теплоносителя горячей воды;

- сокращение потерь тепловой энергии за счет улучшения теплоизоляции сушильных камер;
- повышение точности контроля и регулирования параметров сушильного агента;
- использование теплоты отработанного сушильного агента;
- использование солнечной энергии;
- применение конденсационных установок;
- внедрение осциллирующих и прерывистых режимов сушки.

В то же время гораздо более редкими являются исследовательские работы, направленные на оптимизацию потребления электрической энергии при сушке. Большинство из них концентрируются вокруг проблем сокращения аэродинамических потерь за счет оптимизации сечений циркуляционных каналов и совершенствования конструкций вентиляторов. Однако наиболее интересным и перспективным направлением исследований представляется разработка режимов сушки с регулируемой скоростью перемещения сушильного агента в штабеле пиломатериалов. Такое регулирование может быть реализовано путем включения в систему привода вентиляторов конвертеров, изменяющих частоту их вращения.

Высокая эффективность применения конвертеров частоты вращения в сушильных камерах обусловлена законами пропорциональности расхода, давления, мощности и частоты, проиллюстрированными на рисунке 1.

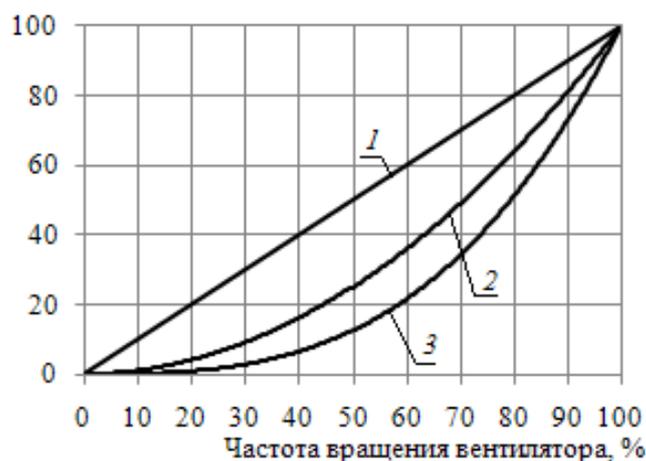


Рис. 1. Зависимость расхода, давления, и энергопотребления вентилятора от частоты его вращения:

1 – расход; 2 – давление; 3 – энергопотребление

Так, очевидно, что расход воздуха может регулироваться путем изменения числа оборотов вентилятора. Однако в то время как при соотношении расход-частота вращения имеет место линейная зависимость, давление-частота вращения – квадратичная, то потребляемая вентилятором мощность при изменении частоты вращения изменяется пропорционально кубу этого изменения:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}, \quad (1)$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2, \quad (2)$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^3, \quad (3)$$

где n_1 – номинальная скорость вращения вентиляторов; n_2 – пониженная скорость вращения вентиляторов; Q_1 – номинальный расход воздуха; Q_2 – пониженный расход воздуха; H_1 – номинальное давление; H_2 – пониженное давление; P_1 – номинальная мощность; P_2 – пониженная мощность.

Таким образом, при уменьшении частоты вращения вентилятора относительно номинального значения на 20 % его производительность также уменьшается на 20% (т. е. до 80% от номинальной), в то же время, потребление электроэнергии снижается уже на 50 %.

Как известно, в настоящее время регламентируемыми параметрами режимов сушки являются температура, психрометрическая разность и относительная влажность сушильного агента. Стандартные режимы сушки, приведенные в РТМ, разработаны для сушильных камер, обеспечивающих определённую скорость циркуляции воздуха. Для хвойных и мягких лиственных пород эта скорость составляет 1,0÷2,5 м/с, для твёрдых лиственных пород – 0,8÷2,0 м/с. При фактической скорости ниже или выше стандартного диапазона скорость сушки регулируют, изменяя психрометрическую разность агента. В то же время у некоторых зарубежных производителей сушильных камер наблюдается тенденция к увеличению средней скорости потока агента в штабеле до 3–3,5 м/с. Поставщики оборудования заявляют о повышенной производительности таких камер. Для выяснения того, насколько обоснованным является такое утверждение, мы проанализировали влияние скорости циркуляции воздуха на скорость сушки сосновых пиломатериалов (рис. 2).

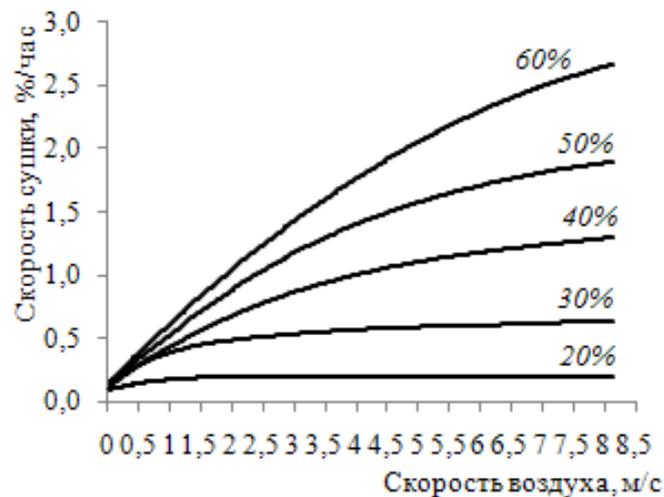


Рис. 2. Зависимость скорости сушки от скорости циркуляции воздуха в штабеле при различных значениях влажности пиломатериалов

Из графиков, представленных на рис. 2, можно видеть, что чем выше влажность древесины, тем сильнее влияет скорость циркуляции на интенсивность десорбции. Это может быть объяснено тем фактом, что в начале процесса сушки влажность наружных слоев древесины высока, кроме того капиллярный подсос влаги из ближних слоев древесины полностью компенсирует потерю влаги за счет испарения. Таким образом, скорость испарения определяется в основном скоростью удаления молекул воды с поверхности циркулирующим потоком воздуха. По мере просыхания поверхностных слоев

путь, который должна проходить влага для достижения поверхности увеличивается, скорость сушки начинает зависеть в основном от процесса влагопроводности и становится малочувствительной к изменениям скорости циркуляции. Так, например, при влажности древесины ниже 30% изменения скорости воздушного потока в диапазоне 1,5–8 м/с практически не влияют на интенсивности испарения [1]. Таким образом, может быть сделан вывод о целесообразности уменьшения скорости циркуляции воздуха в камере по мере просыхания высушиваемого материала.

Мы произвели сравнительный анализ расхода электроэнергии на сушку пиломатериалов сосны толщиной 40 мм стандартным режимом и режимом, в котором производится поэтапное снижение частоты вращения вентиляторов по мере уменьшения влажности древесины. Расчет производился для камеры с 5 осевыми реверсивными вентиляторами с приводами от двигателей мощностью 3 кВт каждый. Суммарная установленная мощность таким образом составляла 15 кВт. Скорость сушильного агента в штабеле пиломатериалов при 100% номинальной мощности вентиляторов равнялась 2,5 м/с (табл. 1).

Таблица 1

**Сравнительный анализ энергозатрат на сушку
с и без регулирования частоты вращения вентиляторов**

Стадия цикла сушки	Текущая влажность материала, W, %	Продолжительность стадии цикла сушки, ч	Режим без регулирования частоты вращения вентиляторов		Режим, предусматривающий регулирование частоты вращения вентиляторов		
			Скорость сушильного агента в штабеле, м/с	Расход электроэнергии, кВт·ч	Процент от номинальной частоты вращения вентиляторов, %	Скорость сушильного агента в штабеле, м/с	Расход электроэнергии, кВт·ч
Прогрев	110	8	2,5	120	85	2,1	73,7
1	110-100	7	2,5	105	100	2,5	105,0
2	100-90	7	2,5	105	100	2,5	105,0
3	90-80	7	2,5	105	95	2,4	90,0
4	80-70	7	2,5	105	90	2,3	76,5
5	70-60	6	2,5	90	86	2,2	57,2
6	60-50	5	2,5	75	82	2,1	41,4
7	50-40	5	2,5	75	78	2,0	35,6
8	40-30	4	2,5	60	75	1,9	25,3
9	30-25	4	2,5	60	72	1,8	22,4
10	25-10	15	2,5	225	70	1,8	77,2
ВТО	10	2	2,5	30	80	2,0	15,4
Конд-е	10	2	2,5	30	80	2,0	15,4
Охлаждение	10	2	2,5	30	80	2,0	15,4
Итого:				1215,0			755,42

Из таблицы можно видеть, что суммарные затраты электроэнергии на сушку пиломатериалов без использования конвертера частоты вращения вентиляторов составили

1215 кВт·ч, при применении регулирования частоты - 755,42 кВт·ч. Таким образом экономия энергии составляет 37,8 %. Приведенный расчет убедительно доказывает целесообразность перевода сушильных камер на использование режимов сушки с регулируемой скоростью циркуляции агента. Тем не менее, возможность регуляции частоты вращения вентиляторов не менее важна даже при отсутствии специализированных режимов. Как известно, верхний предел скорости циркуляции в камере ограничивается требованиями обеспечения заданного качества сушки и зависит от породы и толщины пиломатериалов. Исследования, проведенные Центром лесной продукции Брукса и Политехническим институтом Виргинии [2] показали, что на первой ступени сушки оптимальной является скорость 1,8-2 м/с. Данные результаты подтверждаются опытом других крупных производителей камер. Например, Muhlbock/Vanisek указывает на то, что максимально допустимой является величина 2–2,5 м/с и ее превышение приводит не только к ухудшению качества сушки, но даже к сокращению ее скорости, поскольку на поверхности древесины при излишне большой скорости циркуляции образуется своеобразная «корка», препятствующая испарению [3]. При этом чем выше базисная плотность высушиваемой древесины, тем ниже должна быть скорость сушки и, соответственно, скорость циркуляции.

Однако известно, что при проектировании сушильных камер производители оборудования закладывают такие вентиляторы, которые по своим характеристикам способны обеспечить сушку самого быстросохнущего пиломатериала. За него обычно принимают сосновые доски толщиной 19-25 мм. При формировании штабеля из пиломатериалов большей толщины скорость циркуляции агента сушки в нем будет существенно выше оптимальной.

Чтобы продемонстрировать это мы определили скорость циркуляции агента сушки в штабеле пиломатериалов при различном объеме циркулирующего воздуха ($V=180$ тыс. м³/ч, $V=190$ тыс. м³/ч, $V=200$ тыс. м³/ч и $V=210$ тыс. м³/ч). Расчет производился для камеры с поперечно-вертикальной циркуляцией воздуха. Длина сушильного пространства камеры составляла 13 м, высота пакетных штабелей, уложенных без шпаций – 3,225 м, толщина межрядовых прокладок 25 мм, межпакетных прокладок – 75 мм. Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Зависимость скорости циркуляции сушильного агента в штабеле от толщины пиломатериалов

Толщина пиломатериалов, S, мм	Скорость циркуляции сушильного агента, м/с, при объеме циркулирующего воздуха, тыс. м ³ /ч:			
	210	200	190	180
19	2,2	2,1	2,0	1,9
22	2,3	2,2	2,1	2,0
32	2,7	2,6	2,4	2,3
40	3,0	2,8	2,7	2,5
50	3,3	3,1	2,9	2,8
60	3,5	3,4	3,2	3,0

Можно видеть, что при любом рассмотренном объеме циркуляции скорость движения воздуха для части толщин материалов выходит за пределы оптимального диапазона 2–2,5 м/с (рис. 3). Таким образом, при сушке толстых досок возникает явный переизбыток мощности, который выливается в бесполезные затраты электрической энергии.

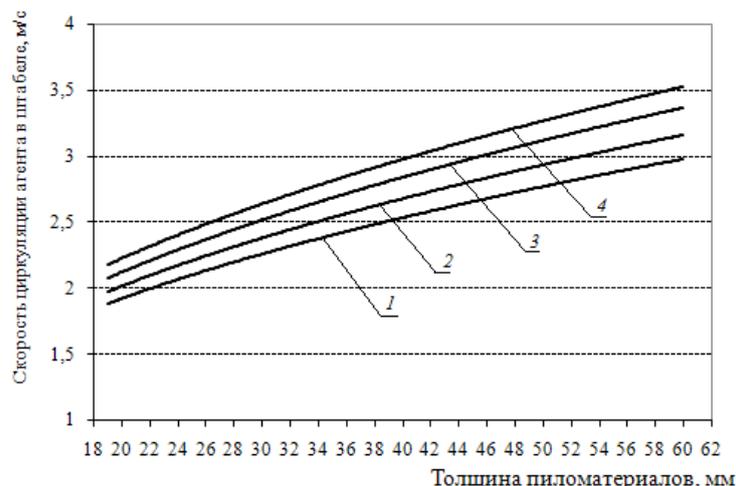


Рис. 3. Зависимость скорости циркуляции сушильного агента в штабеле от толщины пиломатериалов: 1 – объем циркулирующего агента сушки $V=180$ тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$; 2 – $V=190$ тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$; 3 – $V=200$ тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$; 4 – $V=210$ тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$

В табл. 3 приведены результаты расчета, показывающего, на сколько может быть уменьшена производительность вентиляторов при условии поддержания в штабеле скорости циркуляции, равной 2,5 м/с.

Таблица 3

Результаты расчета требуемой производительности вентиляторов для обеспечения скорости циркуляции агента в штабеле равной 2,5 м/с

Толщина пиломатериалов, S , мм	Коэффициент заполнения штабеля по высоте, β_v	Площадь живого сечения штабелей, $f_{ш}$, м^2	Требуемый объем циркуляции, тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$	Процент использования номинальной производительности вентиляторов, %	Процент потребления установленной мощности приводов вентиляторов, %
19	0,402	26,38	237,4	100,0	100
25	0,465	23,93	215,3	90,7	73
32	0,522	21,72	195,4	82,3	53
40	0,572	19,77	178,0	75,0	43
50	0,620	17,93	161,3	68,0	32
60	0,657	16,52	148,6	62,6	23

Подводя итог вышесказанному, отметим, что регулирование скорости циркуляции агента сушки посредством использования конверторов частоты вращения вентиляторов должно производиться в зависимости от трех факторов: породы пиломатериалов, их размерных характеристик и текущей влажности древесины. Использование конвертеров позволяет существенно сократить расход электроэнергии на сушку пиломатериалов.

Библиографический список

1. Steiner Y. Optimizing the air velocity in an industrial wood drying process: Master thesis // Department of ecology and natural resource management. – Norwegian university of life sciences, 2008. – 114 с.

2. Wengert E. M. Principles and practices of drying lumber // Brooks forest products center of Virginia, Virginia polytechnic institute. – Lignomat, USA Ltd., 2006.

3. Muhlbock/Vanicek: классика сушки древесины [Электронный ресурс] // Оборудование и инструмент для профессионалов : электрон. версия газ. 2008. URL: <http://www.informdom.com/equipment/wood/article/538/> (дата обращения: 14.02.2014).

УДК 674.812.02

Паринов Д.А., Шамаев В.А.

(ВГЛТА, г. Воронеж, РФ) drevstal@mail.ru

СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ШПАЛ ИЗ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Доказана возможность получения железнодорожных шпал из модифицированной древесины мягких лиственных пород путем пропитки, прессования и сушки. Вставки из прессованной древесины плотностью 1000-1100 кг/м³ с рабочей торцевой поверхностью в местах крепления рельса к шпале обеспечивает срок службы шпалы 35-50 лет.

В настоящее время в мире всё больший интерес приобретает проблема облагораживания малоценной древесины (осина, береза, тополь, эвкалипт) в связи с возникшим дефицитом ценной древесины твердых лиственных пород [1,2,3,4]. Разработанные технологии модифицирования касаются в основном маломерных заготовок длиной до 1,5 м [5]. Основные требования, предъявляемые к заготовкам из модифицированной древесины:

- стоимость ниже аналога, например древесины дуба;
- огнестойкость;
- биостойкость;
- декоративные свойства не хуже аналогов;
- прочность равная или выше аналогов;
- формоизменение на уровне натуральной древесины;
- эксплуатационные свойства на уровне древесины хвойных пород.

В настоящее время разработаны технологии, позволяющие реализовать совокупность предъявляемых требований [5], но только для короткомерных заготовок. По этим технологиям налажен выпуск модифицированной древесины в Китае, Японии, России, США, многих странах Евросоюза.

Нами предлагается несколько технологических решений для получения крупномерных заготовок длиной 3 – 12м для получения, например железнодорожных шпал, свай, столбов ЛЭП, переводных брусев и т.д.

Для примера рассмотрим только одну породу в качестве сырья березу, которая в настоящее время в РФ перерабатывается в размере 15% от расчетной лесосеки. В качестве конечного продукта рассматриваем столб ЛЭП длиной 8м или переводной брус той же длины.

Для получения железнодорожных шпал длиной до 2,75 м разработана технология, совмещающая операции сушки, прессования и пропитки заготовок в одной установке, как по месту, так и по времени.

Полученные таким способом шпалы служат вдвое дольше, чем сосновые, но имеют один недостаток – под металлической прокладкой они изнашиваются, т.к. в процессе эксплуатации подкладка совершает возвратно-поступательные движения и волокна древесины перерезаются телом прокладки (износ происходит поперек волокон древе-

сины). Как известно, износ древесины вдоль волокон в 3 раза меньше, чем поперек волокон. Поэтому была поставлена задача в местах крепления шпалы к рельсам заменить износ, поперек волокон на износ вдоль волокон с целью увеличения долговечности шпалы.

В производстве деревянных железнодорожных шпал обозначились следующие проблемы.

Истощены запасы исходного сырья для производства деревянных шпал – древесины хвойных пород с требуемым размером поперечного сечения в центральных регионах РФ, где сосредоточена основная часть железных дорог и соответственно шпалоприточных заводов-изготовителей данных шпал.

Следствием данной проблемы является необходимость завоза сырых непропитанных шпал из отдаленных районов Урала, Севера и Сибири, что ведет в конечном итоге к их удорожанию.

Применяемые в РФ в настоящее время деревянные шпалы (железная дорога, метрополитен, подъездные пути предприятий, трамваи) изготавливаются в основном из древесины сосны, срок службы которых из-за невысокой плотности и большой грузонапряженности путей составляет в среднем 12-15 лет. Для сравнения: в развитых странах Европы и Америки шпалы изготавливают из древесины твердых лиственных пород (дуба, бука, тропических пород, и срок их службы составляет 50 лет).

Следствием этого является необходимость их частой замены с соответствующими издержками по ее осуществлению.

Наиболее применяемая в РФ является существующая технология производства и всем широко известны бетонные шпалы, имеющие в местах крепления металлические подкладки - вставки из прессованной или натуральной древесины, чередующиеся с резинокордным [3]. Данная вставка увеличивает срок службы шпалы, до 15-16 лет по сравнению с металлическими скреплениями типа АРС-4. Затем вследствие отсутствия сцепления древесины с бетоном в результате многократного разбухания и усушки деревянная вставка получает свободу перемещения в гнезде и под нагрузкой быстро разрушается.

Известна технология производства деревянной шпалы из прессованной древесины плотностью 800 кг/м^3 , имеющая в местах крепления металлической подкладки вставку из прессованной древесины плотностью 1000 кг/м^3 с расположением волокон перпендикулярно оси шпалы [2, 3]. Срок службы такой шпалы составит 30-35 лет в условиях эксплуатации в европейских странах, где нагрузки на ось меньше, чем в России. Срок службы шпал из древесины дуба и твердых пород равен 30 лет. В условиях РФ срок службы таких шпал не превысит 25 лет, а в тяжело нагруженных путях (подъездные пути карьеров, шахт) 15 лет [4].

Ж/д шпалы из модифицированной древесины отличаются своей экологической безопасностью и низкой себестоимостью изготовления от аналога - сосновой шпалы сечением $18 \times 25 \text{ см}$, в зависимости от длины, со сроком службы в среднем 15 лет. Отличительной особенностью нового материала является его низкая горючесть. Добавки антипиренов в пропиточный состав позволяют получить малогорючие шпалы для метрополитенов.

Решение проблем – приближение источников сырья к местам его наибольшего использования и повышения качества и долговечности производимых шпал может быть реализовано путем изготовления шпал из модифицированной древесины малоценных лиственных пород (березы, ольхи, тополя), а также сосны с меньшим по сравнению с используемым в настоящее время поперечным сечением ствола. Запасы указанных пород имеются в настоящее время в центральных районах РФ в значительных количествах, а плотность древесины этих пород после ее модификации превышает плотность и прочность до соответствующих показателей древесины твердых лиственных пород.

Аналогом предлагаемой в качестве материала для производства шпал является модифицированная древесина, используемая в течение 20 лет для изготовления паркета, окон, дверей и подшипников скольжения. Известен также способ получения модифицированной древесины для производства шпал, включающий одновременное уплотнение, пропитку и сушку до влажности 20% в каменноугольном масле (патент РФ №2128113 1999г.) [1]. Техническим недостатком этого способа является то, что получаемая заготовка шпалы оказывается пропитанной на глубину 1 – 3 мм поперек волокон и до 150 мм с торца при поперечном сечении шпалы 180x250 мм и длине 2750 мм, т.е. отсутствует сквозная пропитка шпалы. Этот недостаток устраняется при использовании способа пропитки цилиндрической заготовки с торца под давлением, (патент РФ №2227779 2004 г.) [2].

80% древесины мягких лиственных пород диаметром 25 см и более имеет в центральной части гниль (фаутную зону), у которой прочность в среднем вдвое ниже, а проницаемость для жидкостей в 1,5 – 3 раза выше, чем у здоровой древесины. Диаметр такой пораженной грибами зоны колеблется от 10 до 15 см в зависимости от возраста древесины и, соответственно, диаметра ствола. Недостатком этого способа, является невозможность качественной обработки древесины, содержащей фаутную зону, т.к. из-за большой рыхлости фаутной зоны пропиточная жидкость будет проходить только через фаутную зону из-за большего сопротивления здоровой зоны. В результате получаемая модифицированная древесина имеет низкое качество.

Для увеличения срока службы деревянной шпалы до 30 – 50 лет в условиях РФ предлагается следующее техническое решение.

В деревянной шпале, состоящей из массива прессованной древесины и двух вставок из прессованной древесины, установленных в местах крепления стальной прокладки к шпале, прессованная древесина вставок выполнена с рабочей торцевой поверхностью плотностью 900 - 1000 кг/м³, влажностью 10-12% и содержит кубовый остаток ректификации стирола в количестве 15-17% от массы сухой древесины, обеспечивающий величину предела прочности при скалывании вдоль волокон не менее 20 МПа величину сил разбухания поперек волокон не более 10 МПа, а высота вставок составляет не менее 30 мм. [2].

Известно, что наиболее износостойкой поверхностью древесины является торец или в направлении вдоль волокон. Соотношение истирания в направлениях: торец, параллельно волокнам: перпендикулярно волокнам равно: 1 : 3 : 9.

Следовательно, наличие вставки из прессованной древесины с рабочей торцевой поверхностью обеспечит ее износ под металлической подкладкой в 3 раза меньший, чем у шпалы [2]. Однако для выполнения этого условия необходимо, чтобы древесина вставок имела предел прочности при скалывании вдоль волокон не менее 20 МПа (прессованная древесина имеет предел прочности 12-14 МПа). Для этого при получении прессованной древесины вставок в нее вводят кубовый остаток ректификации стирола (КОРС) в количестве 15-17% от массы сухой древесины, обеспечивающий величину предела прочности при скалывании вдоль волокон 24 МПа. Если содержание КОРС менее 15%, величина предела прочности составляет менее 20 МПа, а увеличение содержания КОРС более 17% снижает величину предела прочности при скалывании вдоль волокон, т.к. материал становится хрупким.

Другим важным фактором является величина сил разбухания прессованной древесины поперек волокон. Если силы разбухания превышают величину предела прочности при раскалывании прессованной древесины шпалы (8-9 МПа), то при разбухании древесины вставок после атмосферных осадков вставки разорвут шпалу пополам по всей длине. Величина сил разбухания прессованной древесины составляет 16-18 МПа, а древесины, содержащей 15-17% кубовых остатков ректификации стирола

4-5 МПа. Кубовый остаток ректификации стирола является единственным промышленным модификатором, сохраняющим прочность в эксплуатационных условиях не менее 50 лет.

Влажность древесины вставок 10-12% выбирается из тех соображений, что равновесная влажность прессованной древесины 12% является предельной, т.к. при большей влажности древесина разбухает. Нижний предел 10 % обусловлен тем, что в условиях эксплуатации влажность древесины вставок колеблется от 14 до 16%, следовательно, прессованная древесина влажностью 10 % увеличит свою влажность на 4-6%, в ней разовьются силы разбухания, недостаточные для того, чтобы разорвать шпалу, но достаточные для того, чтобы обеспечить жесткую фиксацию вставки в гнезде шпалы.

Нижний предел плотности древесины вставки 900 кг/м^3 обусловлен тем, что при меньшей плотности износостойкость торцевой поверхности падает и приближается к величине износостойкости натуральной древесины. При плотности древесины более 1000 кг/м^3 жесткость древесины настолько велика, что утрачивается ее роль демпфера между рельсом и грунтом.

Высота вставки должна составлять не менее 30 мм, иначе при динамических нагрузках древесина вставки расслаивается по волокнам и разрушается из-за низкой жесткости конструкции.

На рисунке 1 изображен вид шпалы из прессованной древесины плотностью $750-800 \text{ кг/м}^3$ и двумя вставками из прессованной древесины плотностью $900-1000 \text{ кг/м}^3$ с торцевой рабочей поверхностью, на рисунке 2 вид вставки, содержащей кубовые остатки ректификации стирола и склеенной из четырех равных частей.

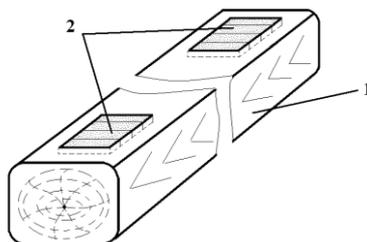


Рисунок 1 - вид шпалы из прессованной древесины плотностью с двумя вставками из прессованной древесины

В процессе эксплуатации прессованная древесина шпалы набирает влагу и немного разбухает. При этом вставка зажимается в корпусе шпалы, и длительное время прочно удерживается в ней.

По результатам испытаний шпал из модифицированной древесины на опытно-экспериментальном кольце ОАО «РЖД» (ст. Щербинка) срок службы таких шпал составит в условиях РФ от 30 до 50 лет в зависимости от условий эксплуатации [6]. На шпалы утверждены ТУ 5883-001-34017041-14

Сборка шпалы происходит следующим образом. В массиве шпалы 1 фрезеруют гнезда в местах крепления подрельсовой подкладки размером $30 \times 130 \times 250 \text{ мм}$, гнезда смазывают клеем, например карбамидоформальдегидной смолой КФЖ с отвердителем щавелевой кислотой и вставляют вставки 2 из прессованной древесины. Через 6-8 часов шпала готова к эксплуатации.

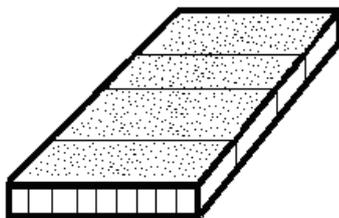


Рисунок 2 - Вид вставки, склеенной из четырех равных частей

Разработанная конструкция шпалы предлагается для планируемой скоростной магистрали Москва-Казань, для которой необходимо уложить 1,3 млн. штук шпал широкой колеи.

Выводы:

1. Создана конструкция шпалы из модифицированной древесины мягких лиственных пород с двумя вставками из прессованной древесины позволяющая увеличить срок службы шпалы широкой колеи до 30 – 50 лет в зависимости от условий эксплуатации.
2. Разработанная конструкция шпалы и технология ее получения будут незаменимы в условиях вечной мерзлоты и заболоченных районов, где применение ж/б шпал исключено. Ввиду того, что полученные таким образом шпалы вдвое дешевле дубовых, рекомендуется их экспорт в Европу, США и Японию, где 90% шпал изготавливают из древесины твердых лиственных пород.

Список литературы:

1. Шамаев В.А. «Модифицирование древесины» [текст], В.А. Шамаев, Н.С. Никулина, И.Н. Медведев, М.: «Флинта», «Наука», 2013 – 455с.
2. Патент РФ №2346809 Способ получения модифицированной древесины Шамаев В.А., Медведев И.Н., Златоустовская В.В., Анучин А.И. ООО «Лигнум», заявка №2007112593/04 от 04.04.2007, опубликована 20.02.2009г. Бюл №5.
3. Патент РФ №2227779 Устройство для пропитки древесины под давлением Шамаев В.А., Панявин С.Н., Скориданов Р.В. Воронежская государственная лесотехническая академия, по заявке 2003103923/12 от 10.02.2003г. опублик 27.04.2004г. Бюл. №12
4. Патент РФ №2128113 Способ получения модифицированной древесины Шамаев В.А., Гвозденко С.П., Томин А.А., ЗАО «Эласт» заявка №96114645/04 от 09.07.1996г. опубликовано 27.03.1999г. Бюл. №30-2002г.

УДК 674.81

Савиновских А.В., Рудневская Ю.И., Масленникова Е.В, Бурындин В.Г.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) savinovskihand@gmail.com

ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ СВЯЗУЮЩИХ

Исследована возможность получения древесного пластика без связующего с использованием растительных и древесных отходов методом горячего прессования в закрытых пресс-формах.

Одним из направлений рационального использования биомассы дерева и растительного сырья является производство древесных композиционных материалов. Во многих странах существует производство древесных композиционных материалов с добавлением к древесным отходам термореактивных и термопластичных органических и минеральных связующих [1].

Цель работы является изучение влияния растительных и древесных отходов на свойства древесного пластика без связующих.

Достоинствами технологии изготовления изделий из ДП-БС являются:

1. Отсутствие дорогостоящего оборудования.
2. Утилизация отходов (древесные и сельскохозяйственные отходы)
3. Относительная дешевизна древесного сырья.
4. Технология производства изделий из ДП-БС экологически чистая и при эксплуатации не выделяют токсичных продуктов.
5. Удешевление получения изделий из ДП-БС с приемлемыми технологическими свойствами.

Практические данные показывают, что древесный пластик без добавления связующих веществ (ДП-БС) с высокими физико-механическими свойствами, можно получить только оптимальных режимах пьезотермической обработки органических пресс-материалов (древесины, отходов растительного сырья, гидролизного лигнина) в герметизированном пространстве (в закрытых пресс-формах). В качестве модификаторов можно использовать лигнин, перекись водорода, карбамид, уротропин, медный купорос, активный ил, ангидриды и др. Использование традиционных химических модификаторов приводит к удорожанию изделий из ДП-БС [2,3,4].

Одним из основных недостатков ДП-БС является невысокая водостойкость. Проблема может быть решена введением лигнина, который является ароматическим полимером, входящий в состав древесины и растительного сырья [5].

Таблица 1 – Физико-механические свойства ДП-БС из сосны и шелухи пшеницы.

№ п/п	Физико-механические свойства	Сосна ¹	Сосна + Модификатор (ИМГТФА-4%) ²	Шелуха пшеницы + Модификатор (H ₂ O ₂ -3%) ²
1	Модуль упругости при изгибе, МПа	1038,3	1825,5	1900,4
2	Прочность при изгибе, МПа	8,2	8,4	6,5
3	Твердость, МПа	29,7	35,5	29,4
4	Число упругости, %	67,1	65,0	61,5
5	Водопоглощение, %	68,3	41,5	76
6	Разбухание, %	6,2	2,5	4,1

Примечание:¹ влажность пресс-материала 12%
² влажность пресс-материала 12%, Содержание лигнина 40%.

Кроме того, показатели водостойкости образцов ДП-БС в существенной мере зависят от исходной влажности пресс-композиции и температуры прессования.

Образцы ДП-БС с использованием лигнина в качестве модификатора позволяет снизить водопоглощение пластика в 2 раза. Введение уротропина наоборот увеличивает водопоглощение на 20-30%, но при этом увеличивает прочность при изгибе пластика 1,5 раза.

Таким образом, установлено, что введение лигнина повышает водостойкость ДП-БС. Древесные пластики из шелухи пшеницы уступают по физико-механическим свойствам пластикам из древесных отходов.

Библиографический список

1. Плитные материалы и изделия из древесины и других одресневевших остатков без добавления связующих / В.Н.Петри [и др.]. – М.: Лесная промышленность, 1976. – 360с.
2. Минин, А.Н. Технология пьезотермопластиков / А.Н.Минин. – М.: Лесная промышленность, 1965. – 296 с.
3. Кононов, Г.Н. Химия древесины и ее основных компонентов / Учебное пособие для студентов специальностей 2602.00, 2603.00 // Г.Н.Кононов– М.: МГУЛ, 1999. - 247 с: ил.
4. Азаров, В.И. Химия древесины и синтетических полимеров: Учебник для вузов / В.И.Азаров, А.В.Буров, А.В.Оболенская– СПб: СПбЛТА, 1999. 628 с.
5. Савиновских А.В. Изучение влияния активации пресс-сырья активированным лигнином на свойства древесного пластика без добавления связующего / А.В. Савиновских, А.А. Окулова, А.В Артёмов, В.Г Бурындин Научное творчество молодежи.- лесному комплексу России: матер. IX Всерос. Науч.-техн. – Екатеринбург: Урал.гос. лесотехн. Ун-т. 2013. – Ч.2. – С.115-117 с.

УДК 674.07

Совина С.В., Яцун И.В.

(УГЛТУ, Екатеринбург, РФ) sovinasv@e1.ru

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ОТДЕЛКЕ МЕБЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Изучены современные тенденции в применении отделочных материалов и технологий отделки элементов мебели.

В производстве мебели продолжают широко применяться разнообразные виды отделки: прозрачная и укрявистая, использование на одной детали эмалей различных цветов, сочетание закрыто- и открыто- пористых отделок (как по натуральной древесине, так и по плёночным материалам).

Последние тенденции в области отделки древесины и древесных материалов складываются под влиянием всё возрастающих требований по охране окружающей среды. Это способствует дальнейшему развитию так называемого «сухого» способа отделки с использованием облицовочных материалов с готовым «финиш - эффектом»: различных полимерных плёнок и плёночных материалов на основе пропитанных бумаг [1].

Однако натуральная древесина (шпон и массив) является сегодня не только традиционным материалом для производства мебели, но и наиболее популярным. Основным способом отделки мебели из массивной древесины остаётся получение защитно-декоративной плёнки жидкими лакокрасочными материалами, однако и здесь происходят изменения. Так отделку натурального шпона производят в условиях его производства, и он может поставляться уже в отделанном виде (в основном это касается рулонного шпона). Готовое покрытие при этом получают или с использованием лакокрасочных материалов, или путём прокатки (или напрессовывания) прозрачной отделочной плёнки (например, уретановой). При такой организации отделочных операций, даже в случае использования жидкого лакокрасочного материала, сокращается объём его потребления и потерь. Кроме того в настоящее время возможно облицовывание методом

прессования с одновременным формованием пластомерными прозрачными материалами.

В технологии отделки жидкими лакокрасочными материалами определились следующие тенденции, направленные на снижение вредных выделений:

- резко снижается доля нитроцеллюлозных материалов как содержащих большое количество органических растворителей и лаков кислотного отверждения, выделяющих формальдегид;

- возрастает доля полиуретановых, акрилатных и полиэфирных материалов. Эти системы претерпевают ряд изменений. Полиэфирные материалы холодной и теплой сушки вытесняются системами УФ-отверждения, а стиролосодержащие, по возможности заменяются на бесстирольные. Полиуретановые лаки с содержанием нелетучей части до 30-40% уступают место лакам с нелетучей частью 60-80%;

- наряду со снижением органических растворителей в лакокрасочных материалах ведутся работы по снижению или замене растворителей с большим содержанием углерода;

- растёт качество водных материалов, у многих производителей вес водных материалов от объёма выпускаемой лакокрасочной продукции составляет от 50-80% [2].

Таким образом, тенденции ориентации развития ассортимента лакокрасочной продукции на менее экологически вредные материалы сохраняются.

Созданные в последние годы водные материалы представляют собой главным образом системы дисперсий и эмульсий или растворы водорастворимых или водоразбавляемых полимеров. Современные водные лакокрасочные материалы обладают различными свойствами. Некоторые из них образуют покрытия со свойствами на уровне нитроцеллюлозных покрытий. Другие, и это в основном водные материалы УФ-отверждения, на более высоком уровне: свето- и водостойкие, с хорошей износостойкостью. В ассортименте водных материалов есть грунтовочные и шпатлёвочные составы для нанесения на вальцовых установках и лаки, эмали различных методов нанесения. Водные грунты и шпатлёвки в основном ультрафиолетового отверждения.

В связи с тем, что вода, присутствующая в лакокрасочном материале, увеличивает шероховатость древесины в большей степени, чем органические растворители, рекомендуется первый грунтовочный слой наносить, по возможности, более тонким. Необходимо также изменить существующие в нашей промышленности подходы к шлифованию, рекомендуется производить данную операцию более тщательно.

Очевидно, что в ближайшие годы основным направлением совершенствования технологии отделки мебельных элементов из древесины и древесных материалов будет снижение экологической вредности технологических процессов и выпускаемой продукции.

Библиографический список

1. Васенкова, Е.Н. Порошковые краски / Е.Н. Васенкова. М.: ТОО "Журнал ЛКМ", 1998. 63 с.

2. Современные тенденции в отделке мебели / Г.В.Соболев, Э.С. Павлова//Мебельщик.2003.С.40-41.

УДК 674.048

Стенина Е.И., Чеснокова Т.Ю.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) sten_elena@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ НАНОМАТЕРИАЛАМИ

В статье обобщается опыт применения наноразмерных коллоидных систем и теоретически изучается возможность их использования для создания модифицированной древесины.

Приоритетными направлениями развития современного материаловедения является разработка и получение наноматериалов и нанотехнологий, возможности которых впервые рассмотрел американский физик Ричард Фейнман (1959 г), подробно обосновав последствия безграничной миниатюризации с позиций теоретической физики.

К наноматериалам условно относят дисперсные и массивные материалы, содержащие структурные элементы (зерна, кристаллиты, блоки, кластеры), геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нм, и обладающие качественно новыми свойствами, функциональными и эксплуатационными характеристиками (рис. 1).

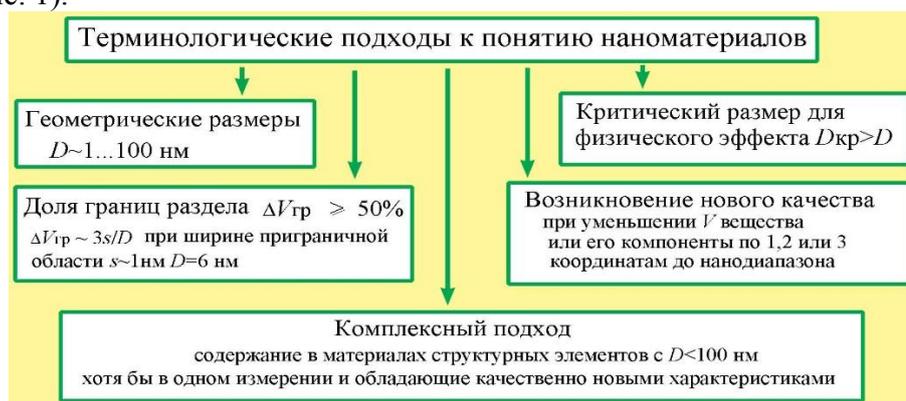


Рис.1. Терминологические подходы к понятию наноматериалов [1].

Наночастицы имеют чрезвычайно большую удельную площадь поверхности, что увеличивает область контакта, поэтому вещество одной массы в наноразмерном состоянии обладает различными свойствами во много раз более сильными, чем вещество этой же массы в агрегированном состоянии. Когда размеры наночастиц или наноструктур соизмеримы или меньше, чем теоретический масштаб физического явления, свойства или процесса (например, длина свободного пробега электронов, дебройлевская длина волны, размер магнитного домена в ферромагнетиках и др.) возможно ожидать различные размерные эффекты [2]. Принципиально меняются и физические явления, лежащие в основе взаимодействия элементов: вместо принципов классической ньютоновской динамики – квантовая теория. Происходит переход от стационарных равновесных состояний к самоорганизующейся структуре, подчиняющейся неравновесной термодинамике и законам синергетики [3].

Уменьшение размеров частиц, составляющих нанокompозитный материал, приводит к тому, что на объемные свойства материала начинают влиять его поверхностные характеристики, а с определенных размеров (10-100 нм) поверхностные свойства начинают доминировать над объемными и преимущественно определять свойства системы в целом. Становится возможным путем варьирования структурными и размерными параметрами (толщиной пленок, размерами нановключений, структурой границ раздела и пр.) в широких пределах менять энергетические характеристики создаваемой системы, а значит, получать необходимую комбинацию различных свойств (механических, электрофизических, оптических и многих других). Появляется реальная возможность изменять свойства материала, придавая ему статические и динамические характеристики, недоступные для объемных материалов (особые механические, оптические, электрические и магнитные свойства, отличные от обычных свойств макрочастиц) [3]. Так, наночастицы серебра и золота становятся хорошими катализаторами химических реакций и даже

непосредственно участвуют в них. Наночастицы некоторых материалов имеют очень хорошие адсорбционные свойства. Установлено, что многие наночастицы обладают высокой проникающей способностью: легко проникают через мембраны клеток, обнаруживаются в клеточном ядре, преодолевают гематоэнцефалический барьер.

Тщательно очищенные нано-частицы могут самовыстраиваться в определённые структуры (рис. 2). Такая структура содержит строго упорядоченные наночастицы и зачастую проявляет необычные свойства.



Рис. 2. Упорядоченная наноструктура

В целом, наука о наноматериалах и нанотехнологиях развивается по следующим направлениям:

- 1) фундаментальные исследования свойств наноматериалов;
- 2) развитие средств и методов исследования структуры и свойств наноматериалов, а также методов контроля изделий и полуфабрикатов для нанотехнологий;
- 3) развитие нанотехнологий как для целенаправленного создания наноматериалов, так и для поиска и использования природных объектов с наноструктурными элементами, а также создание готовых изделий с использованием наноматериалов;
- 4) интеграция наноматериалов и нанотехнологий в различные отрасли промышленности и науки.

К нанотехнологиям относят технологии, обеспечивающие возможность контролируемым образом создавать и модифицировать наноматериалы, а также осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы большего масштаба.

Вектор наноструктурных исследований за рубежом уже почти полностью сместился от изучения и применения нанокристаллических веществ и материалов в область нанотехнологии, т. е. создания изделий и устройств с наноразмерными элементами. Развитие фундаментальных и прикладных представлений о наноматериалах и нанотехнологиях уже в ближайшие годы может привести к кардинальным изменениям во многих сферах человеческой деятельности: в материаловедении, энергетике, электронике, информатике, машиностроении, медицине, сельском хозяйстве, экологии. Осознание ключевой роли данного направления науки привело к разработке в развитых странах широкомасштабных программ по развитию нанотехнологий на основе государственной поддержки. В соответствии с существующими прогнозами мировой объем производства в данной области через 10–15 лет должен превысить 1 трлн долларов [18].

Нанотехнологии создают новые возможности для развития бизнеса и конкуренции благодаря спросу на:

- миниатюризацию изделий,
- материалы с уникальными свойствами,

- развитие новых технологических приемов и методов, базирующиеся на принципах самосборки и самоорганизации,
- практическое внедрение современных приборов исследования и контроля наноматериалов (зондовая микроскопия, рентгеновские методы, нанотвердость),
- развитие и внедрение новых технологий (ионно-плазменные технологии обработки поверхности и создания тонких слоев и пленок, LIGA-технологии, представляющие собой последовательность процессов литографии, гальваники и формовки, технологий получения и формования нанопорошков и т.п.),
- разработку и внедрение новых материалов с качественно и количественно новыми свойствами.

В настоящее время объем промышленного производства разнообразных наночастиц составляет уже сотни тысяч тонн. Наночастицы различных материалов применяются повсеместно – от лакокрасочной до пищевой промышленности. Наиболее «популярными» наночастицами являются частицы, из углерода (нанотрубки, фуллерены, графен), наночастицы оксида кремния, золота, серебра, а также оксида цинка и диоксида титана

Большую часть производимого наноразмерного оксида кремния (SiO_2) составляют нанопорошки аморфного диоксида кремния (НАДК). Они широко применяются в промышленности – в процессе изготовления теплоизоляторов, в производстве оптоэлектроники, как компонент для получения термостойких красок, лаков и клеев, а так же как стабилизатор эмульсий. Также НАДК добавляют в покрытия для защиты от абразивных повреждений и царапин. Для того чтобы покрытие было прозрачным, используются нанопорошки со средним размером частиц менее 40 нм. Внедрение НАДК в древесину может повысить ее огнестойкость и износостойкость.

Интерес вызывает применение коллоидного наносеребра – продукта, состоящего из наночастиц серебра, взвешенных в воде, содержащего стабилизатор коллоидной системы (рис. 3). Типичный размер наночастиц серебра – 5-50 нм. Области применения наночастиц серебра могут быть различными: спектрально-селективные покрытия для поглощения солнечной энергии, в качестве катализаторов химических реакций и для антимикробной стерилизации. Последняя область применения является наиболее важной и включает в себя производство различных средств упаковки, перевязки и водоземлюльсионных красок и эмалей. В настоящее время на основе коллоидного серебра выпускаются препараты - биологически активные добавки с антибактериальным, противовирусным и противогрибковым действием.

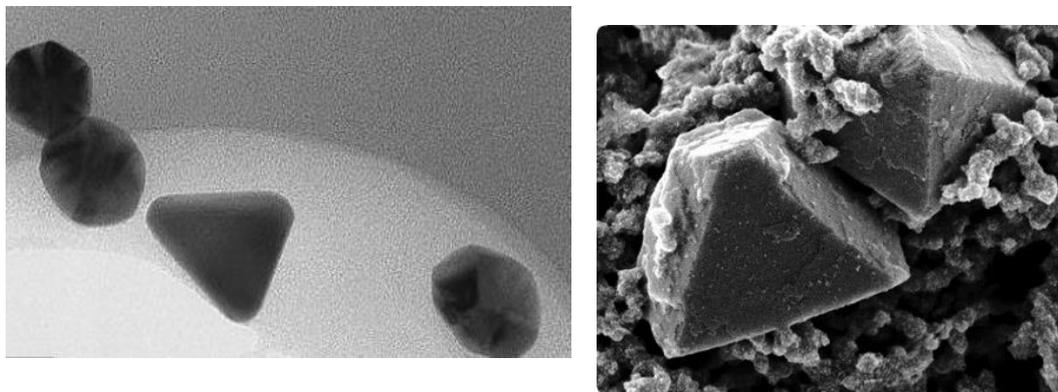


Рис. 3 - Электронная микрофотографии коллоидных наночастиц серебра

Об антимикробном действии коллоидного серебра известно со второй половины XIX в. Немецкий гинеколог Карл Креде открыл мощный антигонобленорейный эффект

у 1% раствора азотнокислого серебра. В России коллоидное серебро активно использовалось в военно-полевой хирургии на полях русско-японской войны 1904 г. С открытием антибиотиков и сульфаниламидов интерес к препаратам серебра несколько снизился. Повышенный интерес к серебру вновь возник в связи с выявленным его действием в организме как микроэлемента, необходимого для нормального функционирования органов и систем, иммунокорректирующими, а также мощными антибактериальными и противовирусными свойствами. Эффективность бактерицидного действия коллоидного серебра объясняется способностью подавлять работу фермента, с помощью которого обеспечивается кислородный обмен у простейших организмов, что приводит к их гибели.

Наночастицы серебра сферической формы и размером не более 20 нм обладают наилучшими антимикробными свойствами: пагубно влияют на более чем 700 видов патогенных микроорганизмов, включая бактерии брюшного тифа и дизентерии, стрептококки, стафилококки, вирусы гриппа. Применение серебра в виде наночастиц позволяет в сотни раз снизить концентрацию серебра с сохранением всех бактерицидных свойств в течении очень длительного времени. Препараты с коллоидным серебром хорошо фиксируются и являются трудновываемыми. Наночастицы серебра проявляют генерировать активные формы кислорода [4]. Поэтому по сравнению с серебром макроразмеров его наночастицы могут проявлять большую токсичность. В целом, системная токсичность наночастиц для животных и человека изучена слабо, поэтому активность их применений требует детального изучения их биологических свойств и, как следствие, влияние на окружающую среду.

Фунгицидная активность препаратов на основе наночастиц серебра исследовалась в Государственном научно-исследовательском институте реставрации на штаммах плесневых грибов *Aspergillus niger* Teigh, *Aspergillus flavus* Link, *Penicillium chrysogenum* Thom, *Ulocladium ilicis* Thom как в лабораторных, так и в полевых условиях. Исследования показали, что использованные препараты (AgBion) ингибируют рост тест-культур при концентрации наноразмерных частиц металлов порядка 10^{-4} %, при нанесении на бумажные диски – в концентрации 10^{-3} %, а в натуральных условиях (на стене) - $10^{-3} \dots 10^{-2}$ %! На фунгицидные свойства не влияют используемые растворители (вода или изооктан) [5].

Покрyтия и материалы (композитные, текстильные, лакокрасочные, углеродные и древесные), модифицированные наночастицами серебра, могут быть использованы в качестве профилактических антимикробных средств защиты в местах, где возрастает опасность распространения инфекций: на транспорте, на предприятиях общественного питания, в сельскохозяйственных и животноводческих помещениях, в детских, спортивных, медицинских учреждениях, в бассейнах, саунах, душах и других местах массового посещения.

В настоящий момент для биозащитной обработки древесины используются либо водные растворы солей, либо композиции на основе органических растворителей и масел. Использование первых приводит к необходимости усложнения технологии защитной обработки за счет обязательной слепопропиточной сушки изделий из массивной древесины, несоблюдение которой провоцирует высокую формоизменчивость и существенное трещинообразование. Вторые повышают горючесть и токсичность древесины [6]. Благодаря использованию препаратов с наноразмерными частицами веществ возможно значительно удешевить процесс создания модифицированной древесины, обладающей заданными свойствами и большим эксплуатационным ресурсом.

Библиографический список

1. Балоян Б.М. Наноматериалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения. [Текст]/ Б.М. Балоян, А.Г. Колмаков, М.И. Алымов,

- А.М. Кротов/ Международный университет природы, общества и человека «Дубна» Филиал «Угреша», М.: 2007. 125 с
2. Иванова В.С. Прочность и пластичность композитных материалов [Текст]/ В.С. Иванова / Металловедение и термическая обработка, 1975.
3. Слепцов В.В. Физико-химические аспекты формирования нанокompозитных структур [Текст]/В.В.Слепцов, И.И.Диесперова, А.А.Бизюков, С.Н.Дмитриев/ М: 26 с
4. Limbach L.K. Exposure of engineered nanoparticles to human lung epithelial cells: influence of chemical composition and catalytic activity on oxidative Stress. [Текст]/ L.K. Limbach, P.Wick, P. Manser, R.N. Grass, A. Bruinink, W.J. Stark/ Environ. Sci. Technol. 2007. V. 41. N 11. P. 4158-4163.
5. Дмитриева М. Б. Определение фунгицидной активности препаратов на основе наночастиц серебра. [Текст]/М.Б. Дмитриева, М.А. Линник, Н.Л. Ребрикова, Д.Ю. Коробов, Е.П. Рыжкова/ Государственный научно-исследовательский институт реставрации, bioestmd@mail.ru; Концерн «Наноиндустрия», 4 с
6. Стенина Е.И. Защита древесины и деревянных конструкций. [Текст]/Е.И.Стенина, Ю.Б. Левинский/ Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. 219 с.
7. ЕЖЕ: все ежедневные и еженедельные обозрения русского Интернета//www.ezhe.com от 10.04.2014 г.

УДК 674.8

Тютиков С.С., Дождикова Ю.Э. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ПЛИТЫ ИЗ ПОРАЖЕННЫХ ГНИЛЯМИ ДРЕВЕСНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ВАЛЕЖНИКА БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ

Изучены физико-механические свойства лигно-углеводных плит, изготовленных из пораженных гнилями древесных включений, без применения связующих.

В торфяной промышленности при разработке месторождений и подготовке площадей к эксплуатации из торфа извлекают значительное количество гниющих древесных включений, в частности, пневую древесину. Ежегодно удаляемый объем древесных включений на торфоразработках СССР составлял, около, 10 млн.м³ и только, примерно, 10% их использовали, в основном, на топливо по ТУ 9-154-78 «Пни и корни для топлива». Для удаления древесных включений отвлекаются людские ресурсы и техника, что повышает стоимость торфяной продукции. В перспективе планируется разработки залежей торфа средней и низкой степени разложения с преобладанием древесных включений. В связи с этим количество древесных включений ежегодно будет увеличиваться и проблема их использования будет принимать все более острый характер.

Известно, что лесозаготовки в настоящее время перемещаются в перестойные леса с большим количеством не только пораженных гнилями древостоев, но и валежника. По результатам наших исследований установлено, что пораженная гнилями ствольная древесина является хорошим сырьем для изготовления плитных материалов, получаемых из древесных частиц без добавления связующих по методу УГЛТУ (ЛУДП), причем пластики с особенно высокими технологическими свойствами получают из одной гнили. Можно было предположить, что гниющие древесные включения в торфе и

валежник также будут хорошим сырьем для изготовления из него ЛУДП. При условии, если его надлежащим образом очистить от минеральных загрязнений.

Однако, условия микробиологического поражения древесных включений в торфе и валежнике отличаются от условий поражения стволовыми гнилями. В частности, они могут поражаться гнилями до более глубоких стадий, они подвергаются в большей степени воздействию атмосферных осадков, которые могут вымывать из них водоекстрактивные вещества, играющие существенную роль при образовании ЛУДП и т.д.

Для проверки этого предложения нами были проведены запрессовки пластиков из пораженных гнилями березового валежника, взятого на поверхности торфяного месторождения и пневой древесины сосны. Взятые пробы были поражены гнилями на 100%. Пневая древесина сосны была поражена деструктивной гнилью, валежник коррозионно-деструктивной.

Пробы сырья измельчали на дробилке ДКУМ до размера частиц, в основном, 3 мм и мельче. Исследованиями, выполненными нами ранее, было установлено следующее:

- после хранения березового сырья при его влажности 70-100% в помещении склада в течении 14 месяцев в результате деятельности дереворазрушающих грибов оптимальная влажность прессматериала понизилась по сравнению с контрольными запрессовками плит из «здоровой» древесины с 24 до 14%;

- после поражения соснового сырья в чистой культуре, грибом *Coniophora cegrella* в течении 70 суток, вызывающего деструктивный тип гниения, оптимальная влажность прессматериала понизилась с 19 до 11%.

Принимая во внимания указанные понижения влажности прессматериалов, влажность прессматериала для дробленки из березового валежника была установлена нами на уровне 14%, из пораженной гнилью сосновой дробленки – 11%. Удельное давление запрессовки пластиков было 3 МПа, температура плит пресса - 170°C, продолжительность горячего прессования 1 мин/мм толщины пластика с последующим охлаждением до 20°C.

Результаты испытаний пластиков приведены в таблице, там же для сравнения приведены результаты испытаний пластиков из непораженного гнилями сырья, примерно, с таким же фракционным составом.

Физико-механические свойства ЛУДП

Показатели свойств ЛУДП	Сырье для получения ЛУДП			
	Пораженное гнилями		«здоровое» (по данным А.С. Аккерман)	
	Березовый валежник	Сосновые древесные включения в торфе	Березовое	Сосновое
Плотность, кг/м ³	1214	1260	1080	1230
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	28,3	29,1	10,8	13,7
Разбухание за 24 часа, %	4,7	2,4	18,0	12,6
Водопоглощение за 24 часа, %	5,6	2,6	28,5	14,3
Влажность плит в момент испытания, %	8,1	8,5	8,5	11,0
Общее влагосодержание за 24 часа, %	12,4	10,2	28,3	21,2

Данные таблицы свидетельствуют о том, что плиты из пораженных гнилями березового валежника и сосновых включений в торфе значительно лучше плит из здорового сырья.

При решении вопроса об использовании валежника или древесных включений в торфе для изготовления ЛУДП необходимо учесть, что технологические режимы и качество получаемых пластиков будут зависеть от ряда факторов (степени поражения сырья дереворазрушающими грибами, соотношения гнилой и здоровой древесины, минеральных примесей и т.д.). Поэтому режимы изготовления пластиков необходимо уточнять применительно к конкретному сырью.

Следует отметить, что изложенные в этой статье исследования носили поисковый характер, поэтому использование на этом этапе пробы сырья, как упоминалось, не содержали «здоровой древесины». О характере влияния содержания в сырье здоровой древесины в какой-то степени можно судить по результатам опытов, изложенных в главе 2 монографии [1], где изложены опыты по изучению возможности изготовления ЛУДП из стволовой древесины, пораженной дереворазрушающими грибами.

Библиографический список

1. Плитные материалы и изделия из древесины и одревесневших растительных остатков без добавления связующих. Аккерман А.С., Антакова В.Н., Бабайлов В.Е. и др. М., «Лесная промышленность», 1976, с. 360.

УДК 667.648.84:621.922.024

Фридрих А.П., Костюк О.И.

(БГТУ, г. Минск, РБ) olga_kostiyk13@mail.

СПЕЦИФИЧНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ МЕТОДОМ ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ, ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ

Статья посвящена особенностям обработки древесины методом шлифования. Рассматривается исследование влияния пород древесины на мощность резания при переменных режимах шлифования.

Шлифование – это процесс обработки заготовок абразивными инструментами с целью: получения поверхности установленного качества (гладкости обрабатываемой поверхности); требуемых линейных величин по толщине детали (калибрование).

Абразивная способность шлифовального материала – важнейшая его характеристика. Это свойство позволяет проводить съём неровностей в обрабатываемом материале при определенных условиях. Из литературных источников, видно, что сохранение абразивной способности материалов располагаются в последовательности: электрокорунд, карбид кремния, эльбор, алмаз [1]. Для обработки древесных материалов, вследствие дешевизны, в основном используют электрокорундовые абразивные инструменты.

Известно, что стойкость шлифовального инструмента, т.е. его работоспособность в основном зависит от технологических факторов: вида используемых абразивов, метода насыпки, обрабатываемого древесного материала и других переменных факторов процесса резания. Однако разработанные рекомендации по расходу абразивного инструмента и затрат мощности на выполнение технологического процесса приемлемы для шлифования древесины при срезании припусков на обработку не превышающих 0,1 мм

с получением микронеровностей на обработанной поверхности не превышающих 0,008 мм.

Проведены исследования, позволяющие устанавливать влияние технологических режимов на стойкость шлифовального инструмента, выраженного в метрах погонных и расхода энергоносителя на резания, в кВт.

Исследования проводились на экспериментальной установке, разработанной на кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов, на базе фрезерно-шлифовального станка.

В настоящее время считается, что абразивная шлифовальная лента не пригодна для дальнейшей работы в случае, когда в результате затупления ее удельная производительность уменьшается вдвое. При умелом подборе зернистости и правильном подборе глубины шлифования, осуществляемой каждой лентой, можно добиться оптимального режима шлифования, при котором все ленты будут работать максимально долго. Создавая рациональный режим работы для шлифовальных лент можно существенно продлить срок их службы, тем добиться не только эффективного шлифования, но и получить максимальный экономический эффект машинной обработки. Количество активных, т.е. взаимодействующих с обрабатываемой поверхностью, зерен зависит от зернистости инструмента, степени его округления, площади контакта с обрабатываемым изделием и характеристик режима шлифования.

Обработка опытных данных позволила определить стойкость шлифовального инструмента (таблица 1) при скорости резания $v_e=18$ м/с, припуска на обработку $h=0,4$ мм, скорости подачи $v_s=8$ м/мин. Калибрование производилось электрокорундовым абразивным инструментом зернистостью Р80.

Таблица 1 – Износостойкость шлифовальной ленты при шлифовании древесины при скорости подачи 8 м/мин

Порода древесины	Сосна	Береза	Дуб	Ольха
Длина обработанной поверхности, пог. м	80	2150	1500	2500

Аналогично получены результаты исследований и для других режимов шлифования, например, при скорости резания $v_e=18$ м/с, при скорости подачи $v_s=6$ м/мин, припуска на обработку $h=0,4$ мм (таблица 2).

Таблица 2 – Износостойкость шлифовальной ленты при шлифовании древесины при скорости подачи 6 м/мин

Порода древесины	Сосна	Береза	Дуб	Ольха
Длина обработанной поверхности, пог. м.	250	4300	3140	5200

Результаты исследований влияния припуска на обработку и скорости подачи при шлифовании древесины ольхи представлены в виде графиков (рис. 1. и 2).

На рисунке 1 представлена зависимость припуска на обработку от длины пройденного пути при шлифовании древесины ольхи.

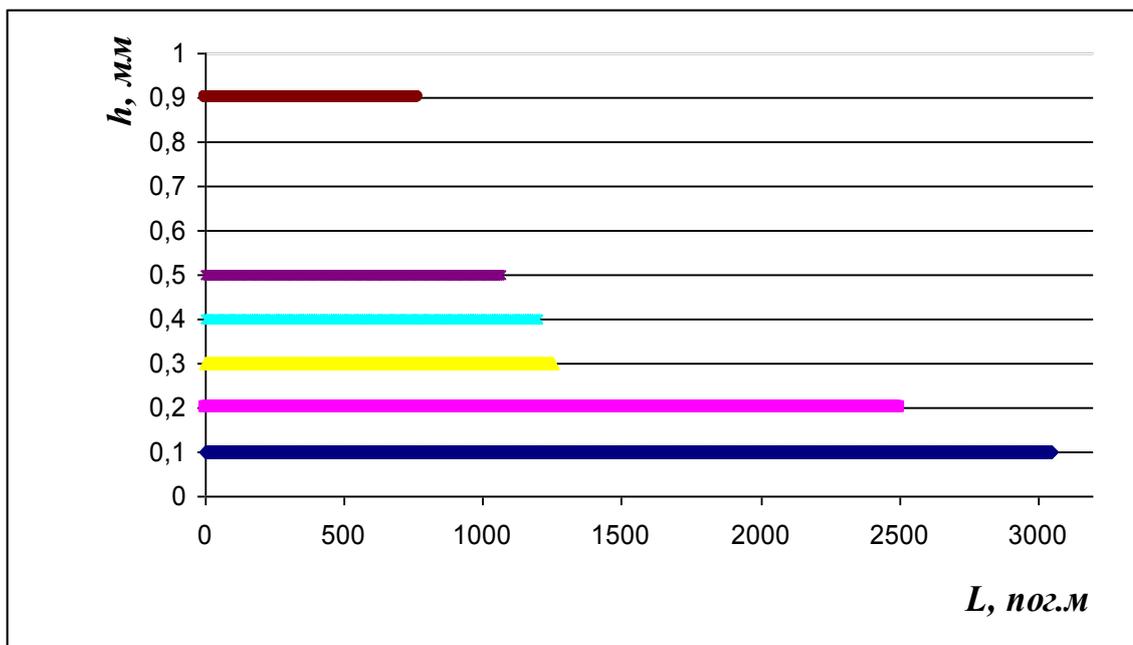


Рисунок 1 – Зависимость припуска на обработку от длины пройденного пути при шлифовании древесины ольхи

На рисунке 2 – представлен график зависимости скорости подачи от длины пройденного пути при шлифовании древесины ольхи.

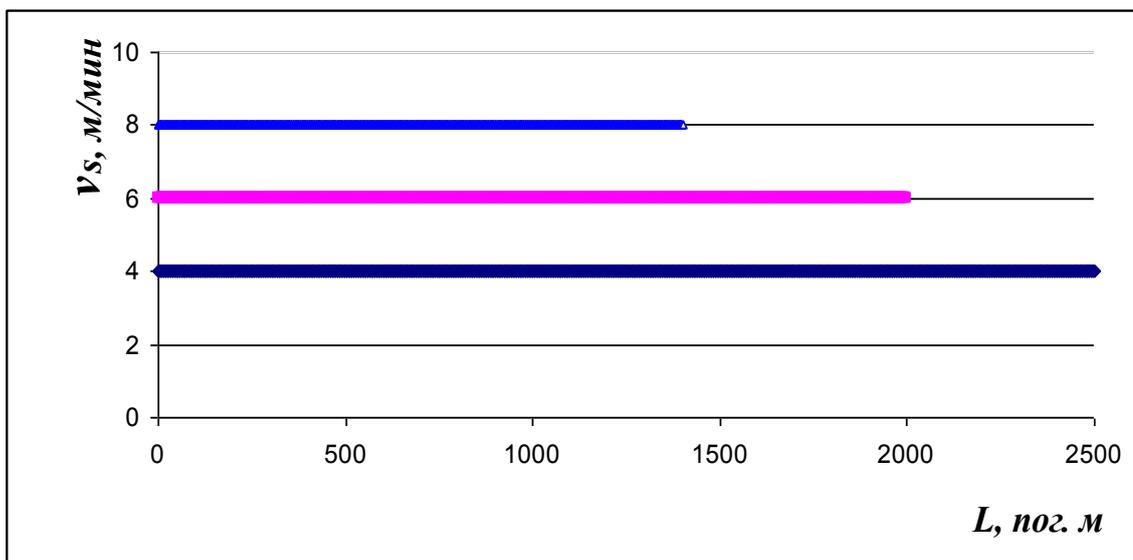


Рисунок 2- Зависимость длины обработанной поверхности от мощности резания

Влияние пути контакта при шлифовании древесины сосны при скорости подачи 8 м/мин представлен на рисунке 3. Как видно из рис.1. величина производительности шлифовальной шкурки имеет вид приближенный к параболе, т.е. увеличение припуска значительно сокращает длину обработанных заготовок. В тоже время скорость подачи влияет на выходной показатель практически прямо-пропорционально (рис. 2).

Параллельно производилась регистрация затрат мощности на выполнение технологии калибрования в зависимости от зернистости абразивного инструмента (рисунок 3).

Мощность резания фиксировалась при шлифовании древесины сосны. Ширина шлифования составляла $b = 150$ мм.

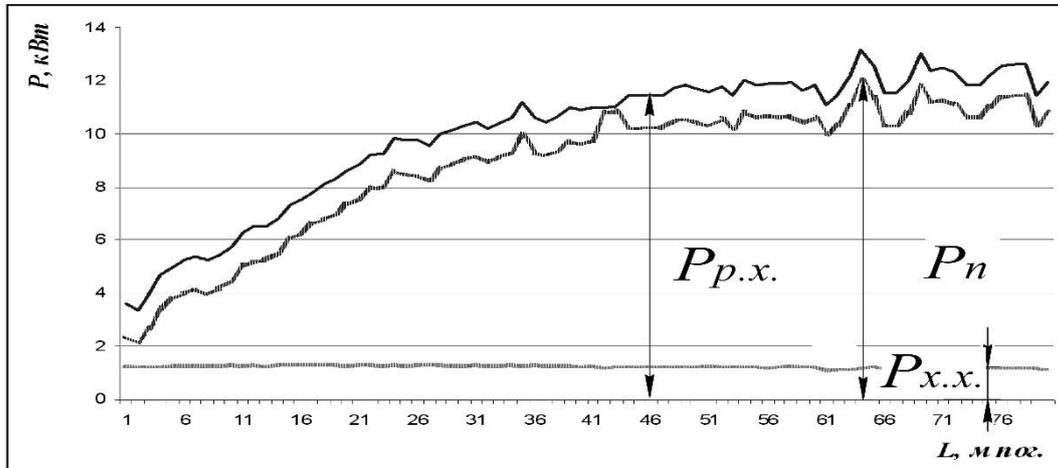


Рисунок 3 – Шлифование древесины сосны при скорости резания 18 м/с, скорости подачи 8 м/мин, припуска на обработку 0,4 мм, зернистостью Р80

Основными параметрами режима (для шкурки выбранной зернистости) являются удельное давление на шлифуемую поверхность, направление шлифования относительно волокон древесины, скоростей резания и подачи, длины контакта шкурки с древесиной [2].

Когда стружка переполняет межзерновое пространство, она отесняет шлифовальную шкурку от поверхности древесины, поэтому производительность ее быстро снижается. Удельная производительность шлифовальной шкурки также уменьшается по мере округления абразивных зерен. Установлено интенсивное падение производительности инструмента за первый период ее работы (5-10 мин). За это время наиболее выступающие и непрочны закрепленные абразивные зерна обламываются и выкрашиваются из связки [3]. Учитывая выше изложенное разработана схема резания абразивным зерном, представлена на рисунке 4.

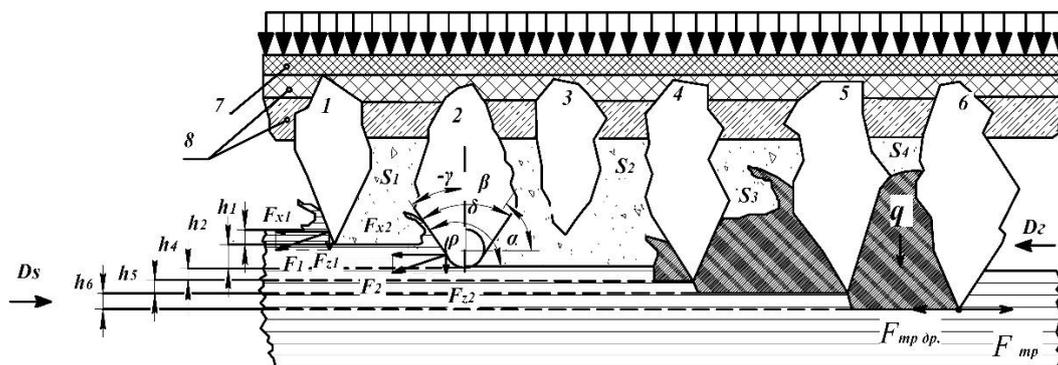


Рисунок 4 - Схема резания абразивным зерном при шлифовании древесины

На рисунках 5 и 6 можно наблюдать, как происходит заполнение межзернового пространства продуктами резания (абразива и сошлифованного материала).

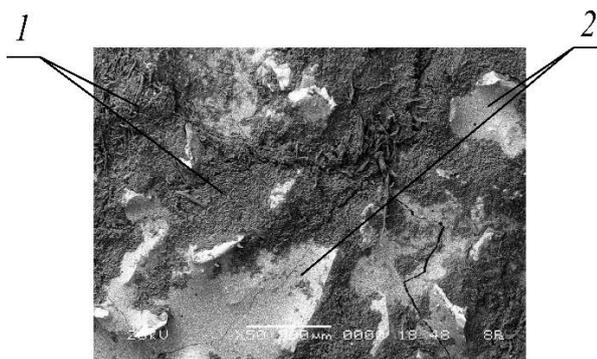


Рисунок 5 – Шлифовальная лента с заполненным межзерновым объемом
1 – заполненное межзерновое пространство; 2- свободное пространство

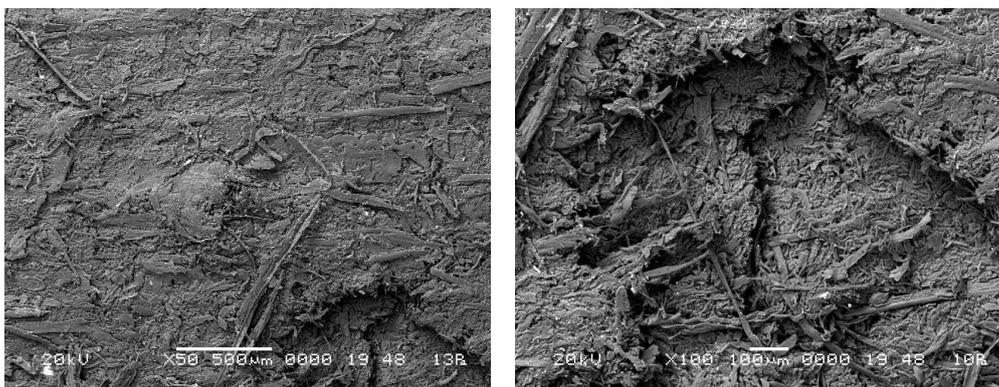


Рисунок 6 – Шлифовальная лента Р80 при увеличении, потерявшая режущую
способность

На рисунке 7 видно при увеличении волокна древесины ольхи (стружка-волокно)
при шлифовании, припуском 0,4 мм.

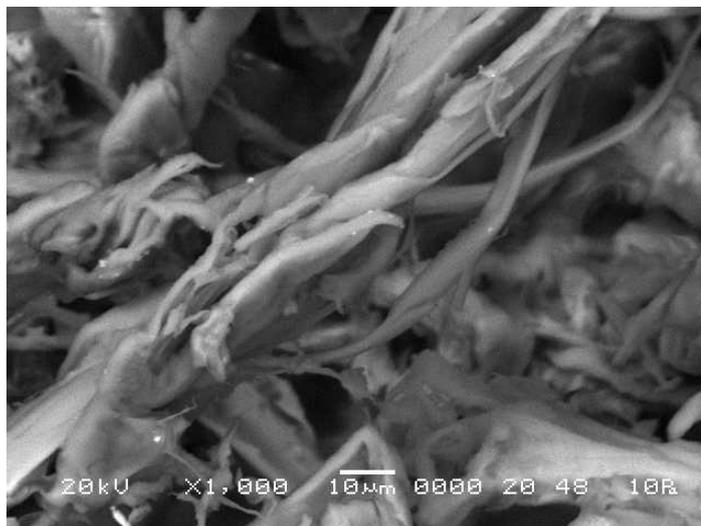


Рисунок 7 - Волокна древесины ольхи (стружка-волокно)

На рисунке 8 представлена зависимость мощности от длины пути при шлифовании различных пород древесины.

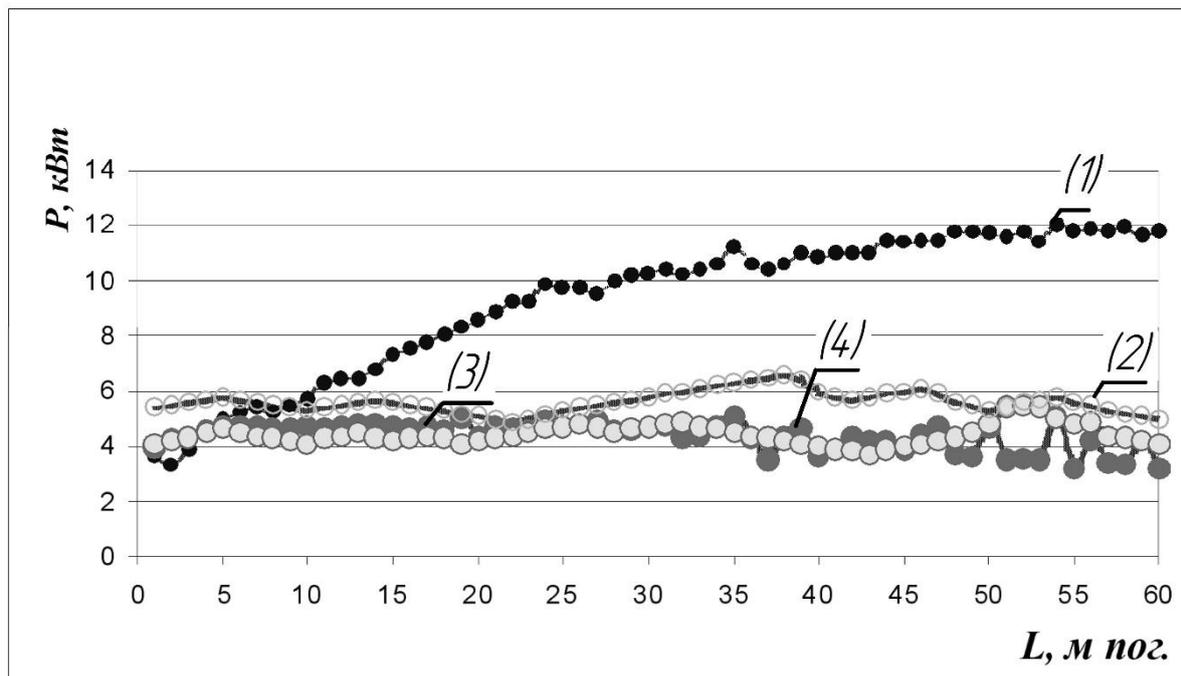


Рисунок 8 – Зависимость мощности от длины пути при шлифовании пород древесины: 1 – сосна; 2 – дуб; 3 – ольха; 4 – береза

При увеличении скорости подачи размеры фракций возрастают и, как следствие, теряют свойства налипания. В дном случае абразивные зерна имеют тенденцию к истиранию вершин в результате чего глубина вдавливания уменьшается, что приводит к падению мощности. Аналогичные зависимости имеют место и при шлифовании других древесных материалов. Притом при калибровке древесины ольхи затраты на мощность на 150 мм ширины шлифования составило 3,1 кВт, а сосны в 3 раза больше.

Заключение.

1. При шлифовании древесины сосны при оптимальном режиме (скорости резания 18 м/с, скорости подачи 8 м/мин, припуска на обработку 0,4 мм) полезная мощность изменяется в диапазоне от 3,8 – 12,1 кВт, что составляет около 318.%;

- при шлифовании древесины дуба при оптимальном режиме полезная мощность изменяется в диапазоне от 4,5 – 6,5 кВт, что составляет 144. %;

- при шлифовании древесины ольхи при оптимальном режиме полезная мощность изменяется в диапазоне от 3,1– 5,8 кВт, что составляет 187 %;

- при шлифовании древесины березы при оптимальном режиме полезная мощность изменяется в диапазоне от 3,1– 5,6 кВт, что составляет 180 %;

2. Результаты исследований позволили установить критерий потери режущей способности, который характеризуется не как степень износа абразивных зерен, а в процентном заполнении пространства между режущими элементами.

3. Калибровка натуральной древесины значительно отличается от финишного шлифования. Это вызвано видом срезаемой стружки и способности заполнения сошлифованного материала между абразивными зернами. При финишном шлифовании стружка имеет вид мелких частиц практически одного размера фракций. При калибровке срезанный материал, наряду с мельчайшими частицами имеет форму микроволокон древесины.

Библиографический список

1. Зотов Г. А. Подготовка и эксплуатация дереворежущего инструмента / Г.А. Зотов, Ф.А. Швырев. - М.: Лесн. пром-сть, 1986. – 301 с.
2. Любченко В. И. Резание древесины и древесных материалов / В.И. Любченко: - Москва. Лесная промышленность, 1986.
3. Бершадский А. Л., Цветкова Н. И. Резание древесины. / А.Л. Бершадский, Н. И. Цветкова. Мн.: «Вышэйшая школа», 1975.

УДК 674.04

Хамитова Л.В. Тракало Ю.И. (УГЛТУ, Екатеринбург, РФ)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВАКУУМ – ИМПУЛЬСНОЙ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА

Описана технология вакуум-импульсной сушки древесины дуба и даны рекомендации по ее совершенствованию.

Принцип удаления влаги в вакуумных сушилках, практически не отличается от механизма в конвективных камерах при атмосферном давлении. Основное отличие в том, что процесс вакуумирования происходит при более низкой температуре и большей скорости массопередачи, что, в результате, снижает энергозатраты на сушку. На сегодня такие затраты - это единственный и самый объективный показатель эффективности работы сушильного оборудования.

Механизм вакуум-импульсной сушки принципиально отличается от камерной вакуумной сушки.

Отличительным является нагрев древесины в герметичной, изолированной от атмосферы камере сушки, поскольку в других способах и конструкциях нагрев древесины производят в сушильной камере, соединённой с атмосферой, не учитывая, что теплоемкость пара воды значительно выше теплоемкости воздуха. В результате, данная технологическая операция приводит к увеличению времени нагрева и удлинения всего процесса сушки.

Ключевые слова: конвективные сушильные камеры, вакуумная сушилка, вакуум-импульсная сушка, скоростное вакуумирование свободного объема сушильной камеры, сушка сосновых пиломатериалов, глубокая пропитка древесины, механизм удаления свободной и связанной влаги, механизм вакуум импульсной сушки.

В деревообрабатывающей промышленности наиболее широко распространены камерные конвективные сушильные камеры, механизм сушки древесины в которых изучен очень детально и подробно описан в литературе. В последние десятилетия расширяется сфера применения различных вакуумных сушилок для сушки древесины. Принцип удаления влаги в вакуумных сушилках, практически не отличается от механизма в конвективных камерах при атмосферном давлении. Основное отличие в том, что процесс вакуумирования происходит при более низкой температуре и большей скорости массопередачи, что, в результате, снижает энергозатраты на сушку. На сегодня такие затраты - это единственный и самый объективный показатель эффективности работы сушильного оборудования.

По сравнению с другими сушильными установками, по своим низким удельным тепловым затратам на сушку, резко выделяется оборудование и способ импульсной сушки пиломатериалов. Учитывая неизбежные тепловые потери реального технологиче-

ского процесса сушки в промышленном сушильном оборудовании, можно смело утверждать, что эта разница еще больше. Проверка электрических средств контроля и измерения государственными лабораториями энергонадзора, большой набор статистических данных показали полную достоверность полученных результатов. Объяснение данному факту может быть только одно: процесс сушки происходит со значительной долей удаления влаги в виде жидкой фазы (тумана) без ее испарения. Данный факт подтверждается незначительным нагревом ресиверов и сборника, в которых улавливается основная масса жидкости в процессе сушки.

Существенными отличительными признаками данного сушильного оборудования и способа сушки древесины от всех существующих, является скоростное вакуумирование свободного объема сушильной камеры, которое осуществляется при помощи ресивера, быстродействующих клапанов и трубопроводов, диаметр которых рассчитывается по уравнению, полученному авторами на основании законов теоретической физики и экспериментальных результатов.

Сушка сосновых пиломатериалов в различных камерных конвективных и вакуумных сушилках хорошо отработана и при сушке пиломатериала толщиной от 25 до 50 мм не бывает особых трудностей. Основными их недостатками являются высокие энергозатраты и длительное время сушки, например, для сосны – 12 суток. Увеличение толщины пиломатериала до размеров бруса 150 x 100 мм и 150 x 150 мм значительно увеличивает время сушки и, самое главное, не обеспечивает их качественных показателей по геометрии и наличию трещин сушки. В реальности это делает сушку бруса в конвективной сушильной камере невозможной. Уменьшение времени сушки за счет увеличения температуры сушки приводит к еще большему короблению, неравномерности влажности по толщине пиломатериала и по высоте расположения в сушильной камере, появлению внутренних напряжений. Применение нижеописанного способа и оборудования импульсной сушки практически полностью устраняет недостатки конвективных и вакуумных камерных сушилок.

Механизм вакуум-импульсной сушки принципиально отличается от камерной вакуумной сушки.

Основные преимущества: низкая энергоемкость - энергозатраты на сушку в два раза ниже теоретических; малая длительность процесса сушки (от 15 до 24 часов), а отсюда и высокая производительность при малом объеме загрузки сушильных камер; обеспечение высокого качества сушки материала; не требует замораживания больших оборотных средств.

Еще одним из важных преимуществ является возможность совместно с сушкой проводить глубокую пропитку древесины летучими и труднолетучими антисептиками и антипиренами.

Существенными отличительными признаками данного сушильного оборудования и способа сушки древесины от всех существующих является скоростное вакуумирование свободного объема сушильной камеры, которое осуществляется при помощи ресивера, быстродействующих клапанов и трубопроводов.

Необходимо пояснить, что равновесное давление водяного пара образовавшегося в процессе сушки древесины при данной температуре, следует понимать как равенство давлений пара внутри древесины и давления пара в свободном объеме сушильной камеры, при котором уже не происходит извлечения влаги из древесины. Это равновесное состояние зависит от температуры внутри камеры и от температуры древесины.

Механизм воздействия вакуумного импульса на удаление свободной и связанной влаги древесины состоит из следующих периодов:

Первый период - предварительный прогрев материала до заданной температуры сушки.

Второй период - удаление свободной влаги древесины с начальной до 30%. В этом случае циклы нагрева и вакуумирования древесины в сушильной камере идентичны. В ресивере и сушильной камере циклы изменения давления также абсолютно идентичны.

Переходный период – снижение влажности древесины с 30% до 25- 24%, завершение удаления свободной влаги, начало удаления влаги капиллярной конденсации и влаги полимолекулярной адсорбции, начало процесса поверхностной усушки, проведение процесса пропарки-пропитки. Это один из наиболее ответственных этапов.

В этом случае:

а) возрастает время прогрева материала до заданной температуры,
б) возрастает градиент температуры во время вакуумного импульса,
в) резко уменьшается равновесное давление насыщенного пара воды древесины,
г) происходит усушка поверхностных слоев древесины, поэтому, чтобы не допустить усушку выше допустимых пределов ее деформации, проводится пропарка-пропитка поверхностных слоев древесины на глубину 2 - 4 мм., приводящая к раскрытию пор на поверхности древесины. Это приводит к резкому возрастанию давления пара связанной влаги до давления пара свободной влаги и ускорению процесса сушки.

Третий период-удаление связанной влаги с 24-25% до 8%, т.е. осмотической, полимолекулярной адсорбции. Этот период характерен в начальной стадии увеличением времени прогрева древесины, градиента температуры при вакуумировании и последующим уменьшением этих параметров к концу периода. Очень показательным и характерным уменьшением равновесного давления насыщенного пара древесины, которое характеризует абсолютное влагосодержание древесины и является истинным критерием ее влажности.

Заключительный период – кондиционирование. Процесс включает пропарку-пропитку поверхностных слоев, выравнивание влажности по толщине пиломатериала и снятие внутренних напряжений, полученных в результате усушки древесины и неравномерной влажности.

Реальный технологический процесс сушки пиломатериала сосны толщиной 50 мм вместе с предварительным прогревом не превышает 24 часов.

Загрузка второй камеры сушки и включение ее в работу обеспечивает синхронность операции: первая камера-сушка; вторая камера-нагрев и т.д.

Постоянная выдержка при вакуумировании, независимо от уровня влагосодержания, обеспечивает активированную диффузию влаги из объема древесины к её поверхности и зависит от её физико-химических свойств: плотности, капиллярности и др. В дальнейшем процесс удаления связанной влаги при контроле по заданной температуре, саморегулируется. Аналогично происходит сушка древесины других хвойных пород.

Отличительным, существенным, по нашему мнению, является и нагрев древесины в герметичной, изолированной от атмосферы камере сушки, поскольку в других способах и конструкциях нагрев древесины производят в сушильной камере, соединённой с атмосферой, не учитывая, что теплоемкость пара воды значительно выше теплоемкости воздуха. В результате, данная технологическая операция приводит к увеличению времени нагрева и удлинения всего процесса сушки.

Библиографический список

1. Голицын В. П. Технология и оборудование вакуум-импульсной сушки и пропитки древесины; Барнаул. Изд. ООО «Акция-Информ-Плюс», 2006. 333 с.
2. Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки древесины. Архангельск, 2000. 119 с.

3. Серговский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / П.С. Серговский, А.И. Расев М.: Лесная промышленность, 1987. 360с.

УДК 674.07

Яцун И.В., Шишкина С.Б., Совина С.В.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) iryatsun@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ АРМИРУЮЩЕГО СЛОЯ РЕНТГЕНОЗАЩИТНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ

Приведены результаты исследования процесса сушки армирующего слоя рентгенозащитного композиционного материала на основе древесины. Даны рекомендации по ускорению процесса.

Настоящее время отличается высокими темпами научно-технического прогресса. Развитие современной техники требует все новых материалов с заранее заданными свойствами. Требуются материалы со сверхвысокой прочностью, твердостью, жаростойкостью, коррозионной стойкостью, другими характеристиками и совместным сочетанием этих свойств. Вместе с тем, в настоящее время известны сотни тысяч различных композиционных природных и искусственных материалов, которые уже не отвечают возрастающим требованиям. При этом открытие принципиально новых материалов происходит крайне редко. Это свидетельствует о том, что подавляющее большинство «простых» (некомпозиционных) материалов уже открыто, и ждать в этом направлении больших достижений не приходится. Но научно-технический прогресс не останавливается и требует новых материалов. Поэтому основное и долгосрочное направление в разработке новых материалов сейчас состоит в создании материалов путем соединения различных уже известных материалов, то есть – в получении композиционных материалов.

Одним из таких материалов является композиционный рентгенозащитный материал, в состав которого не входит токсичный свинец, требующий особой утилизации при эксплуатации [1].

Композиционный материал состоит из слоев лущеного шпона чередующихся с армирующими слоями. Армирующий слой выполняют основную рентгенозащитную функцию. В основе него лежит волокнистый материал, наполненный пропиточным составом, состоящим из минерального наполнителя, связующего и воды. Пропитанный рентгенозащитной композицией армирующий слой подвергается процессу сушки, а затем высохший материал собирается в слоистый пакет и запрессовывается по определенному технологическому режиму [1].

Правильно выбранные параметры, в частности продолжительность сушки армирующего слоя пропитанного разработанной пропиточной композицией позволяют получить более высокие показатели защитно-эксплуатационных свойств композиционного слоистого материала и рационально организовать технологию его производства, а также эффективно использовать производственные площади. Процесс сушки в данном случае является результатом «физического высыхания» пропиточной композиции в волокнистом материале, т.е. испарения летучих веществ – в данном случае воды.

Под полным высыханием подразумевается процесс прекращения потери массы армирующего слоя в результате его сушки. Время высыхания зависит от ряда факторов, таких как: температура сушки, относительной влажности воздуха, количества летучих веществ, содержащихся в пропиточной композиции и др.

Скорость сушки армирующего слоя за счет испарения воды можно представить в виде кривой сушки (рис.1) и описать уравнением (1) [1]. :

$$W = -\frac{Ldx}{Ad\tau}, \quad (1)$$

где W – скорость сушки, кг летучих веществ/м² поверхности твердой массы·ч;
 L – вес твердого покрытия (массы), рассчитанный на сухой остаток, кг;
 x – содержание летучих веществ в твердой массе, кг/кг сухого остатка;
 A – площадь сушки, м²;
 τ – время, ч.

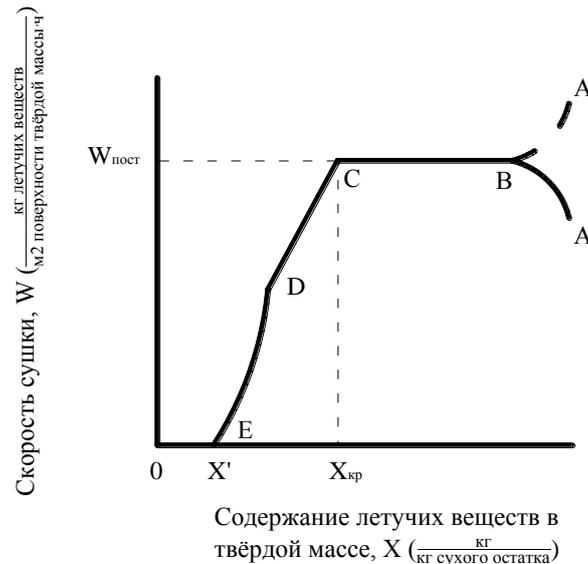


Рис.1 Кривая процесса сушки армирующего материала, протекающего за счет испарения летучих веществ

Интегрируя соотношение (1) в пределах X_1 и X_2 , получаем:

$$\tau = \int_0^{\tau} d\tau = \frac{L}{A} \int_{X_2}^{X_1} \frac{dX}{W}. \quad (2)$$

Для периода сушки с постоянной скоростью, когда X_1 и $X_2 > X_{крит}$ и $W = W_{пост}$, уравнение (2) принимает вид:

$$\tau = \frac{L(X_1 - X_2)}{AW_{пост}}. \quad (3)$$

Для периода сушки с убывающей скоростью, когда X_1 и $X_2 < X_{крит}$ имеем два случая:

а) общий случай. Для любого вида кривой сушки уравнение (2) может быть проинтегрировано графически с получением соответствующего значения τ .

б) специальный случай. Величина W линейна относительно X , как например, в области CD (рис.1). В этом случае:

$$W = mX + b, \quad (4)$$

где m – значение тангенса угла наклона прямолинейной части кривой;

b – постоянная.

Подставив W в (2) имеем:

$$\tau = \frac{L}{A} \int_{X_1}^{X_2} \frac{dX}{mX + b} = \frac{L}{mA} \ln \frac{mX_1 + b}{mX_2 + b}. \quad (5)$$

Преобразовав уравнение (5) получаем:

$$\tau = \frac{L(X_1 - X_2)}{A(W_1 - W_2)} \ln \frac{W_1}{W_2} = \frac{L(X_1 - X_2)}{AW_{cp}}. \quad (6)$$

где W_{cp} – средняя логарифмическая разность между W_1 при X_1 и W_2 при X_2 .

За неимением соответствующих данных часто кривая сушки может быть принята прямолинейной между точками С и Е (рис.1).

Тогда

$$W = m(X - X') = \frac{W_{ном}(X - X')}{X_{крит} - X'}, \quad (7)$$

где X – равновесное содержание летучих веществ, кг/кг сухого остатка;

$X_{крит}$ – критическое содержание летучих веществ, кг/кг сухого остатка;

$W_{ном}$ – постоянная скорость сушки, кг/м²·ч.

Таким образом формула (6) имеет вид:

$$\tau = \frac{L(X_{крит} - X')}{W_{ном}A} \ln \frac{X_{крит} - X'}{X_2 - X'}. \quad (8)$$

При проведении экспериментов процесс сушки армирующего слоя проводился при комнатной температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности 60%. Пропитанные образцы в среднем высыхали за 44-48 часов. Такой длительный процесс сушки вызывает определенные неудобства, если производить его в производственных условиях. Во-первых, ведет к увеличению производственных площадей для организации мест технологической выдержки, а во-вторых, уменьшает производительность выпуска продукции в целом, так как является «узким местом» всего технологического процесса [2].

Для интенсификации процесса сушки армирующего материала, входящего в конструкцию рентгенозащитного композиционного материала на основе древесины на кафедре МОД УГЛТУ были проведен эксперимент. Исследовались 10 вариантов рентгенозащитного пропитывающего состава, которым наполнялся волокнистый материал. Пропитанные образцы размером 20×20 мм укладывались на стеклянную подложку (предварительно взвешенную) и взвешивались на весах марки ВЛТ-510-П. Затем полученные образцы укладывались в автоклав, разогретый до $100 \pm 5^\circ\text{C}$. Взвешивание образцов осуществлялось через каждые 20 мин. до тех пор, пока не установится постоянная масса образцов (для трех последних измерений). Когда это условие выполнится, будем считать, что армирующий материал высох. Результаты испытаний представлены на рис.2.

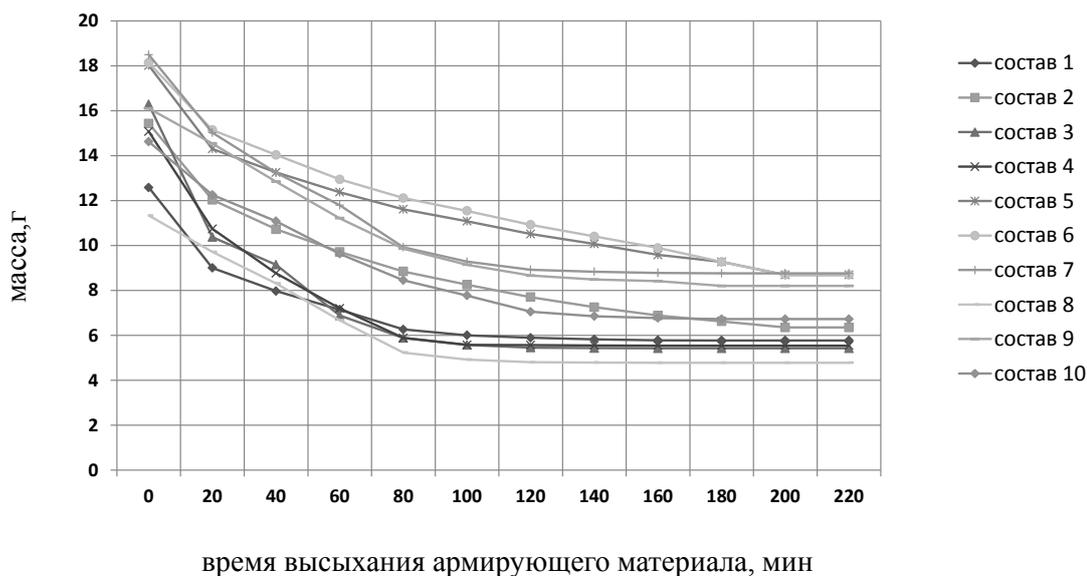


Рис.2 Изменение массы армирующего слоя в зависимости от продолжительности его высыхания

Выводы:

1. Разработанный армирующий слой, входящий в состав рентгенозащитного композиционного материала изготовлен из экологически безопасных, доступных и недорогих материалов.
2. Результаты проведенного эксперимента позволяют сделать вывод, что при увеличении температуры сушки от $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ до $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ продолжительность сушки можно сократить от 44-48 ч. до 3,5-4 ч.
3. Анализируя приведенный на рис.2 график можно сделать вывод, что интенсивная потеря массы происходит в течении первых 80 минут, т.е имеет более высокую скорость сушки. Далее процесс высыхания происходит более медленно из-за уменьшения скорости сушки.
4. Сокращение продолжительности сушки позволит сократить производственные площади, используемые для сушки и повысить производительность труда при производстве рентгенозащитного композиционного материала в условиях промышленного производства.

Библиографический список

1. Ветошкин Ю.И. Конструкции и эксплуатационно-технологические особенности композиционных рентгенозащитных материалов на основе древесины. /Ветошкин Ю.И., Яцун И.В., Чернышев О.Н. //монография/ Урал. гос. лесотехн. ун-т – Екатеринбург, 2009, С. 70-75.
2. Ветошкин Ю.И. Совершенствование технологии создания рентгенозащитных лакокрасочных покрытий/ Ветошкин Ю.И., Шишкина С.Б., Яцун И.В./Дерево-об- раб. пром-сть. 2007. №5. С.23-25.
3. Батунер Л.М. Математические методы в химической технике/ Батунер Л.М., Позин М.Е. /Химия - М., 1968, 824 с.

УДК 674.8

Яцун И.В., Синегубова Е.С., Пяткова П.О.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) sinyes@yandex.ru

ЯЧЕИСТЫЕ ПЛИТЫ ИЗ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ

Описан новый конструкционный материал, обладающий улучшенными свойствами тепло- и звукоизоляции.

Обзор литературы и многолетние исследования свойств древесных плит из отходов древесины с различными связующими и наполнителями показывают необходимость проведения новых научных исследований в этой области, в частности, изменением формы и потребительских свойств плит из древесных отходов. Актуальность данной темы заключается в том, что такие виды потенциального сырья, как отходы лесозаготовок, тонкомерная древесина, пнево-корневая древесина, древесная кора, отходы лесопильных, фанерных и деревообрабатывающих производств используются для выработки товарной продукции в незначительных количествах, а зачастую остаются невостребованными. Количество отходов древесины составляет, в среднем, 30-55% от используемого сырья в зависимости от вида производства. В настоящее время условия экономической деятельности деревоперерабатывающих предприятий в современной России требуют все более широкого и разностороннего использования сырьевых ресурсов как главного источника повышения эффективности производства в целом.

Литературный обзор [1,2] показал большое разнообразие традиционных и новых видов строительных материалов, которые применяются в строительстве (для устройства перекрытий зданий и сооружений, для облицовки стен и полов, для звукоизоляции и теплоизоляции), для изготовления мебели, тары, товаров народного потребления[3]. Среди большого разнообразия теплоизоляционных изделий из органического сырья наибольший интерес представляют плиты древесноволокнистые, камышитовые, фибролитовые, торфяные, а из неорганического сырья - тепло- и звукоизоляционные материалы - пенопласты и бетоны.

По аналогии с ячеистыми блоками из бетона, панелями из полипропилена и поликарбоната (рис.1,2,3), в ИЛБиДС УГЛТУ была разработана технология изготовления ячеистых плит из малоиспользуемых отходов древесины – опила, мелкой стружки различных древесных пород с включениями коры. Этот плитный материал изготавливался из мелких древесных отходов, которые склеивались малотоксичной синтетической смолой путем горячего прессования в специальной ячеистой форме.

Полученная в лаборатории плита имеет наружные пустоты в виде конусов, обладает хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами и может применяться в строительстве перегородок внутри яхт, речных судов для поддержания теплофизических характеристик и формоустойчивости перекрытий для тепло- и звукоизоляционных перекрытий и как основа для пожаростойких дверей в цехах. А также мы рассмотрели возможность применения такого материала для изготовления перекрытий и формоустойчивых перегородок для яхт и судов.



Рис.1 Ячеистый бетон



Рис.2 Ячеистый полипропилен

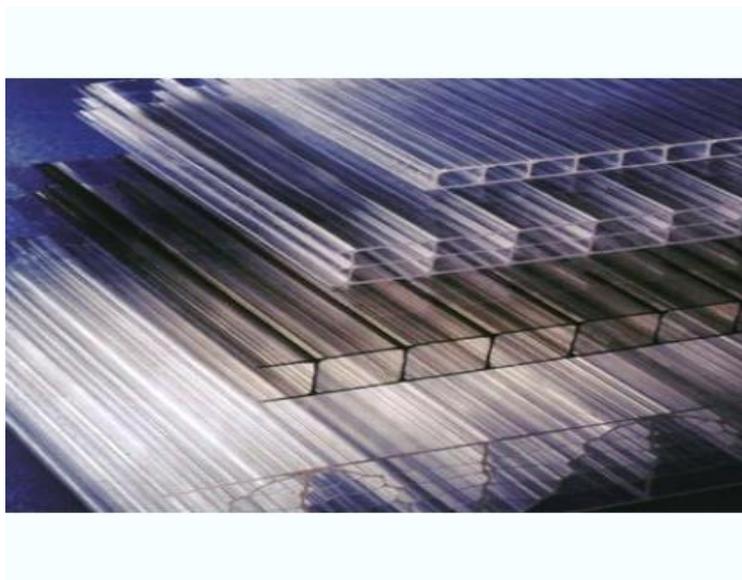


Рис.3 Ячеистый поликарбонат

Из деревянных ячеистых блоков в малоэтажном строительстве возводят несущие стены – внешние и внутренние. Также их используют в качестве перекрытий, потолочных и половых панелей и других конструкций.

Лабораторный образец ячеистой плиты представлен на рис.4. Максимальный диаметр конусообразных ячеек в плитах равен 30 мм, толщина плиты 35 мм. Плотность и прочность плиты можно изменять, регулируя параметры режима прессования, подбирая плотность древесной массы, размеры и количество ячеек. Также плитам можно придать красивый внешний вид путем их облицовывания такими материалами как натуральный или синтетический шпон, ДВП и др. В настоящее время в лаборатории УГЛТУ проводятся испытания плит на прочность, водостойкость и теплоизоляционные свойства.



Рис. 4 Лабораторный образец ячеистой плиты

К положительным свойствам нового материала эксперты относят его малотоксичность, легкость в сочетании с прочностью, формоустойчивость. Важное свойство нового материала, обусловленное его конструкцией, – высокая тепло- и звукоизоляция по сравнению с образцами из цельной древесины или другими видами плит. Применение малотоксичных смол и наличие значительных пустот обеспечит экологическую чистоту, сравнительную экономичность и легкость плит, гарантированную защиту от шума и холода, а также позволит рационально использовать отходы деревообработки.

Библиографический список

1. Бадьин Г. М. , Стебаков В. В. Справочник строителя. - Изд-во Ассоциации строительных вузов, - 2004, 336 с.
2. Горчаков Г.И. Строительные материалы, Москва. - 1986., 224 с.
3. Парфенов В.И. Утилизация отходов лесной промышленности. Изд-во Уральский рабочий, Екатеринбург.. – 1993, 59 с.

ДЕРЕВООБРАБОТКА В МАЛОЭТАЖНОМ И ИНДУСТРИАЛЬНОМ ДОМОСТРОЕНИИ

УДК 674.213.692.2

Леонович О. К.

(БГТУ, г. Минск, РБ) OKL2001@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТИ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ ДОМОВ КАРКАСНОГО ТИПА

В статье проведен теплотехнический и прочностной расчет ограждающей конструкции для домов каркасного типа. Для теплоизоляции предложено использовать экологически безопасную изоляционную древесноволокнистую плиту.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 5 апреля 2013 г. № 267 «О Концепции государственной жилищной политики Республики Беларусь до 2016 года» целью государственной жилищной политики до 2016 года является создание условий для удовлетворения гражданами потребности в доступном и комфортном жилье сообразно их индивидуальным запросам и финансовым возможностям, формирование полноценного рынка жилья. Наряду со строительством крупнопанельного домостроения, планируется разрабатывать и реализовывать проекты строительства экономичных быстровозводимых домов с учетом использования преимущественно отечественных новых материалов с высокими техническими характеристиками.

Одним из вариантов решения проблемы экономии лесных ресурсов и создания условий для строительства быстровозводимых зданий является проектирование и строительство домов каркасного типа. Кафедрой Технологии деревообрабатывающих производств Белорусского государственного технологического университета разработаны технические условия на стеновые панели наружные и внутренние для домов каркасного типа для АОО «Борисовский ДОК» и филиала «Домостроение» РУП «Завод газетной бумаги». Эти предприятия приступили к промышленному производству стеновых панелей. Исследованы вопросы расчета прочностных и теплофизических свойств, конструктивные и химические методы защиты строительных конструкций в работах [1-6].

Целью данной работы является разработка и исследование усовершенствованных конструкций стеновых панелей для деревянных домов каркасного типа на соответствие нормативным требованиям по прочностным, теплотехническим, и экологическим показателям.

Определение характеристик тепловой защиты при проектировании жилых и общественных зданий проводится в соответствии с требованиями ТКП 45-2.04-196-2010 «Тепловая защита зданий. Правила определения».

Термическое сопротивление теплопередаче разрабатываемых ограждающих конструкций стеновых панелей дома каркасного типа применяемых для строительства в Беларуси в соответствии с ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) «Строительная теплотехника» и изм. №1 к нему должно быть ниже нормируемого параметра $R_{т.норм.} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

При расчетах принимаем, что требуемое сопротивление теплопередаче стены составляет

$$R_{\delta} = \frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{X}{\lambda_{\delta}} + \frac{1}{\alpha_a} \geq R_{\delta,норм} \quad (1)$$

где λ_i – коэффициент теплопроводности i -го слоя панели, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$; δ_i – толщина i -го слоя панели, м, α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для зимних условий, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C}$.

Опытные образцы стеновых панелей испытывались в аккредитованной лаборатории РУП «БелНИИС» на климатическом комплексе в соответствии с ГОСТ 26254-84. Термическое сопротивление теплопередаче их выше нормируемого и близко к расчетному. Изготовленная и представленная на испытания Филиалом «Домостроение» РУП «Завод газетной бумаги» опытная многослойная стеновая панель соответствует требованиям ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) «Строительная теплотехника» по сопротивлению теплопередаче.

Приведенное сопротивление теплопередаче опытного образца многослойной стеновой панели составило $6,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, что выше нормируемого ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) «Строительная теплотехника» и вводимого с 01.07.2010 г. значения – $3,20 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Стеновая панель показана на рисунке 1.

На панели стеновые деревянные утепленные наружные и внутренние для домов каркасного типа разработаны технические условия. Была разработана методика прочностных расчетов клееных элементов строительных конструкций.

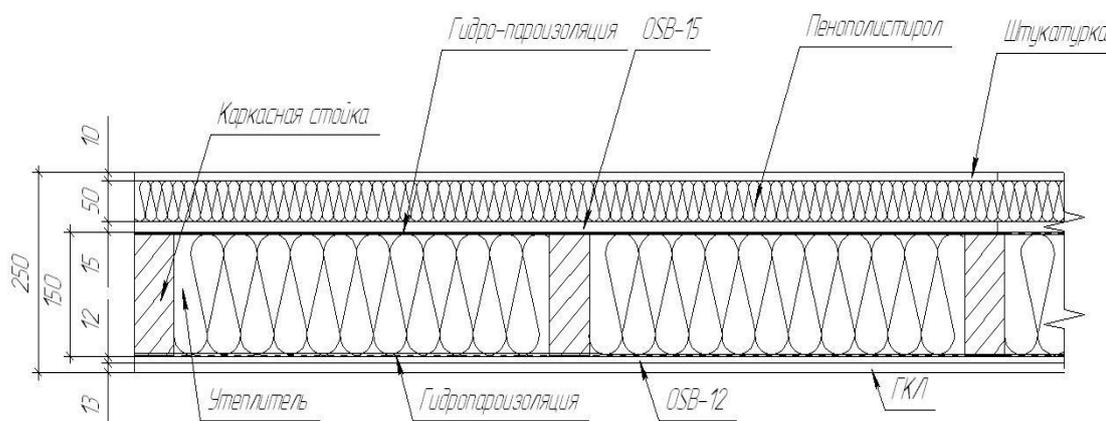


Рисунок 1 – Стеновая панель

Необходимо отметить, что минераловатная плита ПЛ-50, используемая в данной панели как утеплитель, дает усадку и создает «мостики холода», тем самым нарушая теплотехнические свойства конструкции. Термическое сопротивление на этом участке изменяется, и на границе материалов с разным термическим сопротивлением возникают условия, вызывающие конденсацию паров. Усадка утеплителя стеновой панели показана на рисунке 2.

Предлагается, в качестве утеплителя рекомендовать изоляционную древесноволокнистую плиту сухого способа прессования согласно методу Siempelkamp производство которой осваивается на ОАО «Мозырьдрев». Свойства плиты указаны в таблице 1.

Таблица 1. Свойства изоляционной плиты

Свойства			Плотность, кг/м ³		
			80	140	200
Давление при 10% нагрузки	EN 826	кПа	20	120	200
Водопоглощение *)	EN 1609	кг/м ³	непримен.	0,7	0,6
Теплопроводность (номинальное значение)	EN 13171	Вт/м·К	0,037	0,045	0,050
Безопасность воспламенения **)	EN 13501		Класс Е		

*) с водоотталкивающей присадкой

**) с противопожарной защитой (в зависимости от плотности)

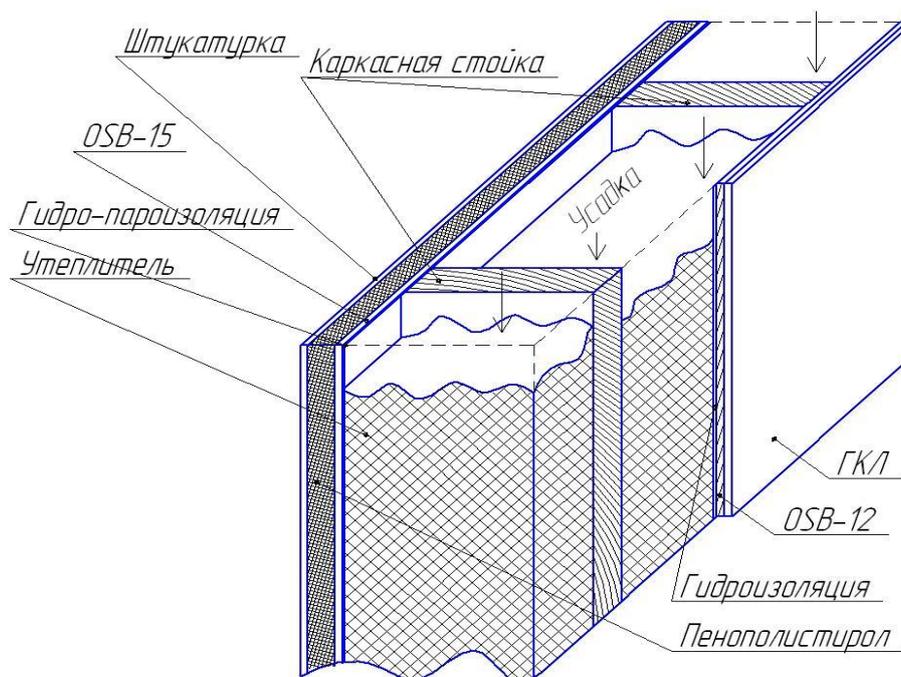


Рисунок 2 – Усадка утеплителя ПЛ-50 в стеновой панели в процессе эксплуатации.

В качестве связующего используется изоцианатный клей MDI без добавок и изоцианатный клей MDI с добавками, свойства которых показаны в таблицах 3 и 4.

Таблица 2. Свойства плиты без добавок

Толщина нетто, мм	Плотность прибл., кг/м ³	Скорость подачи, мм/сек.	Производительность, м ³ /сутки
20	200	140	288
90	200	83*	770
160	150	62*	1.026
240	110	56*	1.400

Таблица 3. Свойства плиты с добавками

Толщина нетто, мм	Плотность прибл., кг/м ³	Скорость по- дачи, мм/сек.	Производительность, м ³ /сутки
40	40*	130	535
90	35	130*	1.205
160	35	97*	1.600**
240	35	65*	1.600**

Возможно формирование размеров под заказ производителей панелей стеновых для домов каркасного типа.

Для защиты от возможного образования конденсата применяется метод создания вентилируемых фасадов. Для удаления конденсата разработана конструкция стены с воздушной прослойкой. При использовании вентилируемой прослойки, происходит гораздо более быстрое высыхание утеплителя и стены, что приводит к улучшению воздухообмена и повышению термического сопротивления.

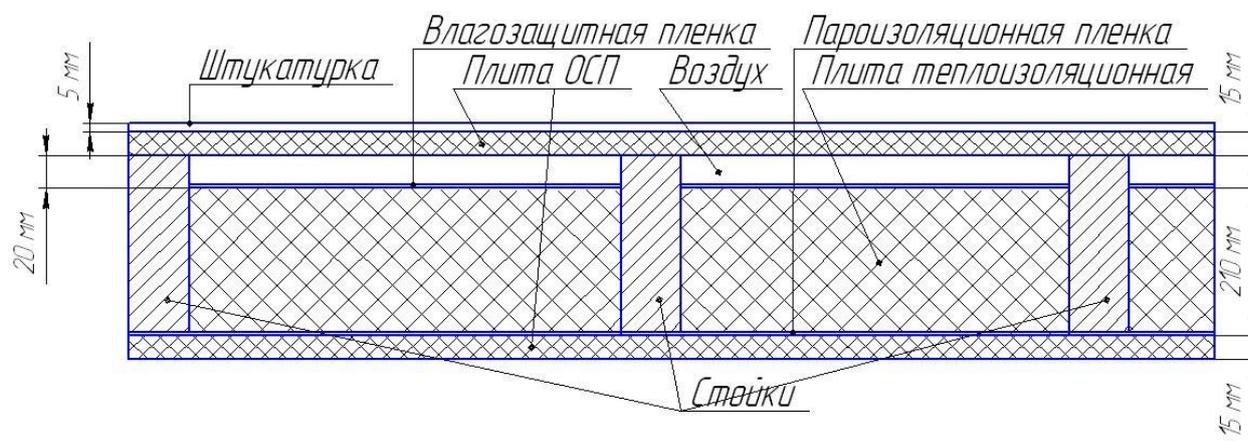


Рисунок 3 – Стеновая панель с утеплением изоляционной древесноволокнистой плитой сухого способа прессования согласно методу Siempelkamp.

Для анализа оптимальных ограждающих конструкций из древесины и панелей стеновых деревянных утепленных наружных и внутренних для домов каркасного типа приводим основные характеристики материала каркаса и изоляционных материалов, используемых при строительстве домов из массивной древесины и панелей для домов каркасного типа (таблица 4).

Произведем расчет данной ограждающей конструкции. Приведенный коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя с учетом деревянного каркаса и утеплителя:

$$\lambda_{\text{ис}} = \frac{\lambda_1 \cdot F_1 + \lambda_2 \cdot F_2}{F_1 + F_2} = \frac{0,18 \cdot 0,98 + 0,045 \cdot 7,12}{0,98 + 7,12} = 0,061 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С} \quad (2)$$

Сопротивление теплопередаче конструкции:

$$R_m = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,21} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{0,020}{0,026} + \frac{0,210}{0,061} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{1}{23} = 4,50 \text{ м}^2\cdot\text{°С/Вт}. \quad (3)$$

Таблица 4 – Тепловые характеристики материалов

Наименование материала	Плотность в сухом состоянии ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С), при условиях эксплуатации		Коэффициент теплоусвоения s , Вт/(м ² ·°С), при условиях эксплуатации		Коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	
ОСП	1000	0,23	0,29*	6,75	7,70	0,12
Пароизоляция Изоспан	0,064	-	-	-	-	R _п =8,00
Древесина сосны	500	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06
Минераловатная плита ПЛ-50	40	0,039	0,041	0,41	0,45	0,53
Гипсокартон	800	0,19	0,21*	3,34	3,66	0,075
Штукатурка	800	0,19	0,21*	3,34	3,66	0,075
Изоляционную древесноволокнистую плиту	40-200	0,037-0,050	0,040-0,053*			
Воздушная прослойка		0,026*				

За счет ветрового и гравитационного давления воздух движется из отверстия в нижней части фасада и выходит в отверстие в верхней части фасада. Благодаря воздушному зазору влага интенсивно испаряется из утеплителя и с воздушным потоком выводится из панели. Для закрепления материалов в стене используются различные профили, кронштейны и другие детали. Поэтому в настоящее время в качестве облицовочного слоя могут применяться различные панели, плитка, листы, гранит и другие материалы.

На панели стеновые деревянные утепленные наружные и внутренние для домов каркасного типа разработаны технические условия. Была разработана методика прочностных расчетов клееных элементов строительных конструкций.

При постановке продукции на производство необходимо выполнить прочностные расчеты и испытать опытную панель на силовом столе. Расчет и испытание проводили по следующей схеме. В качестве прочностной характеристики панели была выбрана расчетная несущая способность конструкции R_d . Определение этой характеристики R_{sup} проводили по СТБ 1591-2005.

Воздействия F , воспринимаемые стеновой панелью, складываются из прямого и косвенного воздействий. Нормативные значения F_k принимали в соответствии с требованиями СНиП 2.01.07.

Воздействия в зависимости от продолжительности действия классифицируют на постоянные G и временные Q . Временные, в свою очередь, подразделяют на длительные, средней длительности, кратковременные и особые. Для постоянных воздействий, коэффициент вариации которых велик, или которые изменяются в течение срока службы конструкции, устанавливали два нормативных значения: полное (верхнее) $G_{k.sup}$ и пониженное (нижнее) $G_{k.inf}$. Для остальных постоянных воздействий использовали единственное нормативное значения G_k . Для временных воздействий основным является их нормативное значение Q_k . Другие значения временных воздействий определяли через Q_k и коэффициент сочетания ψ_i . Значения коэффициентов сочетаний принимали по СНиП 2.01.07

Методика расчета подробно изложена в работах [1-4]
 Расчетные значения нагрузок рассчитывали по формуле

$$T_d = \sum \gamma_{Gj} \cdot G_{kj} + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum \gamma_{Qi} \cdot \Psi_{Qi} \cdot Q_{ki} \quad (4)$$

где G_{kj} – нормативные значения постоянных воздействий; Q_{k1} – нормативное значение одного из временных воздействий; Q_{ki} – нормативные значения остальных временных воздействий; γ_{Gi} – коэффициенты надежности для постоянных воздействий;

γ_{Qi} – коэффициенты надежности для временных воздействий; Ψ_{Qi} – коэффициенты сочетаний.

Определены результаты воздействия: постоянной нагрузки, создаваемой конструкциями дома; временной нагрузки, возникающей в результате нахождения в доме людей и оборудования; снеговой и ветровой временной нагрузки. Для исследуемой стеновой панели максимальная расчетная величина внутренних реакций от всех внешних воздействий T_d равная 0,23 МПа, значительно меньше максимальной несущей способности древесины R_d , величина которой составила 9,8 МПа. Также это условие соблюдается и на смятие: $T_d = 0,2$ МПа, $R_d = 1,1$ МПа.

Стеновую панель домов каркасного типа ОАО «Борисовдрев» испытывали на силовом полу экспериментального корпуса БелНИИС согласно требованиям СТБ 1591-2005. Условия проведения испытаний: температура окружающей среды – (+20)°С, относительная влажность – 67%. Величина расчетной погонной нагрузки на панель при заданной конструкции дома каркасного типа равна 5,06 кН/м, суммарная – 15,18 кН, т. е. условие, заданное в СТБ 1591-2005, выполняется:

$$\frac{R_{sup}}{R_d} \geq 1 \quad (5)$$

где R_{sup} фактическая несущая способность конструкции. Выполнив указанные выше расчеты и испытав стеновую панель на силовом столе и удостоверившись в надежности конструкции можно закладывать ее в проектах новых домов

Стеновая панель в сборе с утеплителем произведенная на филиале «Домостроение» РУП «Завод газетной бумаги» была испытана нагружением опытного образца на соответствие СТБ 1591-2005. Результаты испытаний показали, что условие, заданное в СТБ 1591-2005 выполняется, надежность работы данных конструкций под нагрузкой обеспечивается.

Выводы:

- создать республиканский стандарт определяющий основные и обязательные требования при создании и постановке на производство деревянных строительных конструкций в т.ч. и стеновых ограждающих конструкций утепленных несущих и не несущих для деревянных домов каркасного типа.
- использовать в качестве утеплителя теплоизоляционную древесноволокнистую плиту сухого способа производств для повышения экологической безопасности.
- предусматривать конструктивные и химические методы защиты конструкций в т.ч. и применение паро и влагозащитных пленок во избежании образования конденсата.
- соблюдать требования нормативной документации по прочности и теплоизоля-

ции стеновых панелей при строительстве быстровозводимых деревянных домов каркасного типа для обеспечения их надежности и долговечности.

Библиографический список

1. Леонович О. К. Конструктивные и химические методы биозащиты деревянных домов каркасного типа // Архитектура и строительство – Минск: 2013. – №1. – С. 40-43.
2. Снопков, В. Б. Расчет стеновых деревянных утепленных панелей // В. Б. Снопков, О. К. Леонович // Архитектура и строительство. – Минск: 2009. – № 3. – С. 36–40;
3. Леонович, О. К. Расчет дополнительных утеплений ограждающих конструкций зданий и сооружений / О. К. Леонович // Мастерская. Современное строительство. – Минск: 2010. – № 12. – С. 52–57.
4. Леонович О.К. Защита клееных деревянных конструкций (КДК) от биоповреждений в производственных и бытовых условиях. // Мастерская Современное строительство – Минск: 2013. – №100. – С. 184-186.
5. Леонович О. К. Расчет технологических параметров пропитки древесины с учетом ее проницаемости жидкостями // Архитектура и строительные науки –2013.– №1, 2 (14, 15). Научно информационный журнал: БААРХ – С. 28-30
6. Леонович О. К. Проблемы применения клееной многослойной древесины (КМД) при строительстве домов каркасного типа // О.К. Леонович, С. П. Судникович// Леса России – Екатеринбург: 2013. – № 3. – С. 36–40.

УДК 674.073

Меньшиков Б. Е.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ НА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ, СТАНКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОЦИЛИНДРОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Рассмотрены основные технологические особенности и условия применения станков для производства оцилиндрованных деталей строительного назначения.

Одним из перспективных направлений в использовании имеющихся лесосырьевых ресурсов на лесозаготовительных предприятиях является производство оцилиндрованных деталей строительного назначения для сооружения деревянных жилых домов, бань, строений дачного типа, различных объектов малой архитектуры, а также и другой широкой номенклатуры изделий строительного назначения.

Этот вид первичной переработки круглых лесоматериалов не требует больших капиталовложений и быстро окупается. Кроме того, это один из путей решения очень важной проблемы обеспечения жильём населения отдаленных лесных поселков, расположенных в многолесных районах Российской Федерации, так как жилищный фонд в большинстве длительно действующих предприятий ветхий. При этом туда не надо завозить другие, более дорогие покупные строительные материалы.

Отечественными машиностроительными заводами в последние годы освоен выпуск десятков моделей станков для производства оцилиндрованных деталей, различной производительности, видов выпускаемых строительных деталей и т. п.

По принципу действия можно подразделить:

1. на станки периодического действия (рис. 1. а, б, в);

2. станки непрерывного действия (рис. 1, г).

Станки периодического действия имеют две торцевых бабки 1, 2, с помощью которых после подачи и центрирования в станок бревно оно зажимается и начинается его обработка до получения продукции требуемых размеров и профиля. По принципу обработки сырья позиционные станки подразделяются на два типа:

• токарного типа - режущий инструмент последовательно обрабатывает бревно как при его вращении, так и при его остановке. В зависимости от способа надвигания станки данной группы подразделяются на два вида (рис 1, а,б);

• роторного типа (рис 1. в). Неподвижно закрепленное с торцов бревно обрабатывается подвижным суппортом, на котором, кроме ротора с резцами, монтируются дополнительные фрезерные и пильные узлы для формирования продольного укладочного паза и компенсационного пропила. Эти операции производятся одновременно с обработкой бревна на цилиндр.

Станки проходного типа (рис. 1, г) по принципу действия более производительны и применяются для серийного производства строительных комплектов срубов. Бревна могут подаваться непрерывно, за счет чего достигается высокая производительность. Подачу и центрирование бревна осуществляет система вальцов (рис. 1, г) конической формы. Вальцы подающей группы имеют более рельефный профиль для надежного сцепления с заготовкой. Оцилиндровочные станки проходного типа имеют ограничения минимальной длины заготовки, чтобы в процессе обработки бревно не оказалось в промежутке между вальцами. В зону обработки, помимо режущего модуля, устанавливаются фрезерные узлы, пилы для необходимого профилирования готового изделия, поэтому станки данного типа являются универсальными обрабатывающими комплексами, применяемыми как для изготовления срубов, так и для получения пиломатериала.

Станки как первой, так и второй групп дополнительно различаются по ряду других признаков: конструктивным особенностям, типам режущего инструмента, степени механизации выполнения околостаночных и вспомогательных операций.

Каждая из рассмотренных здесь технологий получения оцилиндрованных деталей имеет свои преимущества и недостатки. Они отличаются энергопотреблением, производительностью, коэффициентом полезного выхода готовой продукции, разнообразием получаемых сечений строительных деталей и т.д.

Позиционные станки (см. рис. 1, а, б), где бревно фиксируют в центрах, обработку производят по принципу токарного станка.

При такой технологии полностью убирается кривизна бревна по длине. Для изготовления оцилиндрованных деталей более полной заводской готовности на станках токарного типа (см. рис. 1, а, б) устанавливаются дополнительные обрабатывающие узлы, с помощью которых можно производить следующие операции:

- фрезеровать компенсационный и укладочный пазы;
- фрезеровать прямую и косую чашку;
- осуществлять сверление под шканты и шпилечную систему;
- создавать сложный профиль бревна.

Во время обработки на позиционном оборудовании с подвижным режущим модулем (см. рис. 1, в) заготовка неподвижна и фиксируется в центрах. При этом на подвижный суппорт, кроме ротора, производящего оцилиндровку бревна, монтируются дополнительные фрезерные узлы для формирования необходимых продольных пазов или граней у бревна одновременно с обработкой его на цилиндр. Такая комбинация повышает суммарную производительность станка и точность готовых изделий, так как деталь во время фрезерования не меняет своего положения.

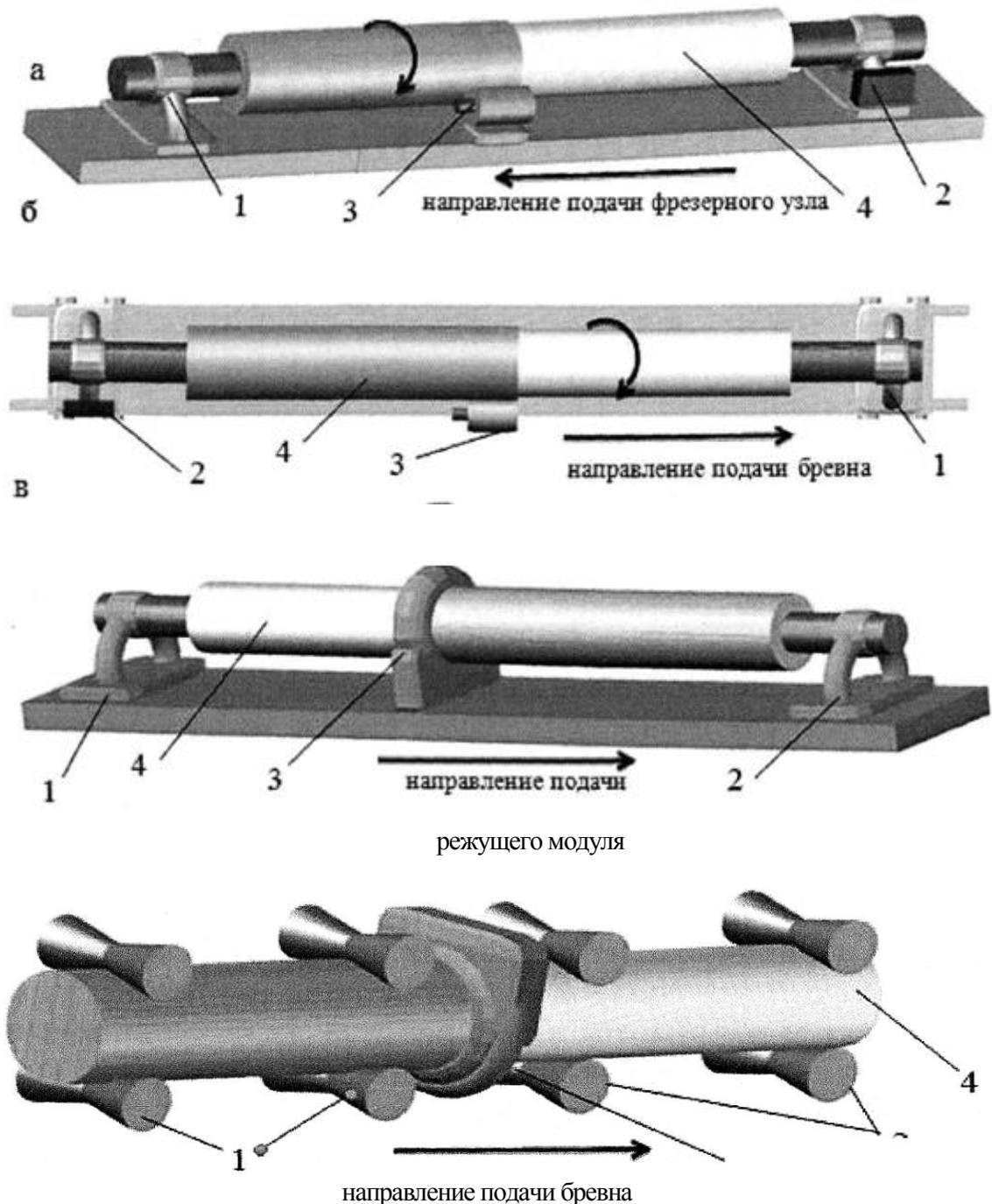


Рис. 1. Принципиальные схемы станков для производства оцилиндрованных деталей строительного назначения. Станки периодического действия: а - центрального типа с вращающимся бревном и подвижным фрезерным узлом: 1 - подвижная зажимная бабка; 2 - зажимная бабка с приводом вращения бревна; 3 - подвижный фрезерный узел; 4 - обрабатываемое бревно; б - центрального типа с надвиганием вращающегося бревна на стационарный фрезерный узел: 1 - подвижная зажимная бабка; 2 - зажимная бабка с приводом вращения бревна; 3 — стационарный фрезерный узел; 4 — обрабатываемое бревно; в — центрального типа с неподвижным бревном: 1, 2 — зажимные бабки; 2 - подвижной режущий модуль; 4 - обрабатываемое бревно. Станки проходного типа: г — 1 — подающие вальцы; 2 — приемные вальцы; 3 - стационарный режущий модуль; 4 - обрабатываемое бревно

К недостаткам позиционных станков роторного типа следует отнести достаточную сложность устройства ротора, оснащенного специальными подшипниками большого диаметра и элементами фиксации инструмента. Необходимость переналадки всех резцов на новый диаметр обработки снижает производительность станка в условиях, когда часто меняется производственная программа либо типоразмер сырья. Кроме того, неправильная установка резцов, износ опор и направляющих могут снизить точность обработки.

Помимо операции получения правильной цилиндрической формы бревна, необходимо выполнить еще ряд других: формирование укладочного паза, чашек, отверстий под нагели и т.д. Важно, чтобы заготовка между операциями сохраняла свои установочные базы, так как любая переустановка приводит к погрешностям изготовления тех или иных конструктивных элементов. Такой принцип достаточно хорошо реализуется на станках позиционного типа, так как деталь во время фрезерования не меняет своего положения, это повышает качество готовых изделий. Позиционные станки с фрезерным узлом требуют последовательного выполнения операций, т. е. после оцилиндровки механизм вращения бревна блокируется и последующие операции выполняются на неподвижно закрепленном бревне.

Все эти технологические особенности головных станков для производства оцилиндрованных деталей строительного назначения приведены в таблице 1. Эти данные могут служить основой выбора того или иного оборудования в конкретных природно-производственных условиях работы лесозаготовительного предприятия в зависимости от имеющихся ресурсов сырья его размерно-качественных характеристик и требований к готовой продукции и т.п.

Таблица 1- Основные технологические особенности и условия применения станков для производства оцилиндрованных деталей строительного назначения

Особенности работы и классификационные признаки	Принцип действия станка			
	периодического действия			непрерывного действия
	с вращающимся бревном		с неподвижно закрепленным бревном и подачей режущего модуля вдоль бревна	
с подачей режущего инструмента	с подачей бревна			
Тип режущего инструмента	Фрезы	Фрезы	Подвижный режущий модуль роторного типа, фрезы	Стационарный режущий модуль роторного типа, фрезы, пилы
Рабочая подача	Подача фрезы вдоль бревна	Подача бревна на стационарно закрепленный фрезерный узел	Подача режущего модуля вдоль оси бревна	Подача бревна вдоль своей оси
Производительность станка	Невысокая, значительные затраты времени на основные и вспомогательные операции		Средняя, меньшие затраты времени на обработку за счет возможного одновременного выполнения нескольких технологических операций	Высокая, подача бревна в станок непрерывная
Требования к перерабатываемому сырью	Не требуется дробная сортировка сырья но желательна		Для получения высокого полезного выхода готовой продукции и повышения производительности обязательно нужна сортировка сырья по группам диаметров в соответствии с настройкой ротора на размер получаемых деталей	
Виды готовой продукции	Оцилиндрованные детали строительного назначения различного вида, в том числе конусообразные и сложного профиля		Оцилиндрованные детали строительного назначения	Оцилиндрованные детали строительного назначения и пилопродукция
Степень готовности деталей для дальнейшей сборки в изделии	Значительная часть оцилиндрованных деталей полной заводской готовности		В ряде случаев требуется последующее технологическое оборудование	Обязательно требуется последующее технологическое оборудование для выполнения ряда операций
Кривизна оцилиндрованных деталей	Минимальна за счет принципа обработки бревна, закрепленного в центрах			Кривизна готовой детали такая же, как и обрабатываемого бревна
Ограничения длины обрабатываемых бревен	Максимальная длина ограничена габаритами станка, Минимальная длина—размерами зоны резания			Максимальная длина не ограничена, минимальная — исходя из расстояния между подающими и приемными вальцами
Трудность настройки инструмента при изменении размеров готовой продукции	Минимальная путем установки поперечного перемещения фрезерного узла на требуемую величину		Значительная, требуется точное выставление всех резцов режущего роторного модуля	Значительная, требуется точное выставление всех резцов режущего роторного модуля, а также настройка механизма надвигания
Область применения оборудования	Индивидуальное производство широкой и непостоянной номенклатуры продукции строительного назначения		Мелкосерийное производство оцилиндрованных деталей в основном как стенового материала	Серийное производство оцилиндрованных деталей строительного назначения и пилопродукции

УДК 674.04

В.В. Сергеев, Д.Г. Васькин (УдГУ филиал, г. Кудымкар, РФ)

vaserge2010@yandex.ru

Клюев А.В., Ю.В. Борисов (ООО «НТЦ «Точка росы», г. Пермь, РФ)

klyuev@tor/perm.ru

ВЕЧНАЯ ДРЕВЕСИНА - «ДРЕВИТ» НА ОСНОВЕ БЕРЁЗЫ И ОСИНЫ

Предлагается к рассмотрению инновационная разработка ДРЕВИТ на основе древесины берёзы и осины для домостроения.

На начало 2014 года заготовкой и переработкой древесины в Коми-Пермяцком округе в 7 лесничествах занимаются более 200 предприятий различных форм собственности и с различными годовыми объёмами работ.

В округе эксплуатируется более 300 установок по распиловке пиловочника различных модификаций и мощностей. В ряде предприятий малого бизнеса созданы производства по заготовке хвойного пиловочника и баланса, фанерного кряжа, срубов домов из оцилиндрованных бревен, хвойных пиломатериалов и древесного угля. По оценке администраций муниципальных районов округа на созданных производствах было задействовано около 2 тыс. человек.

Мелкий бизнес в округе постепенно и со «скрипом» становится основой современной рыночной экономики. А в будущем должен стать ведущим сектором промышленности муниципальных образований, определяющим темпы экономического роста, структуру и качество совокупного синергетического эффекта. Но дело не только в количественных показателях. Этот фактор по самой своей сути является типично рыночным и составляет основу современной рыночной инфраструктуры каждого муниципалитета и округа в целом.

Доказано и показано, что цель муниципальной экономической политики можно представить как увеличение экспортного потенциала территории муниципалитета при одновременном замещении импорта товарами местного производства и не только в части обеспечения основными необходимыми с/х продуктами и услугами [1].

В промышленном секторе округа: главное – постепенная перестройка и уход от сырьевой экономики (круглый пиловочник, сырой пиломатериал и влажные древесные отходы) к экономике с высокой добавленной стоимостью (комплекты домов и сдача их «под ключ», погонажные изделия из модифицированной древесины, столярно-строительные блоки, мебель, топливные гранулы – пеллеты и т.д.). Мелкий и средний бизнес должен активно искать новые пути увеличения своих доходов.

С целью приобретения высокотехнологичного лесопильно-деревообрабатывающего оборудования необходимо объединяться в ассоциации, союзы, корпорации и осваивать деревообработку, не ограничиваясь только лесопилением. Многие вновь созданные предприятия лесного комплекса России именно идут этим проверенным мировой практики путём.

В этом случае в результате притока капитала в регион происходит повышение доходов предприятий и граждан и, как следствие, значительные средства (в виде налогов) поступают в распоряжение муниципалитета и могут быть использованы для решения задач развития региона, в том числе и в области социальной политики.

Учитывая сказанное, толчком для преобразований должна быть, проявлена инициатива «снизу», т.е. бизнесмены должны оценив свои возможности, свой рынок сбыта и конкурентов, выработать порядок объединения. Составить бизнес-план и стратегию на будущую совместную деятельность. Конечная цель – деревообработка, вид изделия и рынок. Поскольку наши сырьевые ресурсы по хвойной древесины «на нуле» - выход

один: использовать ресурс по мелколиственным породам древесины («сорняки» - берёза и осина). Эта проблема не только у нас в округе, она существует по всей России [2].

Российские учёные называют ресурс, который позволит России выйти на лидирующие позиции в мире по производству строительной древесины и биотоплива для возобновляемой энергетики будущего – это создание новой промышленности на основе комплексного и безотходного использования древесины мелколиственных пород. Этот ресурс превышает запасы нефти, и сравним с запасами природного газа, это первое. И второе: в России сейчас создана также безотходная технология, позволяющая изготавливать из берёзы и осины деловую древесину, строительные материалы различного назначения – это технология «древит». Название «вечной» древесины дано по аналогии с такими давно известными видами изделий, как «арболит», «текстолит» - ДРЕВИТ. Разработка осуществлена в пермском ООО «НТЦ «Точка росы», а её внедрение планируется организовать по совместным программам «Новые промышленные технологии» - г. Пермь и «Российские Берёзовые Технологии» - г. Красноярск [3, 4].

В программах выделены следующие этапы:

- широкое освоение технологии древит, создание специализированных предприятий по производству новых строительных материалов;
- массовое применение строительных материалов из древесины мягколиственных пород, переработанной по технологии древит (миллионы кубометров);
- программа «Древит-экодом» - массовое и дешёвое производство материалов и комплектующих для строительства домов — «термосов» наконец-то по российским технологиям;
- массовое производство древесных гранул высокого качества из отходов производства и переработки древита, из древесины берёзы и осины (миллионы тонн): замена мазута на древесные гранулы в энергетике и промышленности; малая автономная энергетика российского жилья, основанная на сжигании древесных гранул;
- косметология и фармацевтика на основе продуктов лесохимии и биосинтеза древесины.

Следует добавить, что в основу реализации указанной выше идеи, положено одно обязательное условие: древесина указанных пород должна **пройти модификацию**. Модификация древесины по данной технологии достигается в её комплексной обработке высокими температурами и пропиткой воскоподобными веществами: не гниёт и не горит [5]. Разработанный способ позволяет устранить две основные отрицательные характеристики этих пород: горючесть и влагопоглощение. Древесина пропитывается воскоподобными веществами по специальной технологии и лишается способности впитывать воду, т.е. теряет гигроскопичность. При повышении температуры окружающего воздуха равной точке воспламенения (≈ 400 °С), на её поверхности образуется негорючая плёнка и изолирует древесину от поступления кислорода воздуха – возгорание прекращается. Дом, построенный из такой древесины будет стоять вечно.

По себестоимости древит на 25-30% выше обычных сухих хвойных пиломатериалов, а коммерческая цена приближается к цене ламината, и может достигать 2-4 тыс. руб./м кв.

Возможности Программы МТ:

- В короткий срок дополнительно вовлечь в переработку более 100 млн. кубометров древесины в год.
- Производить в год более 10 млн. кубометров строительной древесины древит и 50 млн. тонн древесных гранул высокого качества.
- За 10–12 лет обеспечить выход на ежегодное строительство в России 400–

500 тысяч коттеджей в год по цене не более 22 тысяч рублей за м², а плата за его последующее содержание будет в 3–4 раза ниже, чем при централизованном энергоснабжении.

- За 10–12 лет можно построить более 500 предприятий Проекта МТ, каждое будет иметь собственную мини-ТЭЦ на отходах древесины мощностью 5–7 МВт, это более 3 ГВт мощности, или 24 млрд. кВт·ч дополнительной электроэнергии в год.

- До 2020 года может быть построено 3–5 млн. эко-коттеджей с собственной энергетикой на основе сжигания древесных гранул. Это даст ещё 10–15 ГВт энерго мощностей или 100 млрд. кВт·ч электроэнергии в год.

Следовательно, для того чтобы запустить в работу огромные запасы берёзы и осины — необходимо широкое, массовое освоение технологии «древит» и переработка отходов в биотопливо.

Библиографический список

1. Природные ресурсы Коми-Пермяцкого автономного округа. Нучно-популярное издание / Под общей ред. д.б.н. А.П. Савельева, 2005. – 125 с.

2. Горемыкин В.А. Бизнес-план: Методики разработки. 25 реальных образцов бизнес-плана. – М.: «Ось-89», 2008. – 592 с.

3. Технические условия "Модифицированная древесина "Древит", ТУ 5330-001-78885301-2012 от 15 января 2013. -12 с.

4. [Программа «Российские Берёзовые <http://kirillov.ru/doc/Epointofview...birch-technology.aspx> \(дата обращения 05.07.2013\) Технологии»](http://kirillov.ru/doc/Epointofview...birch-technology.aspx)

5. Способ получения модифицированной древесины «древит» и устройство для его осуществления МПК, В27К3/08, F26B7/00.

УДК 691.115,67.08

Федосенко И. Г., Тубалец Т. М.

(БГТУ, г. Минск, РБ) Ivan.fedosenko@mail.ru

СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ЦЕМЕНТНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ИЗ СУХИХ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

В статье рассмотрена возможность утилизации сухих отходов древесины с получением экологичного строительного материала. Приводится анализ щепы, полученной из этих отходов. Решается проблема водостойкости материала при воздействии воды, что предотвращает критическую потерю его несущей способности. Предлагается оптимальный фракционный состав измельченной древесины для производства арболита.

В связи с непростой рыночной экономикой и низкой конкурентоспособностью отечественных деревообрабатывающих предприятий, архиважными представляются способы достижения максимальной прибыли при переработке древесины за счет использования всех доступных сырьевых ресурсов, увеличения качества продукции и глубокой переработки. В частности, глубокая переработка древесины, подразумевает переработку отходов производства. В отличие от лесозаготовительного, в столярно-строительном и мебельном производствах, образуется большое количество сухих отходов древесины. Низкая влажность позволяет использовать их в качестве топлива, однако на предприятиях они об-

разуются с излишком и часть отходов требуют реализации. В необработанном виде их возможно реализовать населению и некоторым предприятиям, но при этом их отпускная цена будет не велика, а значит, это экономически невыгодно. Производство улучшенного топлива, такого как гранулы и брикеты, экономически оправдано, однако благодаря развитию альтернативной энергетики это лишь временное явление. Выигрышным способом утилизации таких отходов будет изготовление строительных материалов с древесным наполнителем, что подтверждается отпускными ценами на них. Учитывая, что древесина в любом виде придает строительным материалам теплоизоляционные свойства, экологическую направленность в строительстве зданий жилого сектора и переход к строительству энергопассивных малоэтажных зданий, на древесно-цементные композиционные строительные материалы в ближайшем будущем ожидается невиданный спрос.

Древесно-цементные композиты имеют разные рецептуры изготовления, но в большинстве из них используется измельченная в щепу или дробленку древесина. При повышенном влагосодержании некондиционной древесины, ее измельчение обеспечивает наилучшее качество полуфабриката и открывает широкие горизонты для ее использования. Вопрос же использования щепы, полученной измельчением сухих древесных отходов куда более сложен, ведь она имеет ограниченные области использования из-за ухудшенного качества после помола. Очень часто она не является технологической согласно ГОСТ 15815–83 [1], т.к. содержит значительное количество мелкой фракции и коры.

Щепа или дробленка может быть использована для производства различных строительных материалов, например, таких как арболит.

С целью оценить возможность использования сухих измельченных древесных отходов для производства арболита и определить его характеристики, была отобрана партия древесной щепы, изготовленной из кусковых отходов хвойных пород от обрезки досок, предварительно высушенных (приблизительно до 8 %-ной влажности) в камерах периодического действия. В результате оценки качества этой щепы согласно ГОСТ 15815-83 [1], было получено:

массовая доля коры, %.....	15,6
массовая доля гнили, %.....	0
массовая доля остатков, %, на ситах с отверстиями:	
ø 30 мм.....	0,56
ø 20 мм.....	3,02
ø 10 мм.....	48,66
ø 5 мм.....	32,36
ø 2 мм.....	13,50
на поддоне.....	1,90
массовая доля минеральных примесей, %.....	0
массовая доля со смятыми кромками, %.....	42,00

Очевидно, что превышение норм по содержанию коры и щепы со смятыми кромками не дает возможности использовать эту щепу как технологическую. Это вынуждает предприятие, на котором произведен отбор партии, реализовать ее населению. Нами было предложено использовать такую щепу в качестве наполнителя при производстве арболита.

Арболит имеет массу уникальных преимуществ, которые делают его конкурентным при выборе конструкционных и теплоизоляционных строительных материалов. К тому же он изготавливается из экологически чистых природных компонентов (цемент и

измельченная древесина). Этот материал технологичен и работа с ним не многим отличается от других широко распространенных древесных композиционных материалов. Однако существенным для строительства недостатком арболита является его недостаточная водостойкость.

С проблемой водостойкости арболита мы предложили бороться, добавляя в его состав гидрофобизатор. Выбор остановили на самом доступном и дешевом продукте, который позволит снизить водопоглощение материала и не уменьшит его прочность. Был взят гидрофобизатор «DALI Гидростоп» от российского производителя «Рогнеда». Он традиционно применяется для гидрофобизации пористых минеральных строительных материалов, таких как кирпич, камень и бетон. Этот состав обладает низкой стоимостью и проверенной эффективностью, т.к. в его основе лежат классические водорастворимые кремнийорганические жидкости: метил- и этилсиликонаты натрия по ТУ 6-02-696–76 [2].

В своих исследованиях мы не стремились к разработке новой рецептуры арболита, поэтому и была принята традиционная, согласно источнику [3]: щепа – 28,5%, портландцемент – 31,8%, вода – 39,7 %. При этом содержание гидрофобизатора приняли исходя из 3% по массе воды, согласно рекомендациям производителя по использованию его в качестве добавки в массу раствора.

При одинаковой рецептуре вероятно влияние будет оказывать и гранулометрический состав компонентов. В этой связи была поставлена задача поиска оптимального размера измельченной древесины, использование которой обеспечило бы минимальное воздействие воды на арболит. Для решения поставленной задачи были взяты 3 наиболее распространенные фракции щепы: 20/10, 10/5 и 5/2 мм.

Достаточно известной проблемой при отверждении растворов цемента является влияние «цементных ядов», присутствующих в древесном наполнителе, из-за этого раствор не схватывается даже за 28 сут [4]. Для снижения этого воздействия мы наносили жидкое натриевое стекло на поверхность щепы. Этот достаточно дешевый и эффективный для нас компонент производится на отечественном предприятии ЗАО «Парад». Нанесение осуществляли способом непрерывного перемешивания в смесителе для осмоления стружки (рис. 1, а) до полного покрытия поверхности щепы слоем жидкого стекла. Равномерность покрытия контролировали по изменению оттенка древесины к более темному. Далее производилась сушка поверхности при комнатных условиях (температура – 20°C, влажность воздуха – 55%) в течение одних суток. После сушки поверхность щепы приобрела зернистый блеск и повышенную твердость, что являлось предпосылкой полной изоляции «цементных ядов».

В отдельной емкости приготовили раствор гидрофобизатора и воды, а затем последовательно вливали его в работающий смеситель с предварительно подготовленной древесно-цементной смесью (рис. 1, б) на основе портландцемента марки 500 Д0 (без добавок).



а – осмоление стружки жидким стеклом; *б* – смешивание раствора арболита;
в – формование образцов в разъемных формах

Рис. 1. Подготовка образцов арболита для испытаний

Приготовленный раствор помещали в специальные металлические формы, обеспечивающие размеры образцов 100×100×100 мм (рис. 1, в) и уплотняли без дополнительного давления, используя вибрацию в горизонтальной плоскости. В течение 28 сут при комнатных условиях (без закалки) образцы отверждались и набирали минимальную для испытаний прочность. Через 7 суток после начала отверждения образцы извлекались и продолжали набирать прочность без форм. Половину образцов после набора прочности помещали в воду с температурой 20°С и выдерживали в течение 10 сут.

У сухих и мокрых образцов арболита измеряли линейные размеры и взвешивали. Далее испытывали их на сжатие, согласно ГОСТ 19222–84 [5], на прессе ПСУ-10.

Полученные результаты приведены в табл. 1 и 2, а также графически на рис. 2.

Арболит может быть конструкционным, теплоизоляционным в соответствии с ГОСТ 19222–84 [5], что напрямую зависит от его плотности и прочности на сжатие. Учитывая, что плотность для арболита является более вариабильным свойством, в сравнении с массивной древесиной, считаем, целесообразным использование относительных показателей.

Так, относительная прочность на сжатие была рассчитана как приращение единицы прочности на единицу плотности материала, что означает:

$$\sigma_{\text{отн}} = \frac{\sigma_W}{\rho_W}, \frac{\text{МПа} \cdot \text{м}^3}{\text{кг}},$$

где σ_W – предел прочности материала с влажностью W в момент испытания, МПа; ρ_W – плотность материала с влажностью W в момент испытания, кг/м³.

Таблица 1

Результаты испытаний арболита негидрофобизированного

Гранулометрический состав, мм	Плотность кг/м ³	Прочность на сжатие, МПа	Относительная прочность на сжатие, МПа·м ³ /кг·10 ⁻⁶	Относительная влажность, %
Сухие образцы				
20/10	618,8	0,392	633,3	–
10/5	559,3	0,440	786,8	–
5/2	567,1	0,224	395,1	–
Замоченные образцы				
20/10	812,0	0,336	413,8	33,5
10/5	887,8	0,346	389,7	53,7
5/2	965,7	0,284	294,0	69,0

Таблица 2

Результаты испытаний арболита гидрофобизированного

Гранулометрический состав, мм	Плотность кг/м ³	Прочность на сжатие, МПа	Относительная прочность на сжатие, МПа·м ³ /кг·10 ⁻⁶	Относительная влажность, %
Сухие образцы				
20/10	608,1	0,385	632,3	–
10/5	577,7	0,467	808,1	–
5/2	571,4	0,173	303,0	–
Замоченные образцы				
20/10	777,4	0,314	403,9	25,6
10/5	820,1	0,444	541,9	46,6
5/2	924,3	0,306	331,0	63,0

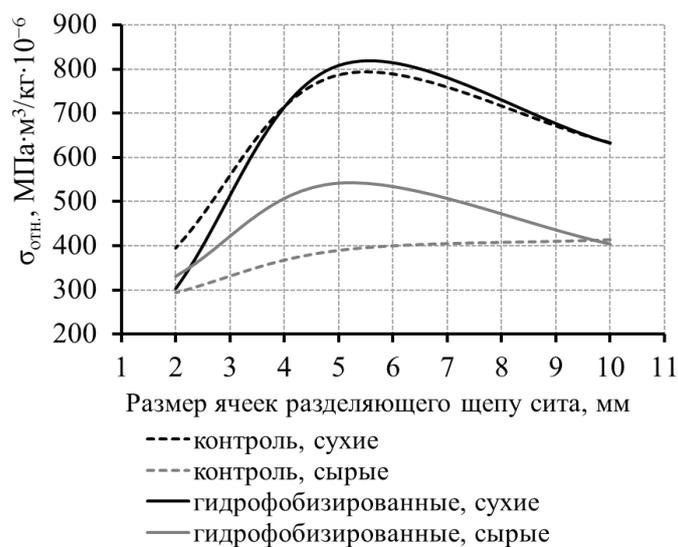


Рис. 2. Прочность арболита на сжатие

Главной задачей исследования выступала оценка влияния водопоглощения на прочность, поэтому не было необходимости в отыскании абсолютной влажности материала и была использована относительная величина, которую определяли по формуле

$$W_{отн} = \frac{m_{сыр} - m_{сух}}{m_{сух}} \cdot 100 \%,$$

где $m_{сыр}$ – масса увлажненного материала, кг; $m_{сух}$ – масса неувлажненного материала, кг.

Гранулометрический состав щепы было принято выразить размерами ячеек сит, на которых задержалась фракция (остатках на ситах), что было сделано для удобства построения координатной плоскости графика (рис. 2).

Из графика видно, что при добавлении гидрофобизатора на основе кремнийорганических соединений, водопоглощение арболита снижается на 6–8%, что дает основание для потенциального использования этого материала в условиях повышенной влажности. Однако, авторы не станут рекомендовать его использование при вероятности прямого продолжительного контакта с водой.

Также очевидно, что оптимальным гранулометрическим составом щепы среди рассмотренных будет фракция 10/5 мм, т. к. в этом случае зафиксирована наибольшая прочность материала на сжатие. Это влияние увеличилось при добавлении гидрофобизатора. Стоит также отметить, что арболит как с гидрофобизатором, так и без него, в сухом состоянии имеет одинаковую прочность (разница составляет лишь 2,7%, что находится в пределах погрешности измерений). Однако, в сыром состоянии разница между значениями прочности достигает 39,1% в пользу гидрофобизированного арболита.

Такой показатель, как прочность на сжатие вдоль волокон позволяет по ГОСТ 19222–84 [5] отнести полученный арболит к марке М5, т. е. к теплоизоляционным материалам.

Заключение. Следовательно, щепу, полученную из сухих кусковых отходов лесопиления можно успешно реализовать при производстве теплоизоляционного арболита, а присутствие в арболите гидрофобизатора на основе кремний-органических жидкостей, способно значительно уменьшить риск критического снижения несущей способности материала.

Библиографический список

1. Щеп технологическая. Технические условия: ГОСТ 15815–83. Введ. 01.01.1985. М.: Изд-во стандартов, 1985. 14 с.
2. Жидкости ГКЖ-10, ГКЖ-11. Технические условия: ТУ 6-02-696–76. Введ. 01.01.1977. М., 1977. 24 с.
3. Наназашвили И. Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции. Л.: Стройиздат, 1990. 416 с.
4. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам: ГОСТ 10180–90. Введ. 01.01.1991. М.: Изд-во стандартов, 1991. 30 с.
5. Арболит и изделия из него. Общие технические условия: ГОСТ 19222–84. Введ. 01.01.1985. М.: Изд-во стандартов, 1985. 24 с.

УДК 674.093.26.06

Филиппова А. О., Левинский Ю. Б., Левинская Г.Н. (УГЛТУ, г.Екатеринбург, РФ)

ОГНЕЗАЩИЩЕННАЯ ФАНЕРА НА ОСНОВЕ СОСНОВОГО ШПОНА, ПРОПИТАННОГО ПРЕПАРАТАМИ «ПИРИЛАКС» И «ОГНЕБИО»

Приведены результаты сравнительных испытаний фанеры, обработанной антипиренами «Пирилакс» и «Огнебио». Второй показал более высокую эффективность.

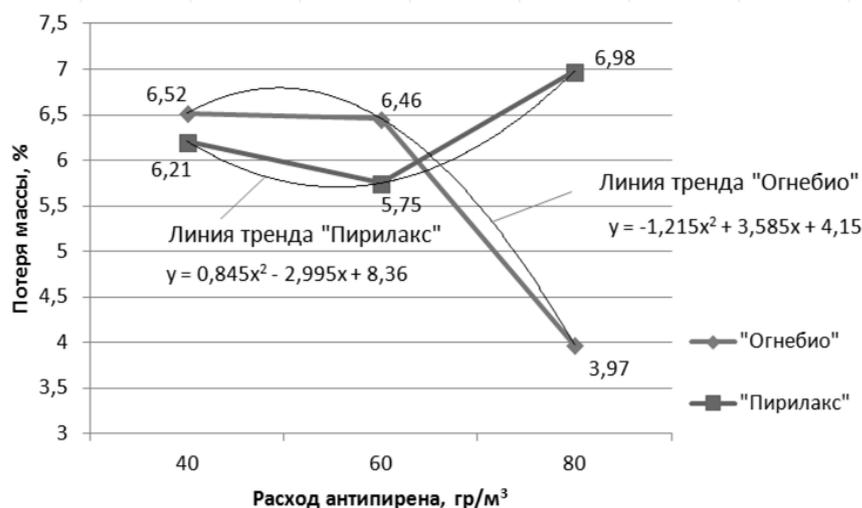
В настоящее время остро стоит проблема повышения безопасности строительной продукции, что связано с увеличением числа пожаров, вызывающих человеческие жертвы и причиняющих огромный материальный ущерб.

Фанера – слоистый листовый материал, что позволяет предварительно обрабатывать заготовки (шпон). Варианты такой обработки могут быть различны (пропитка шпона с обеих сторон, пропитка четных/нечетных листов в пакете, пропитка шпона с одной стороны). При всех этих дополнительных технологических операциях нужно всегда обеспечивать требуемое качество, это определяется прочностными характеристиками, ударной вязкостью, твердостью и теплопроводностью.

По результатам литературного обзора был сделан вывод о том, что при предварительной пропитке шпона наблюдается снижение прочности склеивания по причине выхода солей антипирена на поверхность шпона, низкая эффективность огнезащиты препаратами, усложнение технологического процесса. В рамках исследования ставим перед собой цель: получение строительной фанеры повышенной водостойкости с высокими огнезащитными свойствами [1, 2].

Для достижения цели и решения поставленных задач была разработана методика проведения исследований, первой стадией которой является подготовка шпона к склеиванию, пропитка его антипиренами и подсушка, и склеивание пакетов.

Была принята стандартная схема сборки пятислойной фанеры. Шпон древесины сосны обрабатывался методом поверхностного нанесения (кистью) с двух сторон при комнатной температуре. Расход варьируется от 40 до 80 гр/м². Для склеивания фанеры применена смола СФЖ-3014. Клей наносился обрезиненным валиком. В ходе проведения поисковых экспериментов было установлено, что пропитанный шпон лучше склеивать при относительно низкой температуре, увеличив время прессования [3].



Зависимость потери массы фанеры от расхода антипирена

Второй стадией экспериментальных исследований является оценка качества изготовленной фанеры, а именно - оценка огнезащитных свойств путем определения потери массы образца при сжигании в пламени портативной газовой горелки, оценка физико-механических показателей, т.е. предела прочности при скалывании по клеевому слою и по древесине на сухих и влажных образцах и предела прочности при статическом изгибе на сухих образцах.

Огнезащитные препараты «Пирилакс» и «Огнебио» позволяют значительно повысить качество защиты фанеры от огня (на 18-30%) (Рис.).

При расходе 40 и 60 гр/м² антипирен «Пирилакс» обеспечивает лучшую защиту, по сравнению с антипиреном «Огнебио». При увеличении расхода до 80 гр/м² значение потери массы при использовании препарата «Пирилакс» резко увеличилось, что говорит о низком качестве огнезащитной обработки. Этот факт объясняется низким качеством склеивания такой фанеры. При сгорании образец представляет собой неоднородную конструкцию, между слоев шпона которой есть воздушные прослойки, способствующие лучшему горению.

Важным фактором при выборе антипирена является значение физико-механических показателей фанеры (Табл.).

Физико-механические показатели экспериментальной фанеры

Вид обработки	$\sigma_{\text{скал}}$, МПа		$\sigma_{\text{изг}}$, МПа	
	Сухих образцов	После кипячения		
Необработанная	1,83	1,66	40,18	
Огнебио	40 гр/м ²	2,44	1,79	65,15
	60 гр/м ²	1,69	1,57	59,02
	80 гр/м ²	2,12	1,23	58,80
Пирилакс	40 гр/м ²	1,92	1,33	60,84
	60 гр/м ²	1,44	0,71	37,00
	80 гр/м ²	0,77	0,68	30,19

Из таблицы видно, что худшее качество склеивания обеспечивает препарат «Пирилакс» при расходе 60 и 80 гр/м². В данном случае не обеспечивается качество фанеры на уровне ГОСТ.

В целом, качество склеивания шпона пропитанного препаратом фирмы Сенеж выше качества склеивания шпона, пропитанного Пирилаксом.

По результатам проделанной работы сделаны основные выводы и даны рекомендации:

Во-первых, качество пропитки обусловлено в первую очередь анатомическим строением древесины. А на качество склеивания обработанного шпона основное влияние оказывают режимные параметры склеивания.

Во-вторых, антипирен «Огнебио» фирмы Сенеж является наиболее подходящим для защиты фанеры от воздействия огня по сравнению с антипиреном «Пирилакс», т.к. обеспечивает хорошие показатели защищенности, и при этом не ухудшает качество склеивания. А препарат «Пирилакс» при незначительном увеличении расхода не способен обеспечить качество склеивания фанеры на уровне ГОСТ.

Также сделан вывод о том, что огнезащищенная фанера является экологически безопасной, не наносит вред человеку и окружающей среде как при производстве, так и во время эксплуатации.

Вывод о том, что производство и реализация огнезащищенной фанеры обеспечивают положительный экономический эффект для предприятия, который заключается в увеличении чистой прибыли предприятия в 3 и более раза при незначительных инвестиционных затратах.

Библиографический список

1. Кириллов, А. Н. Прочность антипирированного шпона и фанеры./ А. Н. Кириллов, В. Г. Бирюков, И. Н. Мишин. – М.: МГУЛ, 1987.
2. Балакин, В. М. Изучение влияния азотфосфорсодержащих антипиренов на горючесть и физико-механические свойства фанерных плит./В. М. Балакин, Е. Ю. Полищук, А. В. Рукавишников//Пожаровзрывоопасность. – 2012. Том 21, №1. – С. 34-43.
3. Филиппова А. О, Левинский Ю. Б., Левинская Г.Н. Повышение огнезащищенности фанеры путем пропитки шпона антипиренами с последующим его склеиванием. - Научное творчество молодежи - лесному комплексу России, Материалы X всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов - Екатеринбург, 2014.

ПРОГРЕССИВНОЕ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ

УДК 674

А. Ф. Аникеенко

(БГТУ, г. Минск, РБ) Hasper@tut.by

РЕЖИМЫ СВЕРЛЕНИЯ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ, ВЛИЯЮЩИЕ НА МОЩНОСТЬ И КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ

Экспериментально исследовано влияние глубины сверления, частоты вращения сверла и скорости подачи на мощность и качество обработки.

Введение. Государственная программа развития деревообрабатывающей промышленности Республики Беларусь на период с 2008 по 2014 годы предусматривает ввод в эксплуатацию предприятий концерна «Беллесбумпром» проектной мощностью 480 000 м³ древесно-стружечных плит (ДСтП) в год.

Требования обеспечения качества выпускаемой продукции, с учетом необходимости увеличения объемов ее поставок за рубеж, предопределили широкое использование технологий сверления ламинированных плит для изготовления мебельной продукции.

Анализ известных научных работ по сверлению древесины и плитных материалов показал, что их результаты и рекомендации, применительно к обработке ламинированных ДСтП, использовать практически невозможно, так как они не обеспечивают требуемое качество.

Физико-механические свойства ламинированных ДСтП определены ГОСТ 10632-2007 и ТУ 13-0260215-02, а критерием качества их обработки является отсутствие дефектов в виде сколов на лицевой поверхности.

Основная часть. С целью получения технологических режимов удовлетворяющих современным требованиям по качеству и производительности было решено провести ряд экспериментов.

В качестве экспериментальной установки определен современный многооперационный деревообрабатывающий станок модели Rover В 4.35 с числовым программным управлением. Принципиальная схема экспериментальной установки представлена на рис. 1. Аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) позволяет с точностью ± 5 Вт регистрировать в реальном режиме времени энергозатраты процесса. Разработано программное обеспечение для управления АЦП.

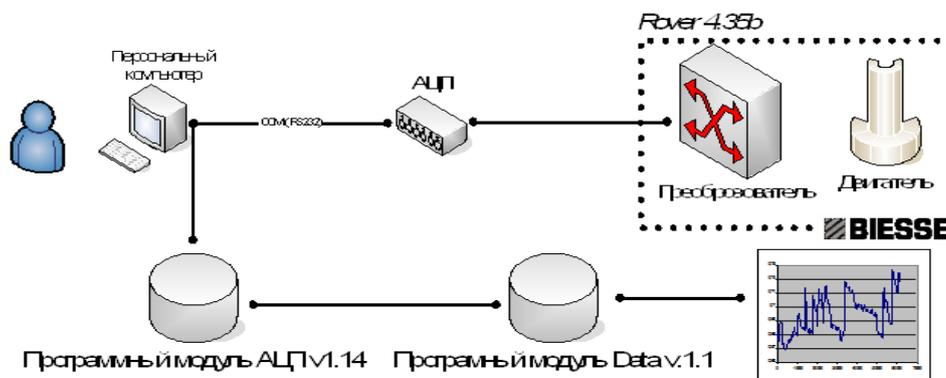


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки

Предварительные эксперименты показали, что на качество полученных поверхностей оказывает влияние конструкция сверл с подрезателями и направляющим центром; с конической заточкой).

Проведен ряд экспериментов с использованием метод математического планирования который позволяет получить достоверные модели процесса сверления с учетом качества и мощности [1].

В качестве переменных факторов выбраны скорость подачи, скорость главного движения, диаметр инструмента.

Так как современная ламинированная ДСтП представляет собой некий сэндвич из материалов с разной плотностью, предполагается провести эксперимент по изменению технологических режимов на разной высоте сверления, как показано на рис. 2.

Для проведения эксперимента была составлена методическая сетка опытов, охватывающая различные технологические режимы обработки, согласно рекомендациям Пижурин А. А. [2]

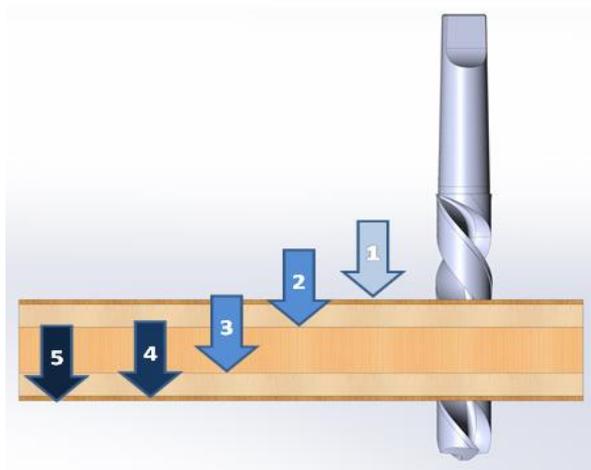


Рис. 2. Принципиальная схема проведения эксперимента

Факторы проведения эксперимента и методическая сетка экспериментальных данных представлены в таб. 1 и 2.

Таблица 1

Факторы проведения эксперимента

Переменный фактор	Уровни варьирования		
	верхний (+1)	основной (0)	нижний (-1)
1. Глубина сверления, мм [X ₁]	38	24	10
2. Частота вращения, мин ⁻¹ [X ₂]	2000	1500	1000
3. Скорость подачи, м/мин [X ₃]	6	3,5	1
4. Тип плиты	ДСтП ламинированная синтетическим материалом		
5. Диаметр сверла, мм	–	10	–
6. Толщина плиты	–	28	–

Таблица 2

Методическая сетка экспериментальных данных

№ опыта	Переменные факторы в кодированном выражении			Переменные факторы в явном выражении			Выходной параметр
	X ₁	X ₂	X ₃	h, мм; [X1]	n, мин ⁻¹ ; [X2]	V _s , м/мин; [X3]	
	2	3	4	5	6	7	8
1	+	+	+	38	2000	6	0,19017
2	-	+	+	10	2000	6	0,118787
3	+	-	+	38	1000	6	0,12253
4	-	-	+	10	1000	6	0,143158
5	+	+	-	38	2000	1	0,101131
6	-	+	-	10	2000	1	0,124318
7	+	-	-	38	1000	1	0,118354
8	-	-	-	10	1000	1	0,127082
9	+	0	0	38	1500	3,5	0,108041
10	-	0	0	10	1500	3,5	0,121166
11	0	+	0	24	2000	3,5	0,120278
12	0	-	0	24	1000	3,5	0,116627
13	0	0	+	24	1500	6	0,105734
14	0	0	-	24	1500	1	0,102692

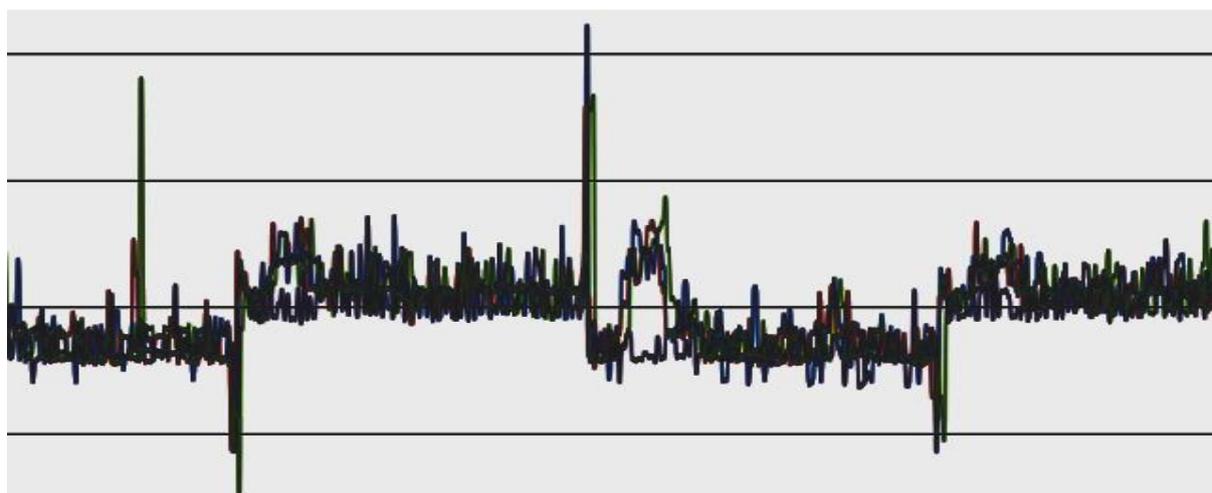


Рис.3. Результаты экспериментальных данных, записанные в режиме реального времени

Основная серия опытов была проведена по плану полного факторного эксперимента типа 23. В качестве переменных были приняты основные факторы, определяющие режим резания: скорость подачи (V_s , м/мин), частота вращения инструмента (n , мин⁻¹) и

глубина сверления (h , мм), выходной параметр - мощность (P , кВт). В опытах использовались ДСтП ламинированные синтетическим материалом, толщиной 28 мм. Сверление проводилось винтовым сверлом с конической заточкой ($D = 10$ мм). По результатам эксперимента, были получены уравнения регрессии:

В кодированном выражении

$$y = 60,1 + 10,8 \cdot X_3 + 9,6 \cdot X_1 \cdot X_2 + 10,4 \cdot X_1 \cdot X_3 + 7,9 \cdot X_2 \cdot X_3 + 11,4 \cdot X_1^2 + 15,4 \cdot X_2^2, \quad (1)$$

В явном выражении:

$$P = 326,6 - 5,89 \cdot h - 0,24 \cdot n - 12,29 \cdot V_s + 0,00137 \cdot h \cdot n + 0,2971 \cdot h \cdot V_s + 0,00632 \cdot n \cdot V_s + 0,058 \cdot h^2 + 0,000062 \cdot n^2, \text{ Вт} \quad (2)$$

Заключение. Анализ уравнения показывает, что с увеличением частоты вращения (n , мин⁻¹), скорости подачи (V_s , м/мин) и глубины сверления (h , мм) мощность на резание возрастает, при этом наибольшее влияние оказывает частота вращения инструмента, а наименьшее - глубина сверления.

В результате дальнейших исследований планируется разработать технологические режимы, позволяющие получить требуемое качество продукции с минимальной силой и мощностью на резание, при установленной производительности.

Библиографический список

Пижурин А.А. Исследования процессов деревообработки / А.А. Пижурин, М.С. Розенблит. М.: – Лесн. пром-сть, 1984. – 232 с

УДК 674.05

Гаранин В.Н. (БГТУ, г. Минск, Республика Беларусь)
garanin@wmt.by

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДВИЖНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФРЕЗ С ПРИВОДОМ МЕХАНИЗМА РЕЗАНИЯ СТАНКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

Теоретически исследовано влияние дополнительной степени подвижности насадной фрезы на формирование кинематических неровностей обработки.

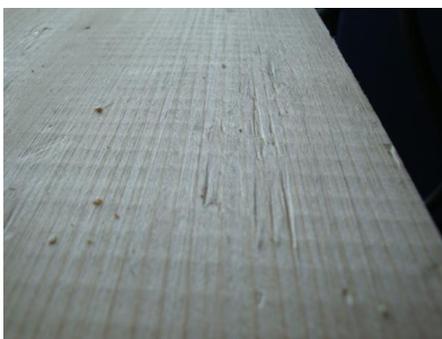
Существует большое количество фрезерного инструмента для обработки древесины и древесных материалов [1]. Общее, что их объединяет, – наличие жесткой связи между инструментом и шпинделем станка. При получении методом фрезерования строганой поверхности при такой связи образуются вынужденные дефекты обработки – кинематические неровности, которые являются следствием «жесткой» кинематики (по циклоиде) взаимодействия режущего элемента инструмента с обрабатываемым материалом. Для получения поверхности лучшего качества при такой связи инструмента с приводом

необходимо либо снижать скорость подачи материала, что ведет к снижению производительности оборудования, либо повышать скорость резания, число резцов на цилиндрическом инструменте и диаметр инструмента, что ведет к повышению динамической нагрузки на элементы станка, усложнению конструкции и веса инструмента.

Задачей настоящей работы следует считать анализ способа установки инструмента на шпиндель станка, позволяющего повысить качество обработанной поверхности без снижения производительности оборудования, без увеличения и усложнения конструкции инструмента, а также без повышения скорости привода резания.

К наиболее распространенному способу установки цилиндрического фрезерного инструмента следует отнести способ, описанный в литературе [2]. Указанный способ установки насадных фрез на шпиндель станка предусматривает его крепление к шпинделю для передачи крутящего момента. Однако такое крепление инструмента приводит к циклоидной траектории взаимодействия режущих элементов с обрабатываемым материалом и, как результат, появлению дефектов в виде кинематических неровностей (рисунок 1).

Плохое качество



Хорошее качество



Рисунок 1 – Качество обработанных поверхностей методом цилиндрического фрезерования.

Для решения поставленной задачи предлагается использовать способ взаимодействия фрезерного инструмента с приводом станка, позволяющий разрушить «жесткую» циклоиду, по которой происходит формирование поверхности обработки фрезерованием. Для этого предлагается использовать дополнительную степень свободы вращения фрезерного инструмента (рисунок 2) относительно шпинделя станка, что в конечном итоге позволит обеспечить снижение высоты кинематических неровностей $H=R_{zmax}$ на величину ΔH (рисунок 3) и повысить качество обработанной поверхности.

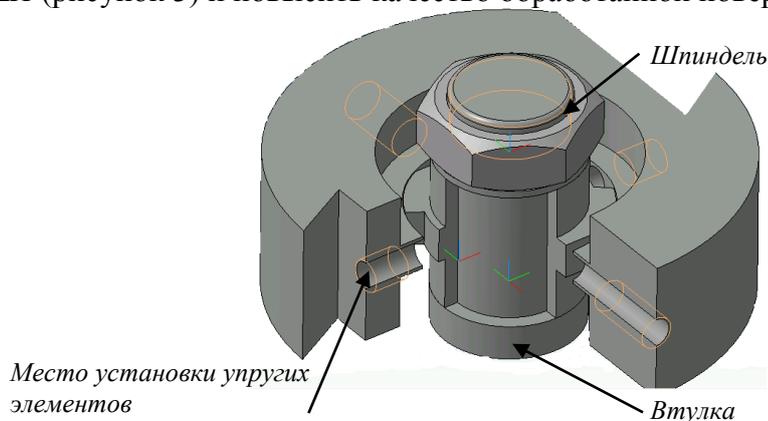


Рисунок 2 – Общий вид установки фрезы

Основная проблема при данном взаимодействии заключается в небольшом времени формирования поверхности обработки и высокой инерционности работающего инструмента. Хорошим решением в данной ситуации будет использование вынужденных колебаний, амплитуда которых не должна превышать угол φ_1 (рисунок 3). Причем благодаря возможности регулирования жесткости связи между приводным валом (шпинделем станка) и инструментом появляется возможность регулировать высоту кинематических неровностей, а также передаваемый крутящий момент режущему элементу.

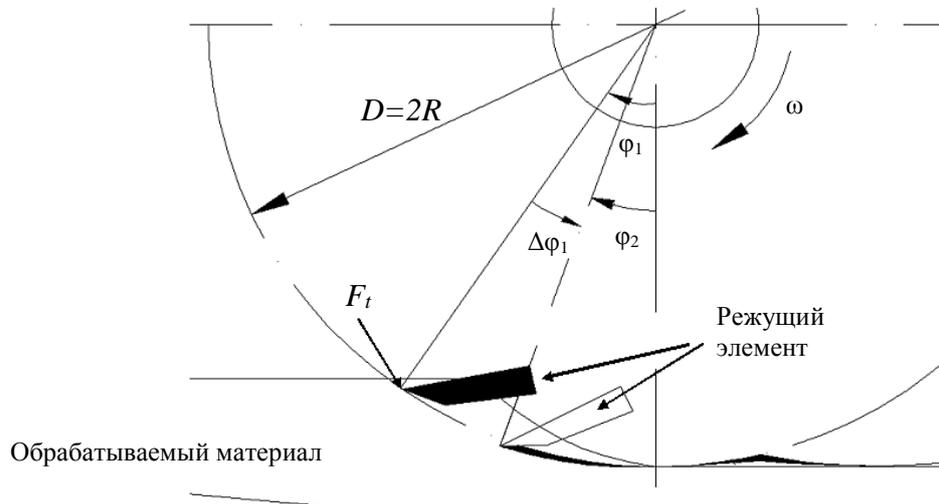


Рисунок 3 – Функциональная схема взаимодействия режущего элемента фрезы с обрабатываемым материалом

При запуске инструмента под действием инерционных сил указанный способ приведет к возможному относительному вращению инструмента относительно приводного вала. Это смещение можно снизить путем более медленного разгона инструмента или использования более жесткой пружины с ее предварительным натягом 4 (рисунок 1). После стабилизации холостого хода инструмент стабилизируется относительно первоначального положения относительно приводного вала.

Возможность изменения жесткости связи между инструментом и приводным валом (рисунок 2) позволяет регулировать амплитуду и частоту вращательных собственных колебаний инструмента относительно шпинделя станка. При проектировании инструмента для такой обработки материала необходимо стремиться к снижению осевого момента инерции инструмента относительно шпинделя станка, поскольку изменение угла φ_1 до величины φ_2 (рисунок 2) на дуге контакта напрямую зависит от инерционности фрезы.

В начале взаимодействия режущих элементов инструмента с обрабатываемым материалом под действием касательных сил сопротивления резанию F_t (рисунок 3) произойдет угловое смещение корпуса инструмента относительно приводного вала на $\Delta\varphi_1$. Это приведет к временному снижению скорости вращения инструмента ω с одной стороны и снижению высоты кинематических неровностей H , поскольку режущая кромка при взаимодействии с материалом будет описывать уже не «жесткую» циклоиду, а траекторию, более приближенную к прямой линии (рисунок 3).

Для определения влияния угла относительного поворота инструмента на высоту кинематических неровностей R_{zmax} воспользуемся приближенными зависимостями, полученными на основании анализа рисунка 4.

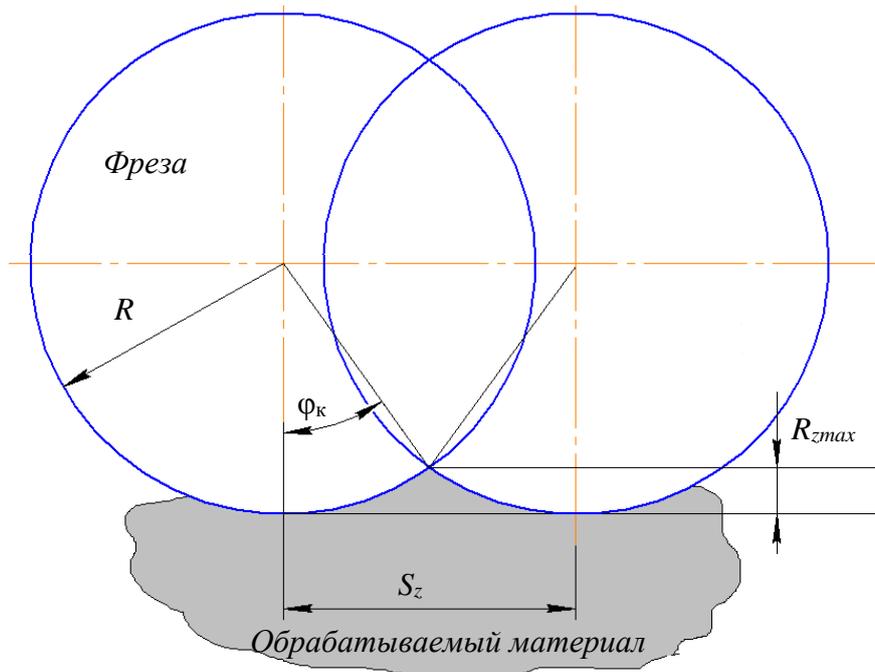


Рисунок 4 – Расчетная схема процесса цилиндрического фрезерования

Согласно источнику [3], существует упрощенная зависимость по определению высоты кинематических неровностей R_{zmax} , мм от технологических параметров процесса фрезерования.

$$R_{zmax} = \frac{S_z^2}{8R} \quad (1)$$

где R – радиус фрезерования, мм
 S_z – подача на зуб, мм

$$S_z = \frac{1000 \cdot V_s}{z \cdot n} \quad (2)$$

где V_s – скорость подачи материала, м/мин;
 z – количество режущих элементов, шт;
 n – частота вращения инструмента, мин⁻¹.

Указанные выше зависимости характерны для случая, когда существует «жесткое» соединение инструмента со шпинделем станка. При наличии еще одной степени свободы инструмента (дополнительное вращение относительно шпинделя на угол $\Delta\varphi$), угол φ_k , обозначающий высоту кинематической неровности (рисунок 4), снижается до $\varphi_{вых}$.

$$\varphi_{вых} = \varphi_e - \Delta\varphi \quad (3)$$

где φ_k – угол при «жестком» соединении инструмента со шпинделем станка, рад

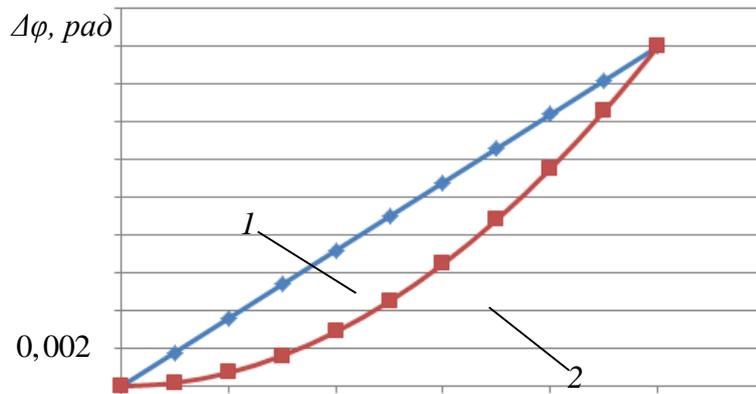
$$\varphi_e = \arcsin\left(\frac{S_z}{2R}\right) \quad (4)$$

В свою очередь, угол поворота инструмента относительно шпинделя станка $\Delta\varphi$ на дуге контакта может описываться различными зависимостями (рисунок 5), зависящими

от различных факторов. Цель данной работы не является исследование этих факторов, однако при определенных допущения можно сделать небольшой анализ.

С целью построения графиков, зададимся следующими технологическими данными процесса обработки древесины фрезерованием: $z = 2$; $D = 125$ мм; $V_s = 36$ м/мин; $n = 8000$ мин⁻¹.

Используем зависимости угла $\Delta\varphi$, представленные на рисунке 5.



$$1 - \Delta\varphi = \arcsin\left(\frac{S_z}{2R}\right) \cdot \frac{t}{T}; \quad 2 - \Delta\varphi = 1 - \cos\left(0,19 \cdot \frac{t}{T}\right) \quad t, \text{ с}$$

Рисунок 5 – Изменение относительного угла на дуге контакта

На рисунке 5 время T , с поворота ножа на угол φ_k определяется зависимостью

$$T = \frac{1}{\omega} \cdot \arcsin\left(\frac{S_z}{2R}\right) \quad (5)$$

Используя расчетную схему на рисунке 4 можно выразить следующую зависимость

$$R_{z\max} = R(1 - \cos \varphi_{\text{аи} \delta}) \quad (6)$$

Представим на рисунке 6 кривые влияния характера угла поворота инструмента относительно шпинделя станка $\Delta\varphi$ на высоту кинематических неровностей $R_{z\max}$.

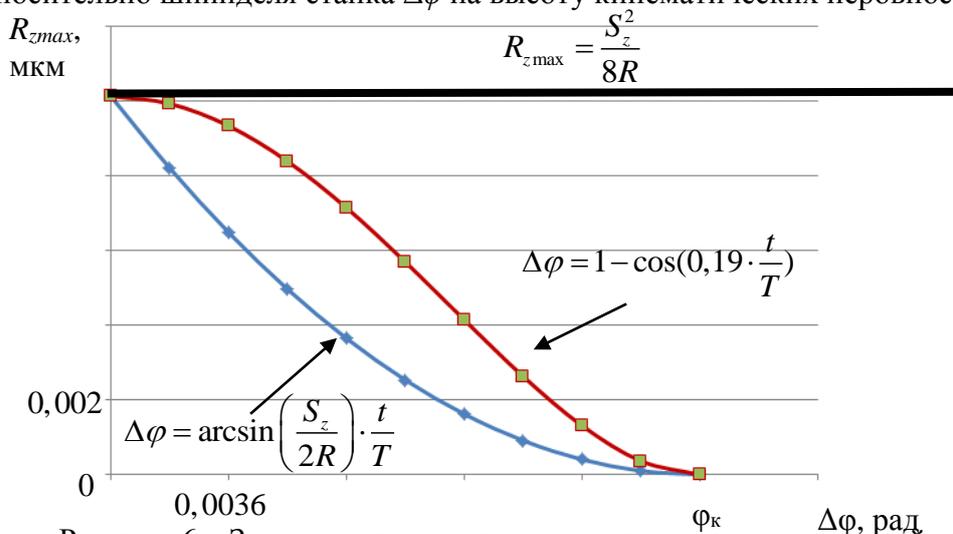


Рисунок 6 – Зависимость высоты кинематических неровностей от угла $\Delta\varphi$

На основании представленных данных можно сделать выводы, что независимо от характера изменения относительного угла $\Delta\varphi$ снижается величина R_{zmax} , что положительно сказывается на качестве получаемых поверхностей.

Предлагаемый способ взаимодействия фрезерного дереворежущего инструмента с приводом механизма резания станка позволяет теоретически повысить качество получаемых поверхностей без снижения производительности деревообрабатывающего оборудования. Однако при использовании предлагаемой технологии необходимо конструктивно обеспечить изменение жесткости системы инструмент – шпиндель станка. Это обосновано тем, что эффективность подвижного взаимодействия будет зависеть от физико-механических характеристик обрабатываемого материала, влияющих в конечном итоге на амплитуду колебаний рассматриваемой системы инструмент – шпиндель станка.

Все это дает основания для проведения дальнейших расчетов и лабораторных испытаний экспериментальных образцов насадного фрезерного инструмента с использованием нового способа подвижного взаимодействия с приводом механизма резания деревообрабатывающего оборудования.

Библиографический список

1. Каталоги фирм: Leitz, Leuco, Guhdo, Stehle, Faba, Freud. 2008–2009.
2. Швырев Ф. А., Зотов Г. А. Подготовка и эксплуатация дереворежущего инструмента: учеб. для профтехучилищ – 3-е изд., перераб. и доп. М.: Лесная пром-сть, 1979. 240 с.
3. Амалицкий, В. В. Оборудование отрасли : учебник / В. В. Амалицкий, Вит. В. Амалицкий. – М. ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 584 с.

УДК 674.05

Глебов И.Т. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ГЕОМЕТРИЯ СРЕЗАЕМОГО СЛОЯ ПРИ РЕЗАНИИ ДРЕВЕСИНЫ

Сделан вывод формул для расчета средней толщины срезаемого слоя при фрезеровании древесины. Проведен анализ полученных формул, показано их применение на примере. Сделаны выводы и показано, что применение предложенных формул позволит повысить точность расчета режимов фрезерования.

При раскрое и обработке древесных материалов на фрезерных станках с ЧПУ используются концевые фрезы диаметром $D = 10 \dots 30$ мм. При этом глубина фрезерования может быть равной или меньше диаметра фрезы. Толщина срезаемого слоя серповидной формы изменяется от нуля, когда фреза врезается в древесину, до максимального значения при угле контакта $\varphi = 90^\circ$ и снова до нуля при угле контакта $\varphi = 180^\circ$ (рис. 1).

При расчете режимов резания используют среднее значения толщины срезаемого слоя. По ней находят величину средней силы резания на дуге контакта, по ней находят угол встречи (перерезания) лезвий фрезы с волокнами древесины [1].

Мгновенное значение толщины срезаемого слоя находят по формуле:

$$a = S_z \sin \varphi, \quad (1)$$

где S_z – величина подачи на один зуб фрезы, мм;

φ – центральный угол контакта, измеряемый от точки врезания.

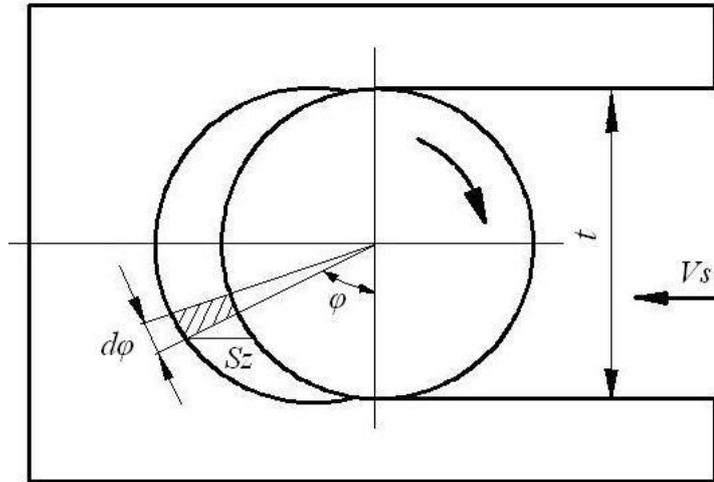


Рис. 1. Геометрия срезаемого слоя при фрезеровании концевой фрезой

Сделаем вывод формулы для определения среднего значения толщины срезаемого слоя. Для этого для некоторого угла поворота фрезы φ в срезаемом слое выделим элементарную площадку шириной $d\varphi$ и высотой a , равной мгновенной толщине срезаемого слоя. Элементарная площадь

$$dS = S_z \sin \varphi \cdot d\varphi.$$

Площадь срезаемого слоя

$$S = S_z \int_{\varphi_{\text{вх}}}^{\varphi_{\text{вых}}} \sin \varphi \cdot d\varphi = S_z (\cos \varphi_{\text{вх}} - \cos \varphi_{\text{вых}}),$$

где $\varphi_{\text{вх}}$ – угол входа фрезы в древесину, рад.;

$\varphi_{\text{вых}}$ – угол выхода фрезы из древесины, рад.;

Среднюю толщину срезаемого слоя найдем путем деления площади срезаемого слоя на угол контакта [2], мм

$$a_c = \frac{S_z}{(\varphi_{\text{вых}} - \varphi_{\text{вх}})} (\cos \varphi_{\text{вх}} - \cos \varphi_{\text{вых}}). \quad (2)$$

При фрезеровании $\varphi_{\text{вх}} = 0$. В зависимости от заданной глубины фрезерования t возможно:

$$\text{– при } t < D/2 \quad \cos \varphi_{\text{вых}} = \frac{r-t}{r};$$

$$\text{– при } t = D/2 \quad \cos \varphi_{\text{вых}} = 0$$

$$\text{– при } t > D/2 \quad \cos \varphi_{\text{вых}} = \frac{r-t}{r};$$

$$\text{– при } t = D \quad \cos \varphi_{\text{вых}} = 1.$$

Пример. Дано: диаметр фрезы $D = 10$ мм (радиус $r = 5$ мм); подача на зуб $S_z = 1$ мм.

Определить среднюю толщину срезаемого слоя при глубине фрезерования $t = 2,0; 5; 7,0; 10,0$ мм.

Решение: при $t = 2,0$ мм $\cos\varphi_{\text{вых}} = \frac{r-t}{r} = \frac{5-2}{5} = 0,6$.

$\varphi_{\text{вых}} = 0,9273$.

$a_c = \frac{S_z}{(\varphi_{\text{вых}} - \varphi_{\text{вх}})} (\cos\varphi_{\text{вх}} - \cos\varphi_{\text{вых}}) = \frac{1}{(0,6 - 0)} (1 - 0,6) = 0,4314$ мм.

Остальные результаты расчетов сведены в таблицу.

S_z , мм	1	1	1	1
r , мм	5	5	5	5
t , мм	2	5	7	10
$\cos\varphi_{\text{вх}}$	1	1	1	1
$\cos\varphi_{\text{вых}}$	0,6	0	-0,4	-1
$\varphi_{\text{вх}}$, рад.	0	0	0	0
$\varphi_{\text{вых}}$, рад.	0,9273	1,5708	1,9823	3,1416
$\varphi_{\text{вых}}$, град.	53,1	90	113,6	180
a_c , мм	0,4314	0,6366	0,7062	0,6366
$\sin\varphi$	0,4314	0,6366	0,7062	0,6366
φ , рад.	0,4460	0,6901	0,7842	0,6901
φ , град	25,6	39,5	44,9	39,5

Для определения средней толщины срезаемого слоя можно получить другую формулу (рис. 2).

На глубине фрезерования t_1 в срезаемом слое выделим элементарную площадку dt шириной, равной подаче на зуб S_z , и найдем ее площадь

$$dS = S_z dt.$$

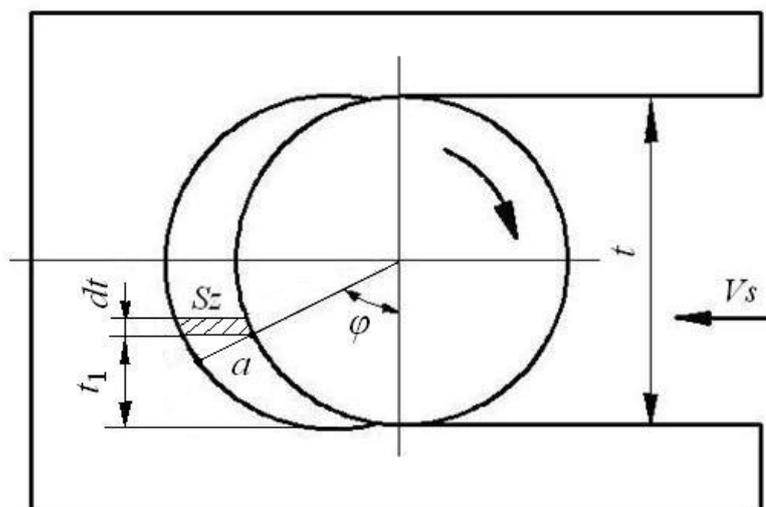


Рис. 2. Схема к определению средней толщины срезаемого слоя
Площадь срезаемого слоя равна

$$S = \int_0^t S_z dt = S_z t,$$

где t – глубина фрезерования, $0 < t \leq 2r$.

Длина дуги контакта определяется так:

$$l_k = r\varphi,$$

где φ – центральный угол контакта.

Из рис. 2 следует

$$\varphi = \arccos \frac{r-t}{r},$$

где r – радиус фрезы.

Средняя толщина срезаемого слоя может быть найдена путем деления площади срезаемого слоя на дугу контакта:

$$a_c = \frac{S_z t}{r \arccos \frac{r-t}{r}}. \quad (3)$$

Результаты расчетов, полученных по формулам (2) и (3) получаются абсолютно одинаковыми (см. таблицу расчетов).

Мгновенное значение толщины срезаемого слоя находится по формуле (1). Приравняем формулы (1) и (2) и из равенства найдем значение угла контакта φ , при котором толщина срезаемого слоя достигает средней величины:

$$\varphi = \arcsin \frac{(\cos \varphi_{ex} - \cos \varphi_{вых})}{(\varphi_{вых} - \varphi_{ex})}. \quad (4)$$

Расчетные данные для примера добавим в приведенную таблицу.

Найденный по формуле (4) центральный угол контакта равен углу скорости подачи, а также углу встречи при перерезании волокон древесины.

Выводы.

1. При расчете режимов фрезерования древесины среднюю толщину срезаемого слоя следует находить по формулам (2) или (3).

2. В современной теории резания древесины принято считать, что при небольших глубинах фрезерования средняя толщина срезаемого слоя находится на середине дуги контакта. Это ошибочное утверждение, особенно если глубина фрезерования близка по величине радиусу фрезы или больше радиуса фрезы. Расчетные данные таблицы показывают, что при радиусе фрезы $r = 5$ мм и $t = 2$ мм угол выхода фрезы из заготовки $\varphi_{вых} = 53,1^\circ$, а центральный угол для средней толщины срезаемого слоя $\varphi = 25,6^\circ$. Ясно, что средняя толщина срезаемого слоя находится не на середине дуги $\varphi_{вых}$. Для $t = 5$ мм $\varphi_{вых} = 90^\circ$, $\varphi = 39,5^\circ$, это подтверждает, что $\varphi < 0,5\varphi_{вых}$.

3. Центральный угол, при котором толщина срезаемого слоя достигает среднего значения, следует находить по формуле (4).

4. Использование в расчетах предлагаемых формул позволит повысить точность выполняемых режимов резания.

Библиографический список

1. Глебов, И.Т. Резание древесины /И.Т. Глебов. – СПб: Издательство «Лань», 2010. – 256 с.

2. Глебов, И.Т. Решение задач по резанию древесины /И.Т. Глебов. – СПб: Издательство «Лань», 2012. – 256 с.

УДК 674.026

Глебов И.Т. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ФРЕЗЕРОВАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЧАШЕК В БРЕВНАХ СРУБА ДОМА

В статье определен геометрический объем цилиндрических чашек, вырезаемых в бревнах срубов деревянных домов. Описан также способ формирования чашки торцовой фрезой, направление движения подачи которой перпендикулярно продольной оси бревна. Приведена конструкция фрезы, состоящей из корпуса с пазами в которые вставлены режущие ножи, фиксируемые клиньями и винтами.

Показано, что главные торцовые режущие кромки ножей выполняют поперечно-продольно-торцовое резание. Угол перерезания волокон равен углу скоса лезвий и равно примерно 45° . Приведена методика расчета удельной работы резания и мощности, затрачиваемой на обработку чашки.

Справочные данные. Срубы деревянных домов изготавливают из оцилиндрованных бревен диаметром 18...32 см зимней заготовки. Для сборки сруба в бревнах выполняют цилиндрические чашки. Идеальная чашка вырезается в половину диаметра укладываемого бревна. Чашки формируются на чашкорезных станках [1].

Для определения мощности механизма главного движения чашкорезного станка необходимо знать объем древесины удаляемой при формировании чашки, а также удельную работу резания.

Соединение бревен сруба дома и объем вырезанной части бревна показаны на рис. 1.

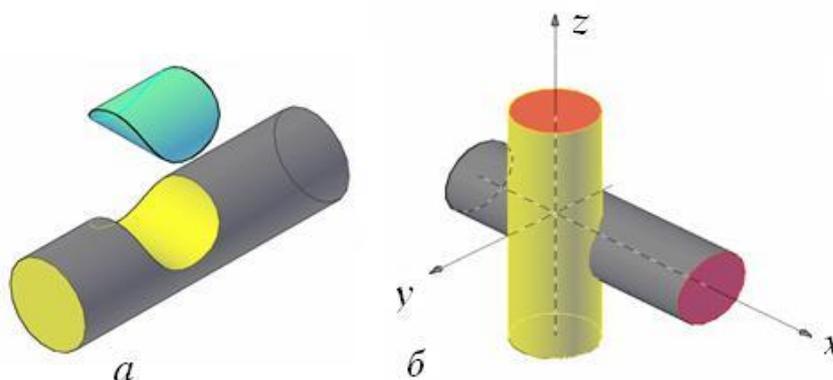


Рис.1. Объем древесины, удаляемый из бревна

Объем вырезанной части бревна можно определить с помощью двойного интеграла

$$v = 2 \int_{-R}^R \int_0^{\sqrt{R^2-x^2}} \sqrt{R^2 - (y-R)^2} dy dx = 2,323R^3 = 0,290375d^3,$$

где v – объём чашки, см³;

R, d – радиус и диаметр бревна, см.

Способ фрезерования чашки. Чашка в бревне формируется фрезой по схеме, приведенной на рис. 2.

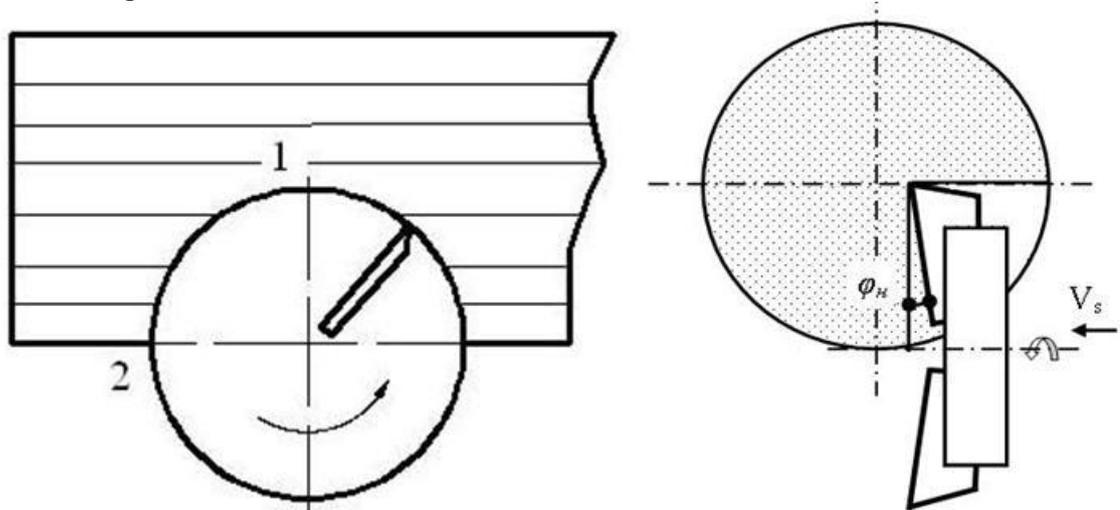


Рис. 2. Схема фрезерования чашки в бревне

Нож торцевой фрезы имеет главную (длинную) режущую кромку, которая наклонена к плоскости перпендикулярной оси вращения фрезы под углом $\varphi_n = 10^\circ$. Эта режущая кромка выполняет поперечно-продольно-торцовое резание, срезая широкие тонкие листы стружки. Короткая режущая кромка ножа формирует цилиндрическую поверхность чашки. При этом в точке 1 нож выполняет продольное резание, а в точке 2 – торцовое резание. В промежутке между этими точками выполняется продольно-торцовое резание. Таким образом, при формировании цилиндрической чашки выполняется поперечно-продольно-торцовое резание древесины.

Фреза для обработки цилиндрической чашки приведена на рис. 3. Фреза состоит из корпуса 1 с пазами, в которые вставлены ножи 2 и клинья 3. Контактные поверхности пазов и ножей снабжены зубчатыми нарезками, обеспечивающими надежность крепления ножей. Ножи фиксируются в корпусе клиньями с помощью винтов.

Торцовая фреза имеет наружный диаметр равный диаметру бревна, например, $D = 320$ мм, число зубьев $z = 2$, передний угол при вершине зуба $\gamma = 20^\circ$, угол резания торцовых и боковых лезвий $\delta = 70^\circ$. Главная режущая кромка наклонена к плоскости перпендикулярной оси вращения фрезы под углом $\varphi_n = 10^\circ$. Частота вращения шпинделя $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$, лезвия оснащены твердым сплавом ВК15.

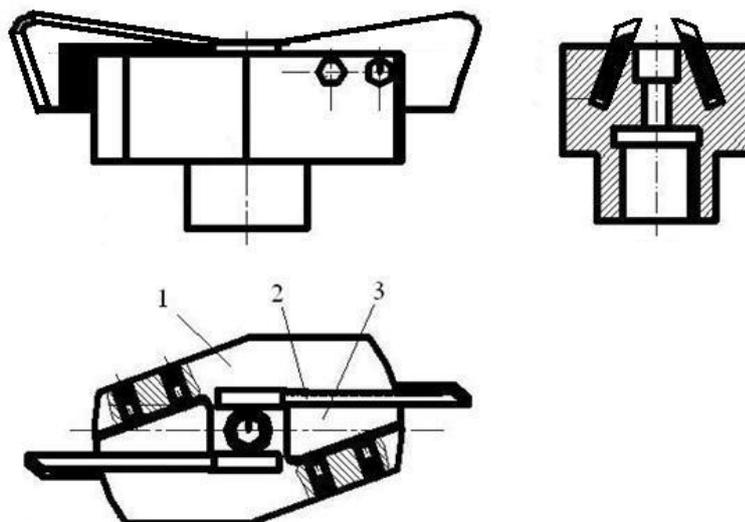


Рис. 3. Фреза для обработки цилиндрической чашки

Определение среднего угла перерезания волокон древесины. Заменим объем вырезанной чашки равновеликим объемом цилиндра длиной, равной диаметру бревна (рис. 4).

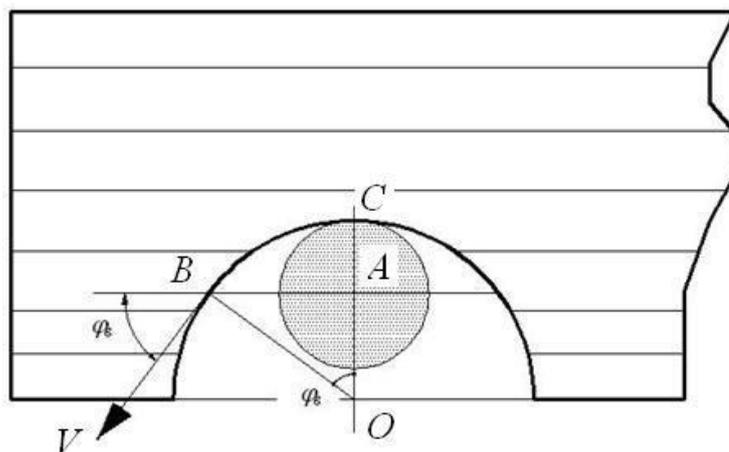


Рис. 4. Схема к расчету угла перерезания волокон

$$0,290375d^3 = \frac{\pi d_1^2}{4} \cdot d, \quad (1)$$

где d – диаметр бревна, мм;

d_1 – диаметр цилиндра, мм.

Отсюда получим, диаметр цилиндра

$$d_1 = \sqrt{4d^2 \frac{0,290375}{3,14}} = 2d \cdot 0,3041. \quad (2)$$

Радиус цилиндра

$$r_1 = 0,3041d. \quad (3)$$

Предполагается, что средняя точка B , определяющая средний угол встречи режущих кромок фрезы с волокнами древесины, выходящими на поверхность чашки, расположена на уровне диаметральной плоскости цилиндра, то есть на уровне AB . Тогда средний угол встречи φ_g лезвия с волокнами древесины можно найти так:

$$\cos \varphi_g = \frac{d - r_1}{d} = \frac{d(1 - 0,3041)}{d} = 0,6959.$$

$$\varphi_g = 0,8 \text{ рад.} = 45,9^\circ.$$

Мощность фрезерования. Мощность фрезерования можно найти по удельной работе резания по формуле, кВт:

$$P = \frac{Kv'}{1000}, \quad (4)$$

где K – удельная работа резания, Дж/см³;
 v' – секундный объём срезаемого слоя, см³/с.

Удельную работу резания находим по следующей формуле:

$$K = a_n a_w \left(k + \frac{\alpha_p p}{a} \right), \quad (5)$$

где a_n , a_w , α_p – поправочные коэффициенты соответственно на породу, влажность древесины, затупление лезвия;

p – фиктивная сила резания, Н/мм;

k – касательное давление срезаемого слоя на переднюю грань лезвия, МПа;

a – толщина срезаемого слоя, мм. Для приведенной схемы фрезерования торцовой режущей кромкой фрезы

$$a = \frac{1000V_s}{zn}, \quad (6)$$

где V_s – скорость подачи, м/мин;

z – количество зубьев фрезы;

n – частота вращения фрезы, мин⁻¹.

При угле наклона главной режущей кромки $\varphi_n = 10^\circ$ ($\varphi_n = 0,1745$ рад.) происходит резание поперечно-продольно-торцовое.

Фиктивная сила резания

$$p_{\#-//-\perp} = p_{\#-//} + (p_{//-\perp} - p_{\#-//}) \sin^{1,25} \varphi_n. \quad (7)$$

При этом:

– для продольно-торцового резания при угле встречи $\varphi_g = 45,9^\circ$

$$p_{//-\perp} = 1,57 + 3,23 \sin^{1,25} \varphi_g = 1,57 + 3,23 (\sin 45,9^\circ)^{1,25} = 3,7 \text{ Н/мм};$$

– для поперечно-продольного резания при угле скоса $\varphi_c = \varphi_g = 45,9^\circ$

$$p_{\#-//} = 0,98 + 0,59 \cos^2 \varphi_c = 0,98 + 0,59 \cos^2 45,9^\circ = 1,27 \text{ Н/мм};$$

– для поперечно-продольно-торцового резания

$$p_{\#-//-\perp} = p_{\#-//} + (p_{//-\perp} - p_{\#-//}) \sin^{1,25} \varphi_n = 1,27 - (3,7 - 1,27) (\sin 10^\circ)^{1,25} = 1,0 \text{ Н/мм}.$$

Касательное давление на переднюю грань

$$k_{\#//\perp} = k_{\#//} + (k_{//\perp} - k_{\#//}) \sin^{1,25} \varphi_H. \quad (8)$$

При этом:

– для продольно-торцового резания при угле встречи $\varphi_6 = 45,9^\circ$

$$k_{//\perp} = 0,196\delta + 0,069V' - 5,4 + (0,354\delta + 0,127V' - 14,22) \sin^{1,25} \varphi_6,$$

где δ – угол резания лезвия, град.;

V' – условная скорость главного движения, м/с, если скорость главного движения $V < 50$ м/с, то $V' = 90 - V$, иначе $V' = V$;

– для поперечно-продольного резания при угле скола $\varphi_c = \varphi_6 = 45,9^\circ$

$$k_{\#-//} = 0,029\delta + CV' - 0,59 + (0,167\delta + (0,069 - C)V' - 4,81) \cos^2 \varphi_c;$$

– для поперечно-продольно-торцового резания

$$k_{\#//\perp} = k_{\#//} + (k_{//\perp} - k_{\#//}) \sin^{1,25} \varphi_H.$$

Преобразуя секундный объем срезаемой древесины в формуле (4), получим уравнение для мощности фрезерования, кВт,

$$P = \frac{Kv'}{1000} = \frac{KvV_s}{600d}. \quad (9)$$

где d – диаметр бревна, см;

v – объем измельченной древесины, см³/с;

V_s – скорость подачи, м/мин;

Библиографический список

1. Глебов, И.Т. Решение задач по резанию древесины/И.Т. Глебов. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. 256 с.
2. Глебов, И.Т. Резание древесины/ И.Т. Глебов. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. 256 с.

УДК 674.053

Гриневич С.А., Алифировец Г.В. (БГТУ, г. Минск, РБ) www.belstu.by

ХАРАКТЕР ИЗНОСА НОЖЕЙ ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩЕЙ МАШИНЫ

Экспериментально исследован процесс изнашивания лезвий ножей в зависимости от объема переработанного материала и направления режущей кромки относительно волокон древесины.

На сегодняшний день на деревообрабатывающих предприятиях широкое распространение получили лесопильные линии с головным фрезерно-брусующим оборудованием. Данный тип оборудования предназначен для переработки бревен в двух или четырехконтный брус, а горбыльная часть при этом измельчается в технологическую щепу.

Фрезерно-брусующие станки и линии на их основе получили широкое распространение ввиду следующих преимуществ:

- Высокая производительность (скорость подачи до 200 м/мин);
- Возможность полной автоматизации процесса;

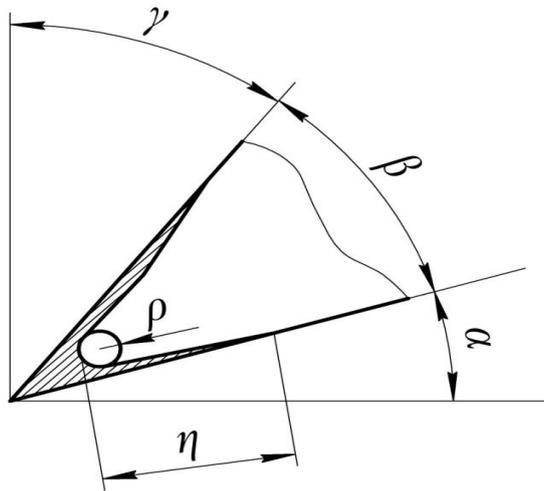
- Простота подготовки режущих инструментов (основной инструмент – плоские ножи);
- Получение двух видов продукции (пилопродукция и технологическая щепка).
Недостатками являются:
- Высокая цена;
- Необходимость сортировки и жесткие требования к сырью

Современные фрезерно-брусующие станки оснащены дорогостоящим режущим инструментом – сборными торцово-коническими фрезами, режущими элементами которых являются цельные двухлезвийные ножи.

На характер износа режущих кромок лезвия влияет множество факторов, среди которых можно выделить следующие:

- Режимы резания;
- Физико-механические свойства древесины;
- Исходное состояние режущих кромок.

Затупление инструмента может характеризоваться различными параметрами, одними из которых является радиус округления и длина фаски по задней поверхности резца (Рис. 1) [1].



η – фаска по задней поверхности резца; ρ – радиус кривизны лезвия

Рис. 1 – Поперечная микрогеометрия затупленного резца

Для исследования микрогеометрии режущего инструмента была проведена серия опытов на ОАО «Борисовский ДОК». Каждая партия ножей отработала заданное количество смен. На ножах определялся радиус округления кромок каждого из лезвий в отдельности, на длинной кромке измерения проводились в четырех точках, на короткой - в двух (Рис. 2).

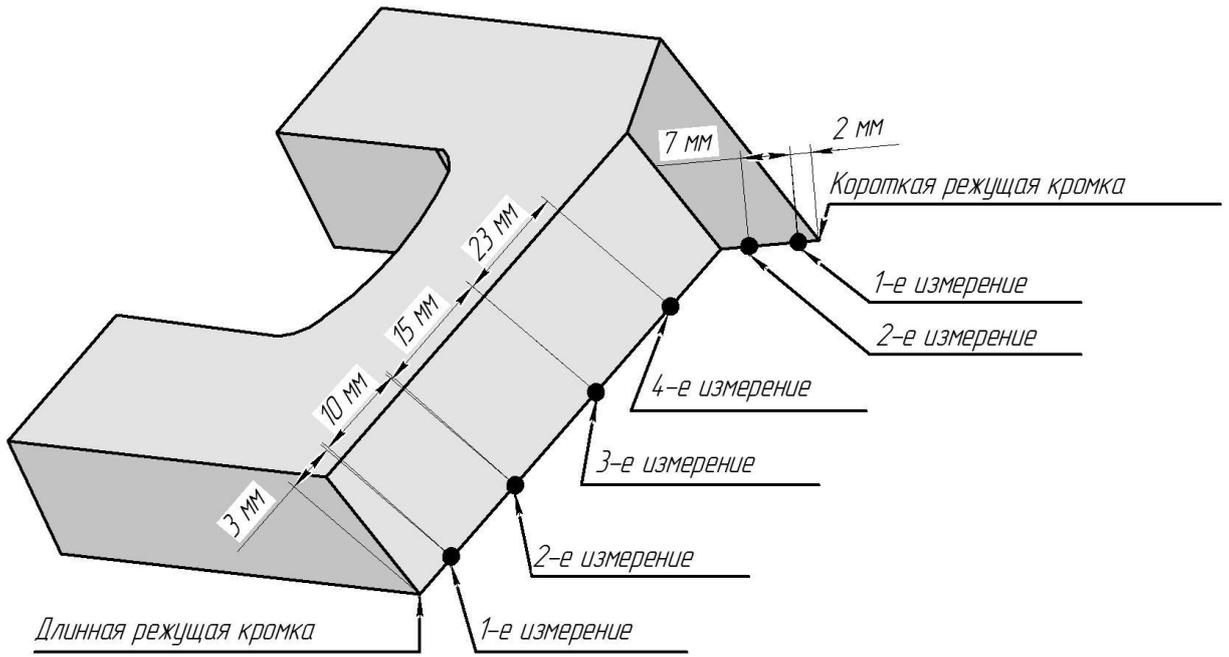


Рис. 2 – Общий вид ножа и точки измерения параметров микрометрии

Измерение параметров затупления проводились с использованием метода слепков. Метод слепков заключается в надвигании свинцовой пластинки на лезвие в строго перпендикулярной плоскости.

Полученный отпечаток рассматривают в микроскоп. Для получения качественного отпечатка нож фиксировался, и свинцовая пластинка надвигалась на лезвие по концевым мерам, которые использовались как направляющие.

Результаты измерений представлены в виде графиков на (Рис. 3, Рис. 4, Рис. 5)

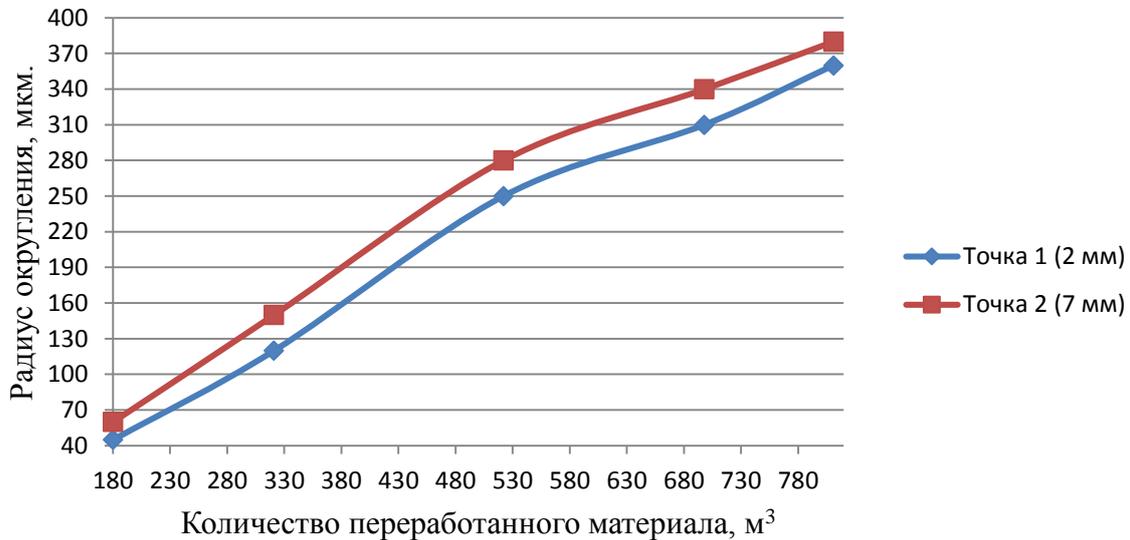


Рис. 3 – График зависимости радиуса округления от количества переработанного материала (короткая режущая кромка)

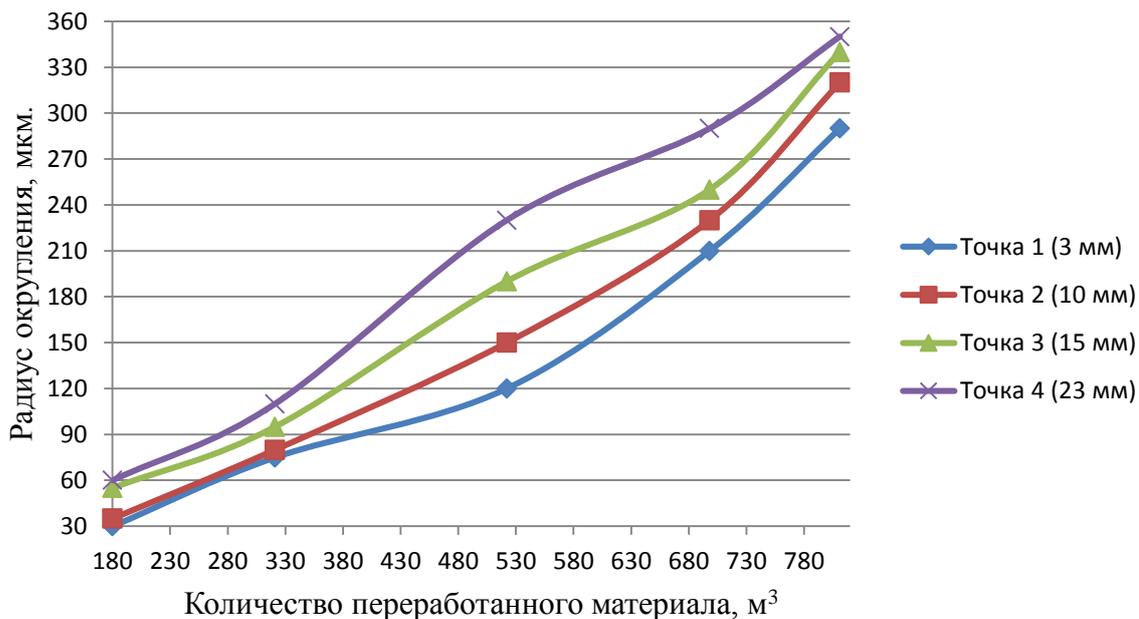


Рис. 4 – График зависимости радиуса округления от количества переработанного материала (длинная режущая кромка)

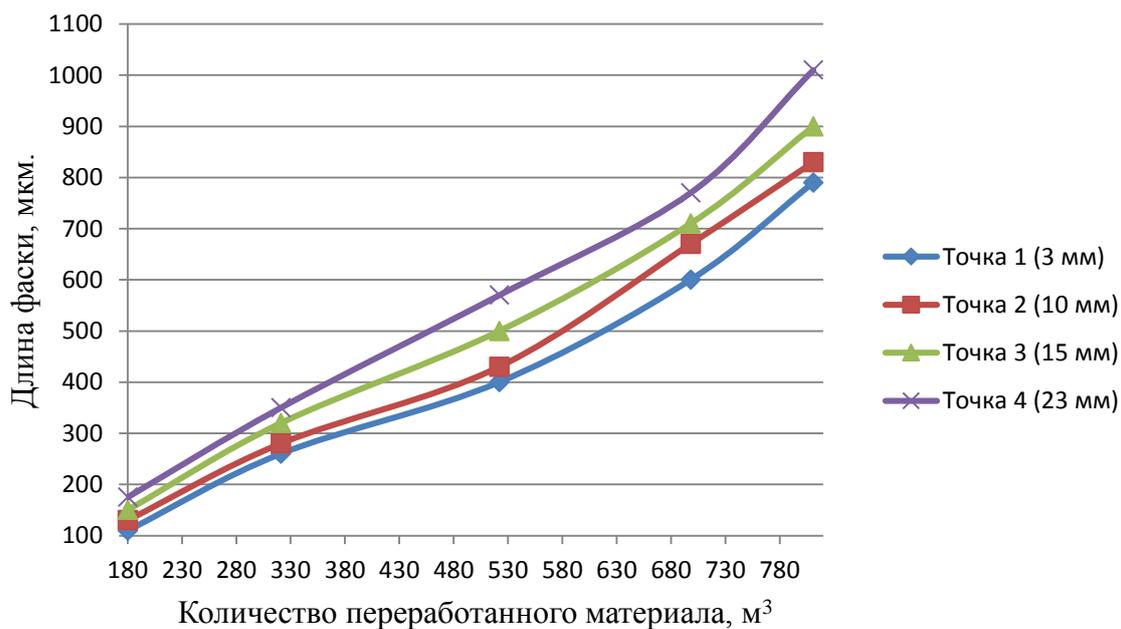


Рис. 5 – График зависимости длины фаски от количества переработанного материала (длинная режущая кромка)

Выводы: Исследования показали, что радиус округления на короткой кромке примерно в 1,5 раза больше, чем на длинной. Предположительно это объясняется тем, что она участвует в наиболее тяжелом - продольно-торцовом виде резании. Как видно из графиков, износ режущих кромок происходит неравномерно. Кромки интенсивнее изнашиваются по мере приближения к точке их пересечения. Характер износа близок к монотонному.

1. Кряжев, Н. А. Фрезерование древесины / Н. А. Кряжев. – М.:Лесная промышленность, 1979.–200 с.

УДК 630*652.54

Гришкевич А. А., Аникеенко А. Ф., Кукреш А. С.
(БГТУ, г. Минск, РБ) Dosy@belstu.by

КОНСТРУКЦИЯ ФРЕЗЫ СБОРНОЙ С ИЗМЕНЯЕМЫМИ УГЛОВЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

В работе представлена конструкция фрезы сборной с изменяемыми углами передним и наклона режущей кромки. Получены теоретические зависимости влияния угла наклона режущей кромки λ на величину отклонения от плоскостности ΔR при различной длине режущей кромки лезвия и высоте обрабатываемой заготовки. Определены критерии возможного угла наклона режущей кромки при конкретной ее длине и ширине фрезерования.

Обработка древесины и древесных материалов методом фрезерования является широко распространенной технологической операцией в деревоперерабатывающей промышленности. Фрезерный инструмент по количеству конструкций наиболее разнообразен в сравнении с другими видами дереворежущих инструментов. Технические инновации фрезерного дереворежущего инструмента в основном связаны с обеспечением качества получаемой продукции и уменьшением мощности на резание. При этом интенсификация процесса механической обработки древесины и древесных материалов возрастает.

На кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов проводятся научно-исследовательские работы по созданию новых конструкций рефлекторного (от латинского слова reflecto – загибаю назад, поворачиваю) фрезерного инструмента, позволяющего частично решать поставленные задачи по ресурсо- и энергосбережению. Известно одно из ранее полученных авторских свидетельств учеными кафедры [1], также работавших в этом направлении.

Цель исследований – разработка новой конструкции фрезы сборной с изменяемыми углами – передним и наклона режущей кромки, которые позволят уменьшить мощность резания, повысить качество обрабатываемой поверхности и период стойкости инструмента.

Одна из разработок такого инструмента представлена на рис. 1.

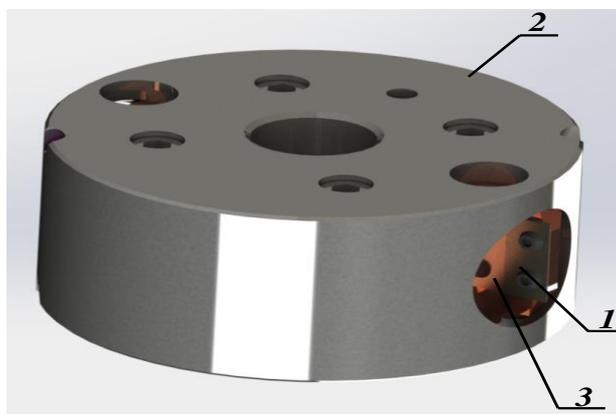


Рисунок 1 - Фреза сборная с изменяемыми углами передним и наклона кромки

Особенностью конструкции является то, что держатель ножа 3 имеет возможность перемещаться относительно корпуса 2 по трем относительным координатам, изменяя при этом: передний γ ($\pm 10^\circ$) или задний α ($\pm 10^\circ$) углы; угол наклона кромки λ ($\pm 180^\circ$); угол между осью вращения и режущей кромкой ножа l ($\pm 25^\circ$) (цилиндрическое или коническое фрезерование).

Рассмотрим пример обработки кромки заготовки высотой h с размерами $h \times b \times L$, представленной на рис.2.

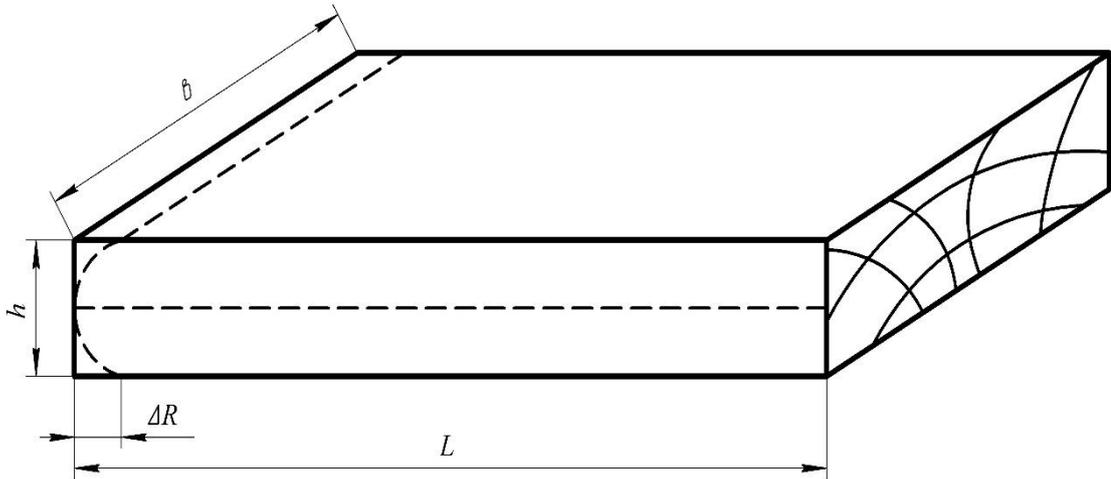


Рисунок 2 - Схема обрабатываемой заготовки

В результате поворота держателя ножа на угол λ обработанная поверхность заготовки 1 будет иметь криволинейную (выпуклую) форму 3 вследствие изменения диаметра резания по ширине обработки h (рис. 3). Максимальное отклонение от размера составит величину ΔR .

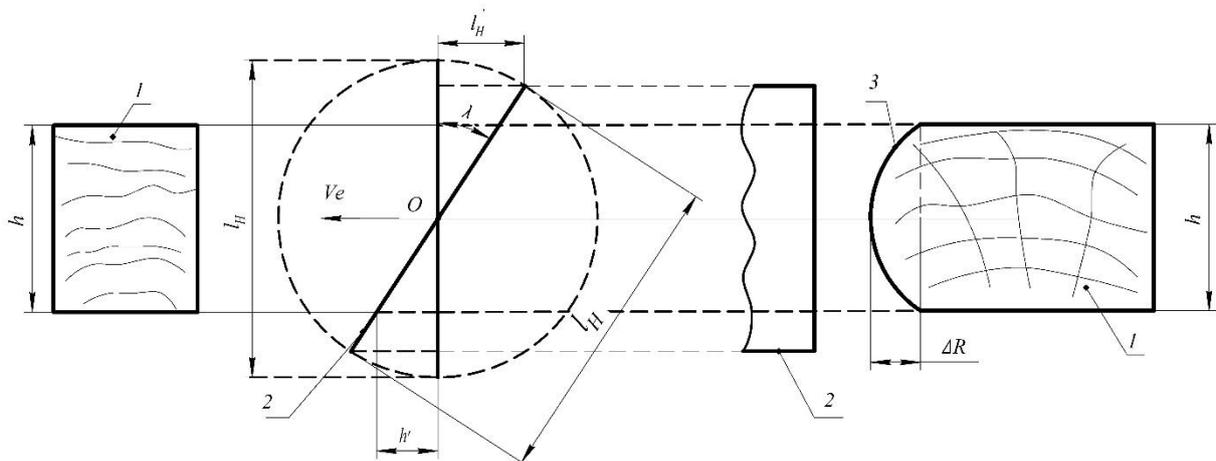


Рисунок 3 - Схема для расчета отклонения от плоскостности: 1 – заготовка; 2 – нож; 3 – криволинейная (выпуклая) обработанная поверхность; l'_n – проекция режущей кромки $l_n / 2$ на плоскость нормальную к оси вращения инструмента; h' – проекция высоты заготовки $h / 2$ на плоскость нормальную к оси вращения инструмента;
 l_n – длина режущей кромки лезвия

Если принять допущение, что геометрическая ось фрезы совпадает с геометрической осью обрабатываемой заготовки и она будет обработана симметрично,

то в результате изменения угла наклона кромки лезвия ($90^\circ > \lambda > 0^\circ$) поверхность заготовки на максимальной длине режущей кромки лезвия (максимальный радиус резания) может иметь отклонение от плоскостности. Это отклонение ограничивается ГОСТ [2] на величину, которую можно определить зависимостью (1) или (2).

$$\Delta R = \frac{R}{\cos\left(\arctg \frac{l_n}{2} \cdot \sin \lambda\right)} - R, \quad (1)$$

или

$$\Delta R = \sqrt{R^2 + \left(\frac{l_n}{2} \cdot \sin \lambda\right)^2} - R, \quad (2)$$

где R – радиус резания; l_n – длина режущей кромки ножа; λ – угол наклона кромки.

Если рассматривать отклонение от плоскостности ΔR в зависимости от угла наклона режущей кромки λ при разных высотах обрабатываемых деталей (разная ширина фрезерования), то величину ΔR можно определить по формуле (3):

$$\Delta R = \sqrt{R^2 + \left(\frac{h}{2} \cdot \operatorname{tg} \lambda\right)^2} - R \quad (3)$$

По формуле (2) строим графики (рис. 4), характеризующие зависимость отклонения плоскостности ΔR от угла наклона режущей кромки λ для длин режущих кромок ножа $l_n = 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60$ мм, и формуле (3) графики (рис. 5) для деталей высотой $h = 10, 15, 20, 30, 40, 50$ мм при фрезеровании режущей кромкой длиной $l_n = 60$ мм.

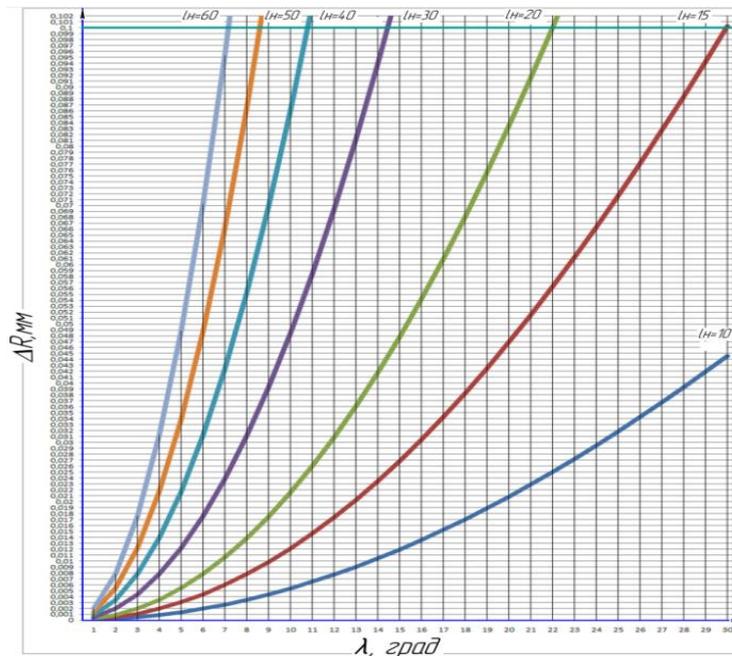


Рисунок 4 – Угол наклона режущей кромки λ на величину отклонения от плоскостности ΔR для установленных длин режущих кромок

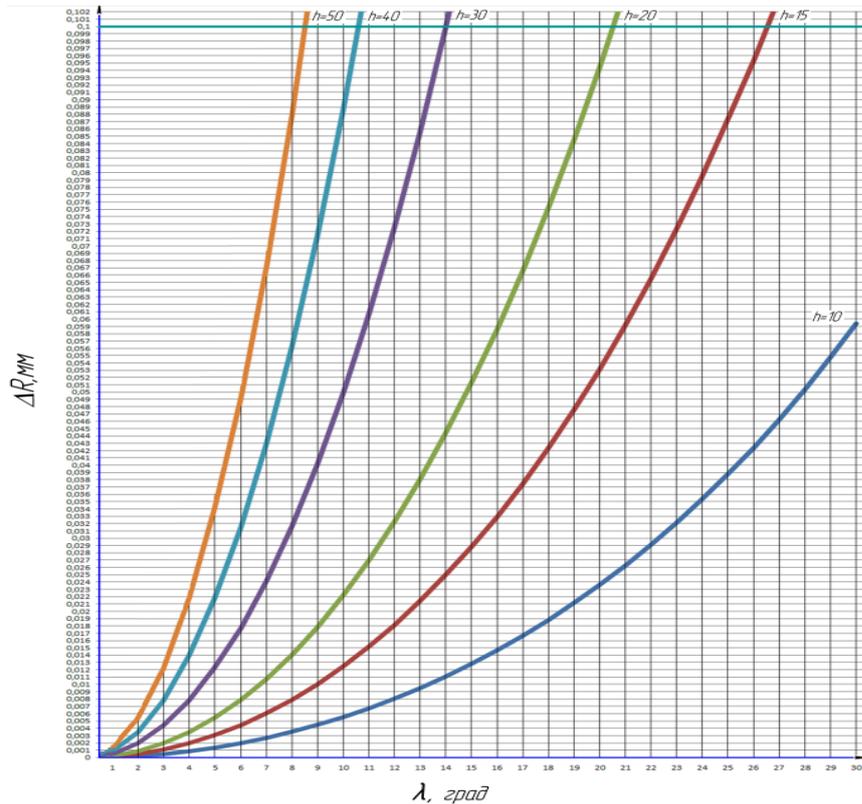


Рисунок 5 - Влияние угла наклона режущей кромки λ на величину отклонения от плоскости ΔR для установленных высот обрабатываемых деталей при фрезеровании режущей кромкой длиной $l_n = 60$ мм

Из приведенных графиков видно, что для лезвия с длиной режущей кромки 10 мм ее поворот на угол 30° увеличит радиус резания ΔR (крайней точки режущей кромки) на 0,045 мм. То есть, заготовку высотой до 10 мм можно фрезеровать с углом $\lambda = 30^\circ$ при степени точности по 14-му квалитету (до 0,10 мм).

Что касается лезвия с длиной режущей кромки 15 мм, то при угле $\lambda = 30^\circ$ степень точности достигнет 0,10 мм (по 14 квалитету – 0,12 мм). Фрезеровать заготовку высотой $h = 15$ мм можно только при $\lambda = 26,5^\circ$ с точностью 0,10 мм. При ширине фрезерования заготовки лезвием с длиной режущей кромки 20 мм ни 13-го, ни 14-го квалитета (0,10 и 0,16 мм соответственно) мы получить не сможем при $\lambda = 30^\circ$. Получить сможем только 15-й квалитет (до 0,25 мм), а 13-й квалитет точности получим с углом λ не более 22° .

Аналогично можно провести анализ и по другим длинам режущих кромок, согласовав их при этом с высотами обрабатываемых деталей, и определить необходимый угол λ для установленного квалитета точности.

По методике, разработанной профессором Бершадским А. Л. [3], на мощность резания при фрезеровании влияет угол резания δ , зависящий от угла наклона кромки λ и определяемый по формуле (4):

$$\delta_p = \arctg(\operatorname{tg}\delta_N \cdot \cos\lambda), \quad (4)$$

где δ_p – рабочий угол резания; δ_N – угол резания в нормальном сечении лезвия; λ – угол наклона кромки.

При этом с увеличением угла λ уменьшается и мощность резания, поскольку уменьшается рабочий угол резания δ_p .

Таким образом, можно отметить, что поворот режущей кромки лезвия на угол λ до 90° будет способствовать уменьшению мощности резания, однако отрицательным образом влиять на степень точности обработки и, в конечном счете, степень точности обработки будет критерием при оптимизации угла λ .

Закключение. Предлагаемая конструкция фрезы сборной дает возможность изменять угол наклона кромки (угол в плоскости резания между режущей кромкой и основной плоскостью) и передний (задний) угол, что позволяет уменьшить составляющие силы резания, повысить полный период стойкости инструмента по критерию качества (отсутствие: сколов при обработке ламинированных древесностружечных плит, отрыва волокон, сколов при обработке древесины). Она позволит решить научно-исследовательскую задачу по оптимизации угла λ по показателям качества обработанной поверхности (отклонение от плоскостности) и мощности на резание, а также стать универсальным инструментом при обработке различных видов материалов на деревоперерабатывающих предприятиях.

Библиографический список

1. Цилиндрическая фреза: а. с. № 666080 / Л. В. Лабурдов, А. П. Клубков, А. П. Фридрих; заявитель Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова. № 2424015/29-15; Минск: Вышэйшая школа, 1976.
2. Изделия из древесины и древесных материалов. Допуски формы и расположения поверхностей: ГОСТ 6449.3 – 82.
3. Бершадский, А. Л., Цветкова Н. И. Резание древесины, Минск: Вышэйшая школа, 1975. 304 с.

УДК 658.58

Красиков А.С. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) Krasikov47@e1.ru

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ СЕГОДНЯ

Сравниваются различные системы технического обслуживания и ремонта оборудования. Даются рекомендации по увеличению продолжительности ремонтного цикла современного оборудования.

Система технического обслуживания (ТО) и ремонта оборудования служит поддержанию и восстановлению работоспособности оборудования для конкретных условий эксплуатации с целью обеспечения качества выпускаемой продукции.

В нашей стране «Типовая система технического обслуживания и ремонта металло- и деревообрабатывающего оборудования» была разработана в прошлом столетии и опубликована в окончательной редакции в 1988 году [1]. Предприятия были обязаны следовать рекомендациям и соблюдать нормы этой системы. Эта система планово-предупредительных ремонтов (ППР) предусматривает 3-х видовую (капитальный, средний, текущий) и 2-х видовую (без средних ремонтов) организацию ремонтов.

Сегодня предприятия самостоятельно несут ответственность за планирование и организацию ремонтов для обеспечения постоянной работоспособности оборудования. В большинстве своем предприятия используют нормы и положения этой наиболее полно

проработанной и одновременно устаревшей системы. Появляются и новые разработки, учитывающие реалии сегодняшнего дня, но недостаточно полно проработанные, например справочник Ящура А.И. [2].

В передовых промышленно развитых странах порядок выполнения работ по ТО, текущему и капитальному ремонтам разрабатывается заводами изготовителями оборудования. Этот порядок определяется в инструкциях по эксплуатации соответствующих машин и неукоснительно выполняется на производственных предприятиях.

Ремонт с полной разборкой оборудования практически не применяется. При проведении ремонтов пришедшие в негодность агрегаты, узлы и детали заменяются годными заводского изготовления. На предприятиях ремонтно-механические цеха по изготовлению и восстановлению деталей отсутствуют. Основные фонды содержатся в работоспособном состоянии путем замены любого сменного элемента на элемент заводского изготовления, если есть опасность выхода оборудования из строя. Для обеспечения возможности восстановления оборудования путем замены отдельных агрегатов, узлов и деталей предприятия-изготовители оборудования резервируют до 25 % своих производственных мощностей для изготовления запасных частей.

В японской системе обеспечения сохранности оборудования все работы по замене агрегатов, узлов и деталей самой сложной машины по возможности производятся на месте ее установки силами собственного специально подготовленного персонала.

Проведем сравнение годовых трудозатрат для различных систем ТО и ремонта оборудования на примере обслуживания и ремонта четырехстороннего станка UNIMAT 1000. Сравним 3-х видовую шестипериодную систему ППР, 2-х видовую пятипериодную систему ППР [1], 2-х видовую пятипериодную систему ППР по справочнику Ящура А.И. [2] и 2-х видовую систему с периодичностью, предложенной WEINIG GRUPPE в инструкции по эксплуатации UNIMAT 1000.

Продолжительность ремонтного цикла для 3-х и 2-х видовой системы ППР рассчитана по формулам «Типовой системы», для системы А.И.Ящура взята из таблицы справочника, а для системы на базе WEINIG GRUPPE принята равной 16 годам. Эта цифра взята из практики эксплуатации деревообрабатывающего оборудования с 1992 года, в том числе двухлетнего опыта восстановления и продаж немецкого бывшего в употреблении оборудования (4-х сторонние станки, круглопильные и ленточнопильные станки, фуговальные и рейсмусовые станки, шлифовальные станки и другое оборудование). Восстанавливалось 10...20 летнее оборудование. В основном заменялись подшипники, ремни и другие расходные материалы. Не более 5% станков требовали работ, относящихся к капитальному ремонту.

Трудозатраты предприятия на ТО и ремонты для первых двух систем определим по нормативам «Типовой системы» 1988 года [1]. В справочнике Ящура А.И. [2] даны продолжительность ремонтного цикла и трудозатраты на ремонты, а трудозатраты на техническое обслуживание не даны. Возьмем их по нормативам «Типовой системы» 1988 года [1]. Для системы на базе WEINIG GRUPPE возьмем норматив только на слесарные и прочие работы, поскольку запчасти предпочтительно использовать заводского изготовления. Результаты сравнения представлены в таблице.

Сравнивая продолжительность ремонтных циклов и трудозатраты рассмотренных систем, видим, что продолжительность ремонтного цикла и годовые трудозатраты «Типовой системы» 1988 года примерно в два-три раза больше, чем у новых систем. Это объясняется появлением за последнюю четверть века (с 1988 года) новых конструктивных материалов, технологий, конструкций и смазочных материалов, существенно повысивших ресурс деревообрабатывающего оборудования. В 1988 году увеличение ресурса

оборудования было учтено для оборудования выпущенного после 1988 года коэффициентом долговечности $K_d = 1,4$.

Таблица
Сравнение систем технического обслуживания и ремонта

Параметр	Система ТО и ремонта			
	3-х видовая	2-х видовая	2-х видовая Ящура А.И.	2-х видовая WEINIG
Структура ремонтного цикла	К-С-4Т-12О	К-4Т-10О	К-4Т-10О	К-7Т-24О
Продолжительность цикла ремонта, ч	15680	15680	43 200	30 720
Продолжительность ремонтного цикла при односменной работе, лет	8,2	8,2	22,5	16
Трудозатраты за ремонтный цикл, чел. ч	979	866	661	861
Трудозатраты за год, чел. ч	120	106	29,4	54

С учетом того, что «Типовая система» 1988 года [1] широко применяется на предприятиях, как наиболее проработанная, сейчас пришло время вводить новый коэффициент долговечности для оборудования, выпущенного после 2010 года $K_d = 2,0$ и, может быть, ещё более высокий коэффициент ($K_d = 2,5$) для импортного оборудования, выпущенного в развитых европейских странах.

Библиографический список

1. Типовая система технического обслуживания и ремонта металло- и деревообрабатывающего оборудования/Минстанкопром СССР, ЭНИМС. – М.: Машиностроение, 1988. – 672 с.
2. Ящура А.И. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования. Справочник. 2012. – 360 с.

УДК 674.053

Лукаш В.Т., Гриневич С.А., Гришкевич А.А.
(БГТУ, г. Минск, РБ) valeri-tad@rambler.ru

МОЩНОСТЬ ПИЛЕНИЯ ЛАМИНИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ТВЕРДОСПЛАВНЫМИ ДИСКОВЫМИ ПИЛАМИ С ПЛОСКО-ТРЕУГОЛЬНЫМ ПРОФИЛЕМ ЗУБЬЕВ И ВОГНУТОЙ ПЕРЕДНЕЙ ГРАНЬЮ

Получены математические модели в виде уравнений второго порядка, описывающие влияние основных переменных факторов на начальную и конечную мощности резания при обработке ламинированных ДСтП дисковыми твердосплавными пилами с плоско-треугольным профилем зубьев с вогнутой передней гранью.

Введение. Деревообрабатывающая промышленность относится к числу отраслей, требующих непрерывного совершенствования и модернизации с целью повышения эффективности производства и соответствия производимой продукции растущим требованиям потребителей.

Поэтому немаловажный интерес для деревообработки представляет тема энергосбережения. Все больше внимания производители уделяют внедрению энергосберегающих технологий, энергосберегающего оборудования и материалов, научно-технической обоснованности реализуемых мероприятий. Особый интерес теме внедрения энергоэффективных технологий в деревообрабатывающей промышленности добавляет тот факт, что доля энергозатрат в себестоимости отечественной продукции в данной отрасли экономики достигает 15–17% [1].

Наиболее действенная мера снижения доли энергозатрат в себестоимости продукции – переоснащение и модернизация энергоемких производств, проведение мероприятий, направленных на сбережение энергии, в том числе разработка и внедрение энергоэффективных режимов обработки древесины и материалов на ее основе.

В мебельной промышленности сегодня широко используются различные древесные композиционные материалы, и в частности ламинированные древесностружечные плиты. На кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов Белорусского государственного технологического университета была реализована серия работ по исследованию процесса раскроя ламинированных ДСтП дисковыми пилами, оснащенными пластинами твердого сплава.

Основная часть. В рамках исследований были использованы пилы с тремя различными профилями зубьев, которые наиболее распространены на производстве: попеременно-косой, плоско-трапециевидный и плоско-треугольный с вогнутой передней гранью. Каждый профиль имеет свои конструктивные особенности и геометрические характеристики, которые определяют не только стойкость инструмента и качество обработки, но и энергетические показатели процесса резания.

Результаты исследований затрат мощности на резание ламинированных древесностружечных плит при использовании дисковых пил с попеременно-косым и плоско-трапециевидным профилями зубьев были опубликованы ранее в работах [2, 3, 4].

В то же время производители [5] активно рекламируют плоско-треугольный профиль зубьев с вогнутой передней гранью, акцентируя внимание на высоком качестве обработки ламинированных плит, даже при отсутствии подрезного агрегата.

Комбинация зубьев плоско-треугольного профиля, представленная на рис. 1, позволяет обеспечить «постепенную» обработку материала. Зуб треугольной формы осуществляет рассечение поверхностного слоя. Его заостренная форма облегчает удаление материала, позволяет избежать сдавливания и образования сколов. Вогнутая поверхность передней грани обеспечивает плавную обработку материала, начиная с боковых сторон зуба к центру. В результате пропила получается ровным и без сколов.

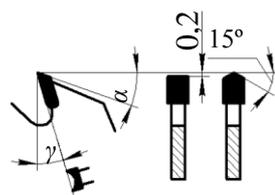


Рис. 1. Плоско-треугольный профиль зубьев с вогнутой передней гранью

Исследования плоско-треугольного профиля проводились при тех же постоянных и переменных факторах, что и для попеременно-косого и плоско-трапецевидного [2, 3].

Одними из выходных показателей, фиксируемых в ходе эксперимента, являлись начальная мощность P_0 – мощность, потребляемая на резание при остром инструменте и конечная мощность $P_{\text{кон}}$ – мощность в конце опыта.

В качестве критерия остановки эксперимента был принят факт появления сколов на поверхности лицевого облицовочного слоя величиной более 0,3 мм. Данный дефект, согласно ГОСТ 9769–79 [6], определяется как невыполнение требований к качеству распиловки и является технологическим критерием затупления пил.

Знание величины мощности, потребляемой в начале резания P_0 для разных профилей, позволяет корректно сопоставить последние и проанализировать их без учета влияния затупления режущего элемента.

Величина мощности, потребляемой на резание при потере качества обработки, в совокупности со знанием технологической стойкости может являться критерием оптимизации процесса пиления ламинированных ДСтП.

В обоих случаях под величиной потребляемой мощности подразумевается полезная мощность на резание, как разность между мощностью рабочего хода (потребляемой при пилении) и мощностью холостого хода (потребляемой при отсутствии полезной работы)

$$P_{\text{пол}} = P_{\text{р.х.}} - P_{\text{х.х.}} \quad (1)$$

Значения $P_{\text{р.х.}}$ и $P_{\text{х.х.}}$ рассчитывались через величину крутящего момента на шпинделе экспериментальной установки [7], определенную по формуле

$$M_{\text{кр}} = 2\varepsilon_i \cdot G \cdot W_{\text{кр}} = 2\varepsilon_i \cdot G \cdot (0,208 \cdot b^3) \quad (2)$$

где ε_i – относительная деформация датчика крутящего момента, $E_{\text{од}}$; G – модуль сдвига стали ($G = 80\,000$ Н/мм); $W_{\text{кр}}$ – момент сопротивления сечения, мм³; b – размер стороны квадрата силоизмерительной оправки в месте расположения тензорезисторов ($b = 25$ мм).

Величина относительной деформации определялась по формуле (3)

$$\varepsilon_i = \beta_{ii} / S_T \quad (3)$$

где β_{ii} – показания цифрового индикатора модуля индикации, мкВ/В; S_T – коэффициент тензочувствительности тензорезисторов ($S_T = 2,08$).

Методика определения крутящего момента основывается на принципе измерения сопротивления металлов и полупроводников под действием деформаций [8].

Зная $M_{\text{кр}}$, определяли мощность, потребляемую на резание

$$P = M_{\text{кр}} \cdot \omega, \quad (4)$$

где ω – угловая скорость пильного вала, с⁻¹.

Методическая сетка опытов, а также средние арифметические по результатам проведенных серий дублированных опытов значения выходных показателей представлены в таблице.

Однородность дисперсий опытов проверена по G-критерию Кохрена.

Для получения уравнений регрессии, описывающих выходные характеристики процесса пиления, использован В-план второго порядка.

По итогам статистической обработки экспериментальных данных получены математические модели, отражающие влияние подачи на зуб S_z (мм), скорости резания V (м/с) и величины выхода пилы из пропила a (мм) на значение потребляемой мощности при обработке ламинированных древесностружечных плит.

Таблица 1– Методическая сетка и результаты эксперимента

№ опыта	X_1	X_2	X_3	$Y_1 (P_o, \text{Вт})$	$Y_2(P_{\text{кон}}, \text{Вт})$	
ПФП	1	-1	-1	-1	244,29	304,29
	2	+1	-1	-1	621,43	741,43
	3	-1	+1	-1	342,86	422,86
	4	+1	+1	-1	834,29	1000,00
	5	-1	-1	+1	214,29	257,14
	6	+1	-1	+1	591,43	698,57
	7	-1	+1	+1	302,86	348,57
	8	+1	+1	+1	742,86	908,57
Звездные точки	9	-1	0	0	290,00	340,00
	10	+1	0	0	715,00	820,00
	11	0	-1	0	420,00	510,00
	12	0	+1	0	571,43	702,86
	13	0	0	-1	515,00	610,00
	14	0	0	+1	465,00	565,00

Оценка значимости коэффициентов регрессии произведена по t-критерию Стьюдента. После отбрасывания малозначимых коэффициентов и уточнения оставшихся уравнения регрессии приобрели следующий вид

$$Y_1(P_o) = -177,294 + 2803,15 \cdot S_z + 4,088 \cdot V + 2,557 \cdot a + 110,72 \cdot S_z \cdot V - 0,060 \cdot V \cdot a; \quad (5)$$

$$Y_1(P_{\text{кон}}) = -146,520 + 1361,2 \cdot S_z + 4,051 \cdot V + 2,672 \cdot a + 159,105 \cdot S_z \cdot V - 0,066 \cdot V \cdot a. \quad (6)$$

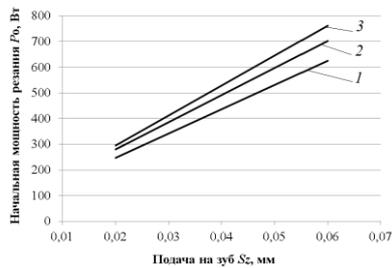
Адекватность уточненных моделей подтверждена проверкой по F-критерию Фишера.

По полученным моделям построены графические зависимости на нижнем, нулевом и верхнем уровнях варьирования переменных факторов.

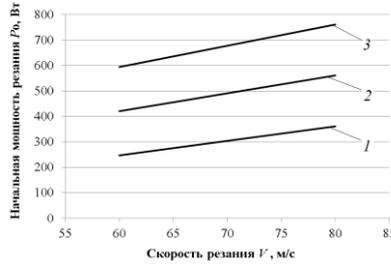
На рис. 2, а, г представлены графические зависимости, отражающие влияние подачи на зуб на начальную и конечную мощности резания, соответственно. Очевидно, с увеличением подачи на зуб потребляемая мощность растет по линейной зависимости. Это объясняется увеличением сил резания с ростом толщины стружки e , зависящей от S_z ($e = S_z \cdot \sin \theta$). Более интенсивный рост мощности при больших скоростях, по нашему мнению, связан с действием сил инерции удаляемого объема стружки [9].

На рис. 2, б, д приведены зависимости начальной и конечной мощности от скорости резания соответственно. На всех уровнях варьирования с ростом скорости резания потребляемая мощность также увеличивается по линейной зависимости. Это логично, так как мощность прямо пропорциональна скорости резания. Кроме того, существенное влияние с ростом скорости оказывают силы инерции. Так, при резании древесины мощность, потребляемая на ускорение отвода стружки, превышает 20% от общей мощности резания при скорости 55,5 м/с и с увеличением скорости резания эта мощность возрастает [9].

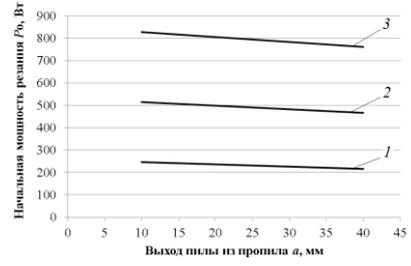
На графиках (рис. 2, в, е) отражено влияние величины выхода пилы из пропила на начальную и конечную мощности резания соответственно. Как видно, с увеличением выхода пилы из пропила мощность резания уменьшается, что связано с уменьшением длины дуги контакта режущего элемента с обрабатываемым материалом.



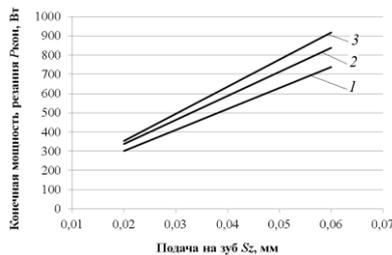
1 – $V = 60$ м/с, $a = 10$ мм
2 – $V = 70$ м/с, $a = 25$ мм
3 – $V = 80$ м/с, $a = 40$ мм



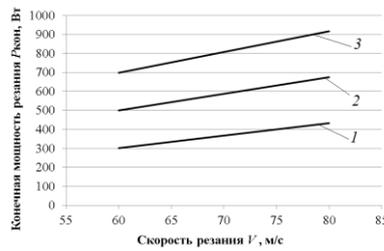
1 – $S_z = 0,02$ мм, $a = 10$ мм
2 – $S_z = 0,04$ мм, $a = 25$ мм
3 – $S_z = 0,06$ мм, $a = 40$ мм



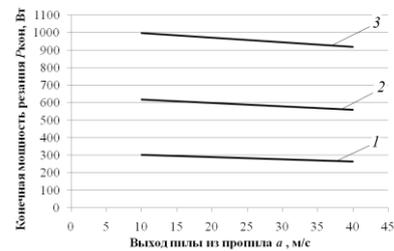
1 – $S_z = 0,02$ мм, $V = 60$ м/с
2 – $S_z = 0,04$ мм, $V = 70$ м/с
3 – $S_z = 0,06$ мм, $V = 80$ м/с



1 – $V = 60$ м/с, $a = 10$ мм
2 – $V = 70$ м/с, $a = 25$ мм
3 – $V = 80$ м/с, $a = 40$ мм



1 – $S_z = 0,02$ мм, $a = 10$ мм
2 – $S_z = 0,04$ мм, $a = 25$ мм
3 – $S_z = 0,06$ мм, $a = 40$ мм



1 – $S_z = 0,02$ мм, $V = 60$ м/с
2 – $S_z = 0,04$ мм, $V = 70$ м/с
3 – $S_z = 0,06$ мм, $V = 80$ м/с

Рис. 2. Зависимости начальной (а, б, в) и конечной (г, д, е) полезной мощности резания от переменных технологических факторов (S_z , V , a) при обработке ЛДСтП дисковыми твердосплавными пилами с плоско-треугольным профилем зубьев с вогнутой передней гранью

Это может быть объяснено на основании известной зависимости

$$F_k = F_{зуб} \cdot \frac{l}{t}, \quad (7)$$

где F_k – средняя касательная сила резания за оборот, Н; $F_{зуб}$ – средняя сила, приходящаяся на один зуб, Н; l – длина дуги контакта зуба с обрабатываемым материалом, мм; t – шаг зуба пилы, мм.

С увеличением выхода пилы из пропила длина дуги контакта уменьшается, что, согласно формуле (7), должно привести к уменьшению средней касательной силы резания за оборот, а значит, и мощности резания.

В то же время с увеличением выхода пилы из пропила растет средний кинематический угол встречи и, соответственно, толщина снимаемой стружки. Это приводит к увеличению силы, приходящейся на один зуб пилы, средней касательной за оборот и мощности резания.

Таким образом, влияние выхода пилы из пропила противоречиво. Согласно полученным данным можно предположить, что при увеличении выхода пилы из пропила

падение мощности за счет уменьшения длины дуги контакта более существенно, чем ее повышение за счет увеличения толщины стружки.

Заключение. Получены математические модели в виде уравнений второго порядка, описывающие влияние основных переменных факторов на начальную и конечную мощности резания при обработке ламинированных ДСтП дисковыми твердосплавными пилами с плоско-треугольным профилем зубьев с вогнутой передней гранью.

В результате анализа полученных моделей установлено:

- с увеличением подачи на резец от 0,02 мм до 0,06 мм начальная и конечная мощности резания увеличиваются в 2,5–2,6 раза;
- с увеличением скорости резания от 60 м/с до 80 м/с начальная мощность возрастает в 1,30–1,45 раза;
- с увеличением выхода пилы из пропила от 10 мм до 40 мм начальная и конечная мощности резания уменьшаются в 1,08–1,15 раза.

Падение и рост значений происходит по линейной зависимости.

Что касается качества обработки, то в ходе эксперимента было отмечено, что при использовании для раскроя ламинированных ДСтП дисковых пил с плоско-треугольным профилем зубьев с вогнутой передней гранью полностью исключить сколы облицовочного слоя на кромках пропила невозможно, но их размеры и количество меньше.

Кроме того, следует подчеркнуть, что использование пил с плоско-треугольным профилем зубьев с вогнутой передней гранью ограничено трудностями, связанными с их подготовкой, и в частности заточкой, т. к. необходимо более дорогостоящее заточное оборудование, которым оснащены далеко не все наши предприятия и специализированные организации.

Библиографический список

1. Киевлякис О. Секреты энергосбережения // Наука и инновации. - 2013. - № 8 (126). - С. 8–10.
2. Лукаш В. Т., Гриневич С. А. Технологическая стойкость и начальная мощность при обработке ламинированных ДСтП пилами с попеременно-косым профилем зубьев // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. - 2009. - Вып. XVII. - С. 317–321.
3. Лукаш В. Т., Гриневич С. А. Технологическая стойкость и начальная мощность при обработке ламинированных ДСтП пилами с плоско-трапециевидным профилем зубьев // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. - 2010. - Вып. XVIII. - С. 234–239.
4. Лукаш В. Т., Гриневич С. А. Влияние профиля зубьев дисковых пил с пластинами твердого сплава на технологическую стойкость и потребляемую мощность при обработке ламинированных древесностружечных плит (ЛДСтП) // Труды БГТУ. - 2011. - № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть. - С. 256–262.
5. Каталоги дереворежущего инструмента фирм Leitz, Leuco, АКЕ, Kanefusa. - 2013.
6. Пилы дисковые с твердосплавными пластинами для обработки древесных материалов. Технические условия: ГОСТ 9769–79. - Введ. 01.01.81. – М.: Министерство станкостроительной и инструментальной промышленности: Государственный комитет СССР по стандартам, 1979. - 15 с.
7. Кравченко А. С., Лукаш В. Т. Применение силоизмерительного телеметрического устройства для исследования процессов пиления древесных материалов // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. - 2006. - Вып. XIV. - С. 172–174.
8. Макаров Р. А. Тензометрия в машиностроении: справ. пособие. - М.: Машиностроение, 1975. - 288 с.

9. Любченко В. И. Резание древесины и древесных материалов: учеб. пособие для вузов. – М.: Лесная пром-сть, 1986. – 296 с.

УДК 674.053

Лукаш В.Т., Гриневич С.А.
(БГТУ, г. Минск, РБ) valeri-tad@rambler.ru

РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ДИСКОВЫХ ПИЛ С ПЛОСКО-ТРЕУГОЛЬНЫМ ПРОФИЛЕМ ЗУБЬЕВ С ВОГНУТОЙ ПЕРЕДНЕЙ ГРАНЬЮ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЛАМИНИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ПО КРИТЕРИЮ КАЧЕСТВА

Получена математическая модель в виде уравнения второго порядка, описывающая влияние основных переменных факторов на технологическую стойкость (путь резания до появления сколов на поверхности обрабатываемого материала) при распиловке ламинированных ДСтП твердосплавными дисковыми пилами с плоско-треугольным профилем зубьев с вогнутой передней гранью.

Введение. За последние несколько лет в рамках государственной программы по модернизации деревообрабатывающей отрасли в Республике Беларусь введен в эксплуатацию ряд заводов по производству древесностружечной плиты (г. Ивацевичи, г. Сморгонь, г. Речица) с общим объемом выпуска более 1 млн. м³ в год.

Значительное увеличение производства древесных плитных материалов требует для их механической обработки большого количества высококачественного инструмента. На предприятиях отрасли для раскроя и форматной обработки деталей из древесностружечных плит в качестве режущего инструмента широко используются дисковые пилы с твердосплавными пластинами. К сожалению, подавляющее большинство импортного производства.

Для эффективной эксплуатации режущего инструмента необходимы четкие рекомендации относительно режимов обработки, позволяющие, задавая определенные технологические параметры для того или другого типа пилы (формы режущего элемента), выбирать и оптимизировать такие показатели, как стойкость инструмента, качество обработки, производительность и энергопотребление процесса.

Решение данной проблемы позволит решить задачи автоматизации станочной обработки, интенсификации процессов механической обработки плитных древесных материалов и тем самым увеличения производительности труда и снижения себестоимости обработки.

Ответ на поставленные выше задачи авторы попытались получить путем проведения соответствующих экспериментальных исследований.

Область исследований была выбрана не случайно. Ламинированные древесностружечные плиты (ЛДСтП) сегодня широко используются в мебельной промышленности. Основным видом механической обработки последних является раскрой дисковыми пилами на заданные размеры. Производители круглых пил рекомендуют использовать для раскроя ЛДСтП попеременно косой, плоско-трапециевидный и плоско-треугольный с вогнутой передней гранью профили зубьев (рис. 1).

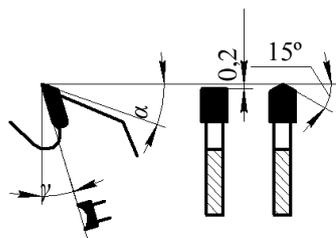


Рис. 1. Плоско-треугольный профиль зубьев с вогнутой передней гранью

Последний профиль является наименее распространенным, но, тем не менее, представляющим наибольший интерес для проведения исследовательских работ. Причиной является утверждение производителей о том, что для обеспечения высокого качества раскроя при обработке двусторонне облицованных древесностружечных плит пилами с указанным выше профилем нет необходимости в применении подрезки. Это существенный аргумент ввиду разницы в стоимости станков с подрезным агрегатом и без него, а стоимость подрезной пилы всего на 15–20% меньше, чем основной, а иногда и сопоставима.

Поэтому авторами было принято решение более глубоко изучить процесс обработки ЛДСП дисковыми твердосплавными пилами с плоско-треугольным профилем зубьев с вогнутой передней гранью с целью определения наиболее выгодных условий их обработки и предложения необходимых рекомендаций.

Основная часть. Исследование технологической стойкости дисковых твердосплавных пил с плоско-треугольным профилем зубьев с вогнутой передней гранью при обработке ламинированных древесностружечных плит было реализовано с помощью методов планирования эксперимента. Выбор постоянных и переменных факторов выполнен аналогично работам [1, 2].

Исследования проводились на экспериментальной установке, созданной на базе промышленного станка ФСА [3].

Поскольку необходимо обеспечить чистовой раскрой ламинированных древесных материалов, то в качестве одного из выходных показателей был принят фактический путь резания до появления сколов величиной более 0,3 мм на поверхности облицовочного материала Y (L, м). Согласно ГОСТ 9769-79 [4] данный дефект определяется как невыполнение требований к качеству распиловки и является критерием затупления пил.

Методическая сетка опытов, а также средние арифметические по результатам проведенных серий дублированных опытов значения выходных показателей представлены в таблице.

Однородность дисперсий опытов проверена по G-критерию Кохрена.

Для получения уравнения регрессии, описывающего выходные характеристики процесса пиления, использован В-план второго порядка.

По итогам статистической обработки экспериментальных данных получена математическая модель, отражающая влияние подачи на зуб S_z (мм), скорости резания V (м/с) и величины выхода пилы из пропила a (мм) на значение фактического пути резания до появления сколов при обработке ламинированных древесностружечных плит. Оценка значимости коэффициентов регрессии произведена по t-критерию Стьюдента.

Методическая сетка и результаты эксперимента

№ опыта	X_1	X_2	X_3	$Y (L, м)$
ПФП	1	-1	-1	2953,7
	2	+1	-1	3495,2
	3	-1	+1	3839,8
	4	+1	+1	4578,2
	5	-1	-1	6950,0
	6	+1	-1	8842,5
	7	-1	+1	7047,9
	8	+1	+1	10506,6
Звездные точки	9	-1	0	10014,0
	10	+1	0	11796,8
	11	0	-1	12972,7
	12	0	+1	13996,9
	13	0	0	5981,2
	14	0	0	10767,6

После отбрасывания малозначимых коэффициентов и уточнения оставшихся уравнения регрессии приобрели следующий вид

$$Y(L) = -14246,015 + 409924,283 \cdot S_z + 3,475 \cdot V + 1191,278 \cdot a - 6092500 \cdot S_z^2 - 22,08 \cdot a^2 + 1101,94 \cdot S_z \cdot V + 1693,377 \cdot S_z \cdot a \quad (1)$$

Адекватность уточненной модели подтверждена проверкой по F-критерию Фишера.

По полученной модели построены графические зависимости на нижнем, нулевом и верхнем уровнях варьирования переменных факторов.

На рис. 2 представлены зависимости фактического пути резания при пилении ламинированных древесностружечных плит пилами с плоско-треугольным профилем зубьев с вогнутой передней гранью от переменных технологических факторов.

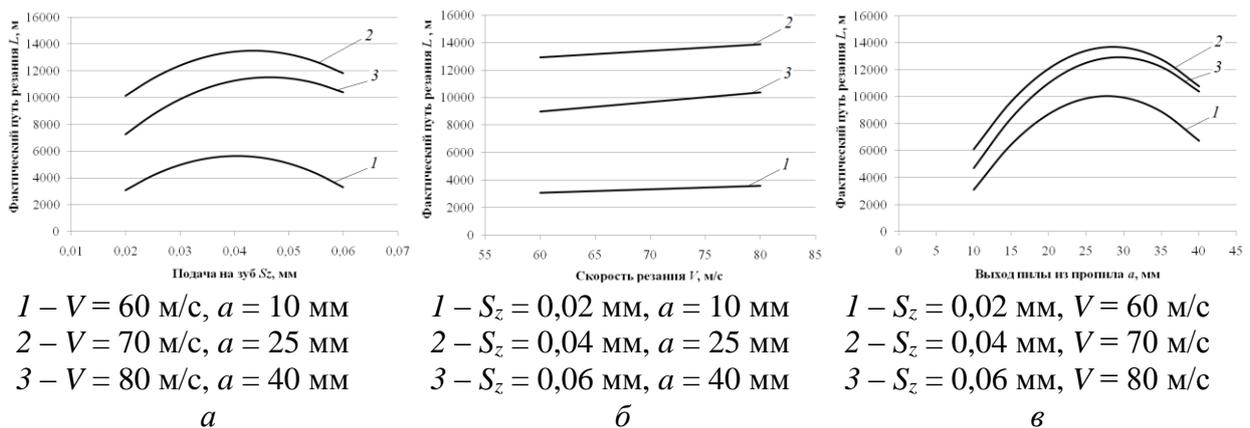


Рис. 2 Зависимости фактического пути резания L , м, от переменных технологических факторов при обработке ЛДСтП дисковыми твердосплавными пилами с плоско-треугольным профилем зубьев с вогнутой передней гранью

Из графика (рис. 2, *a*) следует, что с увеличением подачи на резец от 0,02 до 0,04–0,05 мм фактический путь резания, соответствующий одному уровню качества, увеличивается.

Меньшее значение пути резания при малых подачах на зуб, вероятно, связано с ухудшением условий работы режущего элемента [5]. С дальнейшим ростом подачи на резец до 0,06 мм фактический путь резания, соответствующий одному уровню качества, уменьшается. Это связано с ростом сил резания при увеличении толщины стружки. По мере затупления инструмента зуб пилы не режет материал, а скалывает его из-за больших усилий резания.

Скорость резания является фактором, положительно влияющим на стойкость режущего инструмента, и с ее увеличением от 60 до 80 м/с фактический путь резания на разных уровнях варьирования повышается в 1,07–1,17 раза (рис. 2, *б*). Положительное влияние скорости резания может быть связано с возникновением инерционного подпора [6].

На рис. 2, *в* представлены графики зависимости фактического пути резания от величины выхода пилы из пропила. Кривые на нижнем, нулевом и верхнем уровнях варьирования переменных факторов имеют практически одинаковый характер и ярко выраженный экстремум. С ростом величины вылета пилы из пропила от 10 до ≈ 30 мм наблюдается рост пути резания по критерию качества. Увеличение пути может быть связано с увеличением вертикальной составляющей силы резания, которая прижимает ламинат к основе. При дальнейшем увеличении выхода пилы путь резания уменьшается. Возможно, это связано с увеличением ударной нагрузки при входе зуба пилы в обрабатываемый материал.

Максимальный фактический путь резания при обработке ламинированных древесностружечных плит дисковыми пилами с плоско-треугольным профилем зубьев с вогнутой передней гранью – экстремум уравнения (1) – был найден с помощью математического пакета MathCad 2014 и составил 14 300 м.

Проведенные исследования позволили получить и проанализировать зависимость фактического пути резания L до появления сколов на поверхности обрабатываемого материала от переменных технологических факторов. Однако для нужд производства требуется подобрать режим, который бы обеспечил наибольший срок службы дереворежущего инструмента при высоком качестве обработки. Поэтому для оценки эффективности применения для раскроя ламинированных ДСтП того или иного режима технологическую стойкость удобнее выражать не через путь резания L , а через количество обработанного материала S (м п.). Количество обработанного материала может быть найдено по формуле

$$S = \frac{L \cdot S_z \cdot z}{l} \quad (2)$$

Формула (2) позволяет оценить влияние рассматриваемых технологических факторов на количество обработанного материала.

Так, на рис. 3, *a* приведены зависимости количества обработанного материала S от подачи на зуб S_z . Очевидно, что с ростом подачи на зуб от 0,02 до 0,05 мм количество обработанного материала с обеспечением требуемого уровня качества увеличивается. Дальнейшее увеличение подачи на резец приводит к уменьшению S , что связано с противоречивым влиянием величины S_z на фактический путь резания L .

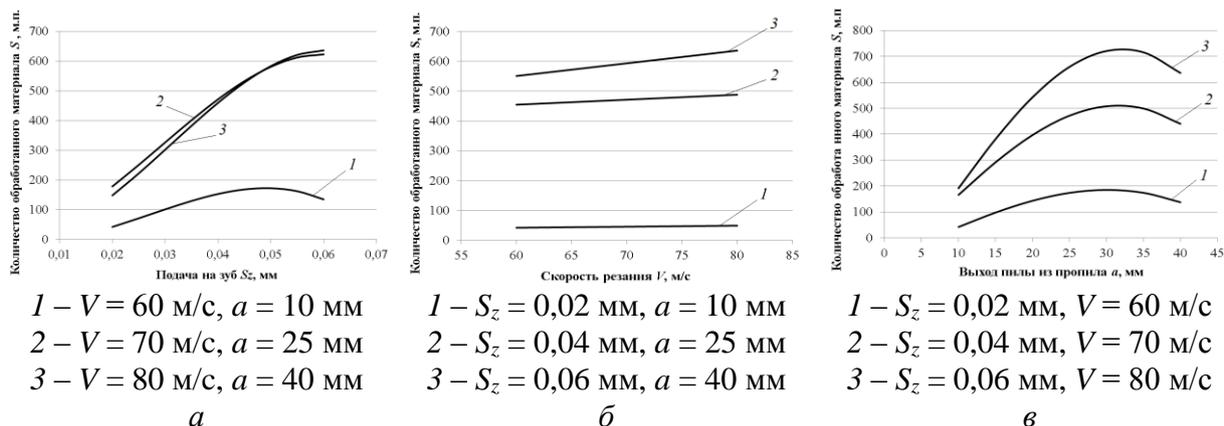


Рис. 3. Зависимости количества обработанного материала S , м, от переменных технологических факторов при обработке ЛДСтП дисковыми твердосплавными пилами с плоско-треугольным профилем зубьев с вогнутой передней гранью

На рис. 3, б, в представлены зависимости количества обработанного материала S от скорости резания V и от величины выхода пилы из пропила a соответственно.

Поскольку данные факторы в явном виде не входят в формулу (2), то их влияние аналогично представленным ранее графическим зависимостям (рис. 2, б, в).

Для определения режима пиления ламинированных древесностружечных плит, обеспечивающего наибольшую технологическую стойкость дереворежущего инструмента, был найден максимум зависимости (2) с помощью математического пакета MathCad 14. Установлено, что максимум функции $S(S_z, V, a)$ равен 728,3 м п. при $S_z = 0,06$ мм, $V = 80$ м/с, $a = 32,15$ мм.

Максимальное значение S , а также графики получены для экспериментальной пилы с числом зубьев $z = 36$. Так как количество обработанного материала пропорционально количеству зубьев инструмента (формула (2)), то можно утверждать, что величина S для другого числа режущих элементов может быть получена простым пересчетом, а полученные значения переменных факторов для установленного оптимального режима будут справедливы для любого числа зубьев.

Заключение. Получена математическая модель в виде уравнения второго порядка, описывающая влияние основных переменных факторов на технологическую стойкость (путь резания до появления сколов на поверхности обрабатываемого материала) при распиловке ламинированных ДСтП твердосплавными дисковыми пилами с плоско-треугольным профилем зубьев с вогнутой передней гранью.

В результате анализа полученной математической модели установлено:

- с увеличением подачи на резец от 0,02 до 0,04–0,05 мм фактический путь резания, соответствующий одному уровню качества, увеличивается, с дальнейшим ростом подачи на резец до 0,06 мм – уменьшается;

- с увеличением скорости резания от 60 до 80 м/с фактический путь резания растет в 1,07–1,17 раза;

- путь резания с увеличением выхода пилы из пропила от 10 до ≈ 30 мм увеличивается, при дальнейшем увеличении – падает.

Максимальное количество обработанного материала 728,3 м п. достигается при $S_z = 0,06$ мм, $V = 80$ м/с, $a = 32,15$ мм.

Библиографический список

1. Лукаш В. Т., Гриневич С. А. Технологическая стойкость и начальная мощность при обработке ламинированных ДСтП пилами с попеременно-косым профилем зубьев // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. - 2009. - Вып. XVII. - С. 317–321.
2. Лукаш В. Т. Гриневич С. А. Технологическая стойкость и начальная мощность при обработке ламинированных ДСтП пилами с плоско-трапециевидным профилем зубьев // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. - 2010. - Вып. XVIII. - С. 234–239.
3. Кравченко А. С. Лукаш В. Т. Применение силоизмерительного телеметрического устройства для исследования процессов пиления древесных материалов // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. - 2006. - Вып. XIV. - С. 172–174.
4. Пилы дисковые с твердосплавными пластинами для обработки древесных материалов. Технические условия: ГОСТ 9769–79. - Введ. 01.01.81. - М.: Министерство станкостроительной и инструментальной промышленности: Государственный комитет СССР по стандартам, 1979. - 15 с.
5. Амалицкий Вит. В. Пиление твердосплавными круглыми пилами и их заточка // Деревообраб. пром-сть. - 2005. - № 5. - С. 6–10.
6. Любченко В. И. Резание древесины и древесных материалов: учеб. пособие для вузов. - М.: Лесная пром-сть, 1986. - 296 с.

УДК 674.02

Пашков В.К.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

БЕСЕДА ПРОФЕССОРА А.Л.БЕРШАДСКОГО ПО РЕЗАНИЮ ДРЕВЕСИНЫ

Статья подготовлена профессором В.К. Пашковым по материалам переписки с молодыми учеными кафедры станков и инструментов (1972 год). Содержание работы и структура сохранены по тексту автора. В 2015 году одному из основоположников науки резания древесины А. Л. Бершадскому исполняется 120 лет со дня рождения.

Дорогие товарищи!

Направляя вам эту краткую беседу, жду вашего отзыва и соображения о желании переиздания «Р.Р.» 1967 г. с учетом этой беседы и ваших замечаний.

Мне 87-й год и я объективно с громадной благодарностью восприму все ваши замечания и пожелания.

Хочется попросту побеседовать с вами о резании древесины без тонких теорий (где тонко там и рвется).

За проход резца $\frac{l, \text{ мм}}{1000}$ отделяется стружка и производится работа. Обозначая силу, действующую на зуб на пути прохода $\frac{l, \text{ мм}}{1000}$ и через $P_{\text{зуб}}$, кгс, получаем работу в кгс·м за проход одного резца $A_{\text{зуб}} = P_{\text{зуб}} \cdot \frac{l}{1000}$.

При числе зубьев, врезающихся за оборот $z_{\text{об}}$ работа за оборот $A_{\text{зуб}} = P_{\text{зуб}} \cdot \frac{l}{1000} \cdot z_{\text{об}}$, КГС · М,
а при n , об/мин мощность будет

$$N = \frac{P_{\text{зуб}} \cdot l \cdot z_{\text{об}} \cdot n}{6,12 \cdot 10^6}, \text{ кВт.} \quad (1)$$

При фрезеровании и продольном пилении круглыми пилами, $l \cdot e_{\text{ср}} = ch$,
где c – подача на резец,

$e = c \cdot \text{Sin} \theta_{\text{ср}}$ – толщина стружки, откуда

$$l = \frac{h}{\text{Sin} \theta_{\text{ср}}}. \quad (2)$$

При фрезеровании значение $\text{Sin} \theta_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{h}{D}}$, пиления круглыми пилами (3)

$$\text{Sin} \theta_{\text{ср}} = \frac{57}{R [\arcsin(\frac{e+h}{R}) - \arcsin(\frac{a}{R})]}. \quad (4)$$

где a – подъем стола над центром вала.

При пиления рамными и ленточными пилами $\text{Sin} \theta_{\text{ср}} = \text{Sin} 90^\circ = 1, l = h$.

Для фрез, круглых и ленточных пил $z_{\text{об}} = \frac{\pi D}{t}$, (5)

Для лесопильных рам, где за оборот врезаются зубья только за рабочий ход

$$z_{\text{об}} = \frac{H}{t}. \quad (6)$$

Для фрез, круглых и ленточных пил

$$N = \frac{P_{\text{ср}} \cdot \bar{U}_{\text{ср}}}{102}, \text{ кВт, } \bar{U}_{\text{ср}} = \frac{\pi D n}{6 \cdot 10^4}, \text{ м/с} \quad (7)$$

Для лесопильных рам $\bar{U}_{\text{ср}} = \frac{2Hn}{6 \cdot 10^4}, \text{ м/с.} \quad (8)$

Сопоставляя формулы (1), (7) и (8), получим для фрез и круглых пил

$$P_{\text{ср}} = P_{\text{зуб}} \frac{l}{t} = P_{\text{зуб}} \frac{h}{\text{Sin} \theta \cdot t}, \quad (9)$$

для ленточных пил $P_{\text{ср}} = P_{\text{зуб}} \frac{h}{t}$, (10)

для лесопильных рам $P_{\text{ср}} = P_{\text{зуб}} \frac{l}{2t}$, (11)

Следовательно, зная $P_{\text{зуб}}$ находим $P_{\text{ср}}$, а зная $P_{\text{ср}}$ определим $N = \frac{P_{\text{ср}} \cdot \bar{U}_{\text{ср}}}{102}$, кВт.

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ГИПОТЕЗЫ

ДЛЯ РАСЧЕТА $P_{\text{зуб}}$

(Сокращая изложение я ссылаюсь на книги «Резание древесины» 1956 г. (Р. Д.) и «Расчет режимов резания древесины» 1967 г. (Р. Р)).

При проникновении реза в древесину физика устанавливает, что на острие возникает разрыв непрерывности в воздействии граней реза, сжимающих древесину.

У лезвия создается концентрация напряжений, достигающих значительной величины, обуславливающей переход частиц (молекул) древесины из внутреннего равновесного состояния на прилегающие к ним будущие новые поверхности: стружки и поверхности резания (диспергирование).

Работа диспергирования, по сравнению с работой, затрачиваемой на деформирование древесины и работу трения по граням реза, принимается равной нулю, в связи с микроперемещением частиц.

Условия работы передней грани, отжимающей стружку от поверхности резания, отличны от работы задней грани, поджимающей древесину от поверхности резания под себя. Общее в них то, что производимое ими сжатие древесины не свободное – оно происходит в полужамкнутом объеме.

Опыты профессора Ивановского Е. Г. (ЛЛТА) и доц. Микулинского В. И. (БЛТИ) показали, что при сжатии древесины в замкнутом пространстве (стальной обойме), объем ее уменьшается при постоянном давлении до тех пор, пока объемный вес ее не приблизится к значению близкому к объемному весу древесинного вещества ($\sim 1,51 \frac{\text{гс}}{\text{см}^3}$).

При достижении объемного веса ($\sim 1,3 \frac{\text{гс}}{\text{см}^3}$) дальнейшее изменение объема вызывает значительный рост давления. Древесина, не обладающая сплошностью структуры, приобретает, почти сплошную структуру и, если разнять пуансоны, из стальной обоймы выпадет твердый, как металл цилиндр.

Однако стружка никогда до такого состояния не сжимается, а поэтому правомерна гипотеза образования стружки при постоянном давлении.

ОПЫТНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ ГИПОТЕЗЫ

Многочисленные опыты, начиная с 1870 г., то есть с опытов профессора Тиме И.А. устанавливают эту закономерность. Тиме наблюдал эту закономерность при строгании древесины, где он установил (визуально) рост силы резания по наклонной восходящей прямой по мере продвижения реза до момента отделения элемента стружки. Но так как по такому же закону растет сила резания по передней грани реза, то, следовательно, давление резания $\bar{K}, \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = \text{Const}$ на поперечном сечении стружки e , равно 1 мм^2 . То есть по Тиме $\mathcal{P}_{\text{рез}} = \bar{K} \cdot e$ и при $e=0 \mathcal{P}_{\text{рез}} = 0$, что не отражает реальный процесс резания реальным резцом с радиусом закругления лезвия ρ , когда на величину ρ резец утоплен ниже плоскости резания. На сечение ρ в 1 мм^2 действует сила $\mathcal{P}_3 = \bar{K}_\rho \cdot \rho$, где $K_\rho = \text{Const}$ при данном ρ по закону постоянства давления в полужамкнутом пространстве. Следовательно $\mathcal{P}_{\text{рез}} = \mathcal{P}_3 + \mathcal{P}_n = K_\rho \cdot \rho + \bar{K} \cdot e$, то есть $\mathcal{P}_3 = f(\rho)$, а $\mathcal{P}_n = f(e)$ и при $e=0 \mathcal{P}_{\text{рез}} = K_\rho \cdot \rho$, а не равно нулю.

Зависимость $\mathcal{P}_{\text{рез}} = \mathcal{P}_3 + \bar{K} \cdot e$ при данном ρ есть уравнение прямой. Однако это справедливо для $e > 0,1 \text{ мм}$ так как по мере уменьшения $e_\mu < 0,1 \text{ мм}$ начинает ощутимо сказываться постоянно действующая часть закругления лезвия у передней грани над плоскостью резания (рис. 35 Р. Р.). Здесь угол резания (δ_ρ) $< \delta$ то есть меняется и δ_ρ и e_μ . При $e_\mu < 0,1 \text{ мм}$ закон изменения опытной (реальной) силы резания происходит по ниспадающей параболической кривой до $\mathcal{P}_3 = \bar{K}_\rho \cdot \rho$.

Надо помнить, (Рис 34. Р. Р.), что фактическая сила отсчитывается от линии раздела 00. По опытам $\mathcal{P}_3 = (a_p - 0,8)$, а $\mathcal{P}_n = 0,8p + \bar{K} \cdot e$, где $\mathcal{P}_3, \mathcal{P}_n$ – фактические силы, а p и $\bar{K} \cdot e$ – фиктивные силы /см. рис. 34 Р. Р./.

Закон постоянства давления подтверждается опытами Золотарева /СИБЛТИ/, а также при срезе сучьев опытами Нестеренко /УЛТИ/, Захаренко /ЛЛТА/, Кириллова /ЦНИИМЭ/, Шепилина /ЦНИИМЭ/, где даны осциллограммы роста $\mathcal{P}_{рез}$ по закону прямой. Это утверждает принятую гипотезу постоянства давления при резании. Также устанавливается закон независимости сил, действующих по обе стороны от плоскости резания, где на лезвии резца происходит разрыв непрерывности действия граней резца на древесину.

Изложенное есть та физическая основа на который построен расчетный метод режимов резания древесины / См. Р. Р. §§ 14, 15, 16, 17 и 18/.

Все изложенное не эмпирическая случайность, а физическая закономерность, достаточно обоснованная обработкой многочисленных опытов за последние четыре десятилетия и в последние годы подтвержденная в диссертациях В. Морозова /МЛТИ/, В. Чуприна /Каунасский Политехнический Институт/, Л. Клубкова /БТИ/, А. Санюковича /БТИ/, А. Векшина /НИИДРЕВ/.

В науке нет конечной точки и все решенное – глубокая, но далеко не полная разведка, которая должна быть продолжена.

Приведенное краткое упрощенное изложение основа – основ физики резания. Оно позволяет перейти к расчетам N и $\mathcal{P}_{ср}$ минуя формальное условное понятие удельной работы

$$K, \frac{\text{кгс} \cdot \text{м}}{\text{см}^3} = \frac{\text{Работа резания}}{\text{Объем номинальной стружки}}$$

Но ведь работа резания совершается над плоскостью резания, завися от объема номинальной стружки и под плоскостью резания, где деформируется объем древесины, отличный от объема номинальной стружки /Рис. 17 стр. 23 Р. Р./.

Эти объемы деформируются по разному и требуют разную затрату работы, которую удалось экспериментально выявить только после расчленения $\mathcal{P}_{рез}$ на \mathcal{P}_3 и \mathcal{P}_n методами изложенными в «Р. Р.» - 1967 г. и ранее 1962г в «Справочнике по расчету режимов резания». Теоретически расчленение работы резания на составные части дано впервые одновременно проф. А. Дешевым и мною в период 1930-34 г.

Относя в прошлом интегрально определенную работу резания к объему номинальной стружки, мы обезличивали роль работы задней грани резца.

В дальнейшем при расчленении $\mathcal{P}_{рез}$ определение удельной работы резания (численно совпадающей со средним давлением по ф. (122) Р. Р. стр. 80) – формальное

$$K = \bar{k} + \frac{p}{e}.$$

По опытам p от e не зависит, а потому деление на e зависимости $\mathcal{P}_{рез} = p + \bar{k}e$ – формальное действие, физически ничем не оправданное.

Понятие $\mathcal{P}_{зуб}$ физически обосновывается всеми экспериментальными данными, изложенными в Р. Р., которые повторно не излагаю, а только даю ход расчета по $\mathcal{P}_{зуб}$ что проще и физически оправдано.

Умножая ф. 137 и ф. 138 на стр. 83 «Р. Р.» на b и e получим силы:

$$\mathcal{P}_{зуб} = a_p \cdot p \cdot b_s + c \cdot \text{Sin}\theta \cdot (\bar{K} \cdot e + ah) \text{ при } c \cdot \text{Sin}\theta > 0,1 \text{ мм} \quad (12)$$

$$\mathcal{P}_{зуб} = (a_\rho - 0,8) \cdot p \cdot b_s + c \cdot \sin\theta \cdot (K_\mu \cdot e + \alpha h) \text{ при } c \cdot \sin\theta < 0,1 \text{ мм} \quad (13)$$

где $b_s = "S"$ при разводе и " b_s " – ширина пропила при плющении и фрезеровании.

ХОД РАСЧЕТА N И \mathcal{P}_{cp} (ПРЯМАЯ ЗАДАЧА)

И U И $\nabla\theta$ (ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА)

Кроме N и \mathcal{P}_{cp} надо еще определить усилие подачи Q_{cp} – по направлению подачи и $S \perp Q_{cp}$ по формулам

$$Q_{cp} = \mathcal{P}_{cp} \cdot \cos\theta_{cp} + R_{cp} \cdot \sin\theta_{cp}, \quad (14)$$

$$S_{cp} = \mathcal{P}_{cp} \sin Q_{cp} - R_{cp} \cos Q_{cp}, \quad (15)$$

где R_{cp} – радиальная сила. По опытам В. Чуприна, В. Морозова определяется из выражения

$$R_{cp} \approx \frac{0,5 \cdot a_\rho^2}{a_\rho} = \frac{0,8}{p \frac{l}{t}} - \mathcal{P}_{ncp} \cdot \operatorname{tg}(90 - \delta - \varphi) \quad (16)$$

где $\angle\varphi = 15^\circ$ – угол трения по передней грани по опытам А. Клубкова и А. Сенковича.

Средние силы на резание на зубе определяются по формулам

$$\mathcal{P}_{зcp} = (a_\rho - 0,8)p \frac{l}{t} \quad (17)$$

$$\mathcal{P}_{ncp} = \mathcal{P}_{cp} - \mathcal{P}_{зcp} \quad (18)$$

Сами формулы 12 и 13 указывают на порядок расчета.

1. Определяем θ , $\sin\theta$, $\cos\theta$ по ф. (3), (4).

2. Определяем C

$$= \frac{1000 \cdot U}{z \cdot n}, \text{ где } z \text{ вычисляется по формулам (5), (6).}$$

3. Если $C \cdot \sin\theta > 0,1$ мм применять формулу 12.

Если $C \cdot \sin\theta < 0,1$ мм применять формулу 13.

4. $a_\rho = 1 + 0,2 \frac{\Delta\rho}{\rho_0}$, где $\rho_{\sigma=5}$ мкм при фрезеровании и $\rho_{\sigma=10}$ мкм при пилении, а

$$\Delta_s = \xi \frac{\ln T}{1000}. \quad (16)$$

Приращение радиуса затупления ξ в мкм на метр принимается равным:

$$\xi = 0,0008 \frac{\text{МКМ}}{\text{М}} \text{ при фрезеровании,} \quad \xi = 0,001 \frac{\text{МКМ}}{\text{М}} \text{ при пилении,}$$

$$\xi = 0,001 \frac{\text{МКМ}}{\text{М}} \text{ при пилении рамными пилами.}$$

Значение ξ для сосны, а для дуба на 30 % больше.

Длина стружки l определяется по формуле (2). T – заданное время резания в мин. Формула 16 применяется, когда цикл затупления зуба равен 1 обороту.

Для ленточных пил цикл равен выражению $1 + \frac{2L}{\pi D}$,

где L , мм – расстояние между центрами шкивов станка, D , мм диаметры шкивов

5. Зная $\angle\theta$ определяем P по «Р. Р.» стр. 86 формула 145 или по номограмме 40 в «Р. Р.» стр. 88.

6. Для пил с разведенным зубом λ ширина пропила $b = S$, для плющеного зуба b и Δ при фрезеровании.

7. $c \cdot \text{Sin}\theta_{\text{cp}}$ уже известно по пп. 1 и 2.

8. По $\angle\theta$ определяем $\bar{K} = A\delta + Bv - V$ или $K_{\mu} = A\delta + Bv - V_{\mu}$ по формулам «Р. Р. – стр. 87 или по номограмме 40 а, б стр. 88.

9. Значения интенсивности трения $\alpha_{\lambda} = 0,072 \frac{\text{кг}\cdot\text{с}}{\text{мм}^2}$ круглых пил или $\alpha_{\Delta} = 0,058 \frac{\text{кг}\cdot\text{с}}{\text{мм}^2}$ для пил с плющенным зубом, для рамных пил $\alpha_{\lambda} = 0,025 \frac{\text{кг}\cdot\text{с}}{\text{мм}^2}$, $\alpha_{\Delta} = 0,02 \frac{\text{кг}\cdot\text{с}}{\text{мм}^2}$, при фрезеровании $\alpha = 0 \frac{\text{кг}\cdot\text{с}}{\text{мм}^2}$.

Словом все определено, $\mathcal{P}_{\text{зуб}}$ по формулам (12) или (13) определяем

10. \mathcal{P}_{cp} определяем по формулам (9), (10), (11).

11. $N = \frac{\mathcal{P}_{\text{cp}} \cdot U_{\text{cp}}}{102}$, кВт.

12. По формуле 17 определяем $\mathcal{P}_{\text{з ср}}$ и $\mathcal{P}_{\text{n ср}}$.

13. По формуле 16 определяем R_{cp} при $\varphi = 15^\circ$.

14. По формуле (14), (15) определяем Q и S .

Примечание: Под влиянием S возникают вредные сопротивления Q_1 – в подаче, зависящие от конструкции механизма подачи, таким образом $Q_{\text{полн}} = Q + Q_1$.

Обратная задача решается идентично.

Зная N определяем \mathcal{P}_{cp} , а по \mathcal{P}_{cp} определяем $\mathcal{P}_{\text{зуб}}$ и

$$C = \frac{\mathcal{P}_{\text{зуб}} - a_s p b_s}{\text{Sin}\theta_{\text{cp}} [\bar{K}b + ah]} \text{ и } U = \frac{C \cdot z \cdot n}{1000}, \text{ м/мин.}$$

Значения шероховатости Δd определяем по Р. Р. по нормативным опытным таблицам.

Дополнение для ясности и упрощения

Уже в «Р. Д.» по стр.16 (сноска внизу) мы встречаемся с определением академика Кузнецова В. Д. («Физика резания») $K = \frac{\mathcal{P}_{\text{зуб}}}{e \cdot b}$ – «среднее условное напряжения (давление – А. Б.) резания».

Это очень важно – «условное». Достаточно только посмотреть на рентеноснимки «Р. Д.» рис. 13, стр. 27, а так же другие /Р. Д. и Р. Р./, чтобы четко понять, что деформируется древесина над плоскостью резания /в зоне номинальной стружки/ и под плоскостью резания в отличном от номинальной стружки объеме. Следовательно, отнесение работы резания к номинальному объему – условно. И так, - условно и ф. 137 и 138 «Р. Р.» стр. 82 условно.

Но вот $K \cdot e \cdot b = \mathcal{P}_{\text{зуб}}$ – четкая реальная физическая величина.

То есть безусловное выражаем через – условное. Надо помнить, что $e_{\lambda} b_s = \frac{b}{S}$.
 $C \cdot \text{Sin}\theta \cdot S = b \cdot C \cdot \text{Sin}\theta$, а $e_{\Delta} \cdot b = b \cdot C \cdot \text{Sin}\theta$ и тогда по ф. 137

$$\mathcal{P}_{\text{зуб}\lambda} = a_{\rho} \cdot p \cdot S + C \cdot \text{Sin}\theta \cdot (Kb + \alpha_{\lambda} h)$$

$$\mathcal{P}_{\text{зуб}\Delta} = a_{\rho} \cdot p \cdot b + C \cdot \text{Sin}\theta \cdot (Kb + \alpha_{\Delta} h)$$

и т. д. См «Р. Р.» куда надо внести понятие В. Д. Кузнецова об условности $K, \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = K, \frac{\text{кгс}\cdot\text{м}}{\text{см}^6}$

Р.С. Дорогой Валентин Кузьмич!

Я Вас не забываю и очень ценю. Я поздравляю вас и всю кафедру с новым учебным годом и через вас шлю эту беседу. Я хвораю многогранно и непрерывно и выхожу из строя, но борюсь. И эта беседа - попытка оживления.

Ваш



А. Бершадский

УДК 674.05:621.9

Полякова Т.В., Новоселов В.Г.

(УГЛТУ, г.Екатеринбург, РФ) nauka-les@yandex.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДА СТОЙКОСТИ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПО КРИТЕРИЮ «ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ»

В статье рассмотрено влияние степени износа режущего инструмента на точность обработки при продольном фрезеровании древесины. Определена наработка до отказа по данному критерию качества продукции. Предложены формулы для расчета гамма-процентного периода стойкости режущего инструмента. Период стойкости режущего инструмента зависит от вида и режимов обработки: толщины срезаемого слоя, скорости резания, и допуска на размер детали. Данная методика определения периода стойкости может быть использована при расчетах в случае жестких требований по точности обработки деталей.

Введение. Период стойкости режущего инструмента является важнейшим эксплуатационным показателем, влияющим на технико-экономическую эффективность производства. Он определяет расход инструмента, затраты на его подготовку и обслуживание, а также – качество обработки деталей. В современной технической литературе период стойкости дереворежущего инструмента назначается в зависимости от износостойкости его режущей части и свойств материала обрабатываемой детали [1,2]. Он назначается без учета величины припуска (толщины срезаемого слоя), скорости резания и допускаемого отклонения размеров обработанной детали. Например, стальным ножам цилиндрических сборных фрез для фрезерования массивной древесины период стойкости назначается от 8 до 10,4 часа.

Основная часть. В процессе механической обработки древесины происходит изнашивание режущего инструмента, которое определяется постепенным изменением начальной микрогеометрии резца, образованной в процессе заточки. Изнашивание может быть разных видов: механическое, абразивное, тепловое, окислительное, электрохимическое (коррозия), электрическое (эрозия) и причины, приводящие к изнашиванию контактных поверхностей резца. Происходит изменение структуры металла, которое приводит к уменьшению его прочности и твердости. Лезвие режущего инструмента затупляется, т.е. изменяется начальная микрогеометрия резца, за счет выкрашивания и

сминания режущих кромок и стирания тех участков, которые соприкасаются с древесиной.

Во время работы реза от его тела в зоне, как передней, так и задней грани отрываються частицы металла, в результате чего поперечное сечение реза плоскостью нормальной к режущей кромке, представляет собой клин с округленной вершиной и изношенными до той или иной степени задней и передней гранями. Считаем кривую округления дугой окружности, радиус которой является показателем остроты реза $\rho_0 = 4 \dots 10$ мкм.

Для получаемых продольным фрезерованием профильных деталей ГОСТ 8242-88 [3] определяет две группы требований к качеству изделий: требования по состоянию исходного материала (наличие пороков, влажность древесины) и требования по качеству обработки (геометрическая точность размеров и формы изделия и шероховатость обработанной поверхности).

При изнашивании в первую очередь теряется точность обработки. Основным, определяющим точность обработки, является фактическое положение плоскости резания. Считается, что она проходит через центр окружности, вписанной в фактическую режущую кромку лезвия (рис. 1).

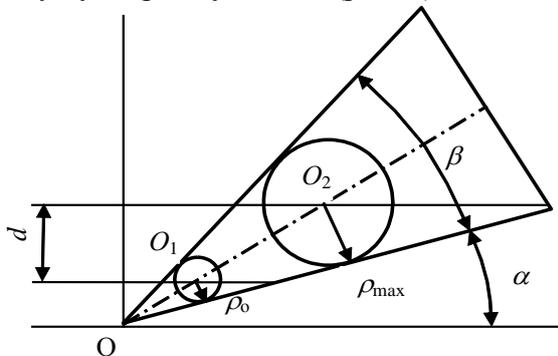


Рис. 1. Схема к расчету положения плоскости резания

В процессе фрезерования деревянных заготовок лезвия монотонно изнашиваются, затупляются, укорачиваются по биссектрисе угла заточки лезвий β . В результате радиус вписанной окружности увеличивается до $\rho_{\max} = 30 \dots 60$ мкм и более, а ее центр перемещается по биссектрисе угла заточки. Соответственно смещается на величину d и поверхность обработки. Оценим точность обработки коэффициентом запаса точности по ГОСТ 27.202-83[4].

$$K_3(t) = 0,5 - K_c(t) - 0,5K_p(t), \quad (1)$$

где $K_c(t)$ – коэффициент смещения;
 $K_p(t)$ – коэффициент мгновенного рассеяния.

$$K_c = \frac{|\bar{X}(t) - X_0|}{\delta}, \quad (2)$$

где $\bar{X}(t)$ – среднее значение контролируемого параметра в момент времени t ; X_0 – значение параметра, соответствующее середине поля допуска.

$$K_p(t) = \frac{\omega(t)}{\delta}, \quad (3)$$

где $\omega(t)$ – поле рассеяния контролируемого параметра в момент времени t ; δ – допуск на контролируемый параметр.

В соответствии с ГОСТ 27.202-83 должно выполняться условие:

$$K_3(t) > 0. \quad (4)$$

В предельном случае отказа по точности примем, что коэффициент запаса точности $K_3(t) = 0$, исходя из начальной настройки станка на совмещение среднего значения размера детали с серединой поля допуска и принимая поле рассеяния размера детали не более половины поля допуска, получим:

$$d = \bar{X}(t) - X_0 = 0,25\delta. \quad (5)$$

Нормы точности на станки для продольного фрезерования древесины [5,6] допускают разноразмерность обработанных деталей в пределах 0,1...0,2 мм, следовательно, смещение d не должно превышать 25...50 мкм при односторонней обработке и 12,5...25 мкм – при двухсторонней.

В работе [7] получена формула для определения средней наработки до отказа по параметру качества продукции «точность» - среднего периода стойкости инструмента по данному критерию T_1 :

$$T_1 \approx \frac{16,7\bar{d}}{\gamma_{\Delta} n l (e - \varepsilon_0)}, \quad (6)$$

где γ_{Δ} - интенсивность изнашивания - величина затупления режущей кромки (мкм/м); n – частота вращения инструмента (мин⁻¹); l – длина дуги контакта лезвия с древесиной за время срезания одной стружки (мм); ε_0 относительная остаточная деформация под поверхностью резания; e – вспомогательная величина

$$e = \frac{\sin(\alpha + \beta / 2)}{\sin(\beta / 2)}. \quad (7)$$

Результаты расчетов средней наработки до отказа по формуле (6) для станков различного назначения при интенсивности изнашивания материала инструмента $\gamma_{\Delta} = 0,001$ мкм/м, заднем угле $\alpha = 20^\circ$, угле заточки $\beta = 60^\circ$, частоте вращения фрезы $n = 6000$ мин⁻¹ приведены в таблице 1 для указанных исходных данных.

Таблица 1

Тип станка	Обработка	Допуск, мм	Максимальная толщина срезаемого слоя, мм	Диаметр окружности резания, мм	Допускаемое смещение поверхности обработки, мм	Средняя наработка до отказа, час
Рейсмусовый	Односторонняя	0,15	3,0	130	0,075	12,11
Строгальный четырехсторонний	Двухсторонняя	0,20	1,5	130	0,025	5,71

Как видно, рекомендуемому периоду стойкости инструмента [1,2] удовлетворяет средняя наработка до отказа по критерию «точность» при фрезеровании только на рейсмусовом станке. Учитывая, что средняя наработка до отказа достигается с вероятностью около 0,5, можно предположить, что примерно половина всех изготовленных за это время деталей будет иметь размеры, не соответствующие конструкторской документации.

Для снижения процента брака необходимо использовать в качестве установленного периода стойкости инструмента не среднюю, а гамма-процентную наработку до отказа, например, 80-процентную:

$$t_{0,8} = T_1 - 0,841\sigma_t, \quad (8)$$

где σ_t – среднее квадратическое отклонение наработки до отказа.

Принимая нормальное распределение наработки до отказа, а также, что весь диапазон значений наработки до отказа равен удвоенному среднему значению, и что верна гипотеза «трех сигм», получим значения 80-процентной наработки до отказа для деталей различного назначения, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Тип станка	80-процентная наработка до отказа, час
Рейсмусовый	8,71
Строгальный четырехсторонний	4,11

Расчеты по приведенным формулам дают результаты, близкие к опытным значениям, в то время как рекомендуемые в литературе периоды стойкости могут быть завышены в 2 и более раз, что может приводить к браку продукции по критерию «точность».

Заключение

1. Гамма-процентный период стойкости дереворежущего инструмента по критерию «точность» зависит от вида, режимов обработки: толщины срезаемого слоя, скорости резания, и допуска на размер детали.
2. Данная методика определения периода стойкости может быть использована при расчетах в случае жестких требований по точности обработки деталей.

Библиографический список

1. Справочное пособие по деревообработке / Кислый В.В., Щеглов П.П., Братенков Ю.И. и др. – Екатеринбург: БРИЗ, 1995.- 558 с.
2. Справочник по дереворежущему инструменту/ Глебов И.Т., Неустроев Д.В. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2000. – 253 с.
3. ГОСТ 8242-88 Детали профильные из древесины и древесных материалов для строительства. Технические условия. [Текст]. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. - 11с.
4. ГОСТ 27.202-83. Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции. [Текст]. Введ. 1984-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1984. 50 с.
5. ГОСТ 7315-83. Деревообрабатывающее оборудование. Станки строгальные четырехсторонние. Нормы точности. [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1983. - 9 с.
6. ГОСТ 7228-75. Деревообрабатывающее оборудование. Станки рейсмусовые. Нормы точности. [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1986. - 7с.
7. Новоселов В.Г. Физический метод расчета надежности технологической системы деревообработки по параметру качества продукции «точность» [Текст]/ В.Г.Новоселов, И.Т.Глебов// Надежность и качество: материалы международного симпозиума, Пенза, 25-31 мая 2006 г. / Пензенский гос. техн. ун-т. – Пенза, 2006. - С. 276-278

УДК 62-85:539.319

Раевская Л.Т.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) smtm@usfeu.ru

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО НАДЕЖНОСТИ ПНЕВМОМОТОРОВ

Приведены обобщенные данные по аксиально-поршневым пневмомоторам ДАР, их надежности, параметрам, особенностям конструкции и области применения. Проведенные исследования необходимы так же для оценки возможности применения пневмомоторов данного класса в инструментах, машинах и оборудовании лесного комплекса и деревообрабатывающей промышленности.

Основные работы, связанные с совершенствованием конструкции пневмомоторов, повышением их надежности, долговечности, ремонтпригодности, а также с исследованием моторов как сложной газо-механической динамической системы сводились, к трем главным аспектам.

1. Совершенствованию конструкции пневмомоторов с целью повышения их качества, надежности, долговечности и улучшения санитарно-гигиенических и экологических характеристик [1-3];

2. Изучению и оценке нагруженности пневмомоторов, как основы для прочностного и усталостного расчета их узлов и деталей [4-5];

3. Теоретическому исследованию процессов (газодинамических, механодинамических), протекавших в пневмомоторах, и влияющих на них режимов работы и отдельных конструктивных параметров [6-7].

Исследования показали, что в зависимости от назначения, режимов эксплуатации, последствий отказов и способности к восстановлению, машины, разработанные в институте НИПИГормаш по критерию номенклатуры показателей надежности могут быть отнесены к пяти группам [8].

Машины, на которых в качестве приводного двигателя используются пневмомоторы ДАР относятся к группе Б. Основные показатели надежности: вероятность безотказной работы, среднее время восстановления работоспособного состояния и средний ресурс до капитального ремонта [9].

Сами же пневмомоторы в соответствии с предложенной классификацией относятся к подгруппе Др ("Ремонтируемые сборочные единицы») группы Д («Сборочные единицы для комплектации машин, комплексов»). Номенклатура показателей надежности: удельная суммарная продолжительность ремонтов и обслуживания, средний ресурс до капитального ремонта [9].

Надежность пневмомоторов различных типоразмеров характеризуется следующими данными.

Пневмомоторы ДАР-5 (ДАР-5Б). Пневмомоторы, изготовленные опытным заводом НИПИГормаш особых нареканий со стороны эксплуатационников не вызывают. Нарботка их в автоподатчиках бурильных установок 2УБН-2 и 2УБН-2П составляет более 1000 ч; отдельные двигатели имеют наработку более 3000 ч. В приводе маслостанции наработка на отказ не превышает 500 ч. Основные отказы связаны с поломкой сепараторов подшипников.

Пневмомоторы выпускаемые Дарасунским заводом горного оборудования, имеют значительно более низкие показатели надежности.

Так наработка на отказ в автоподатчиках тех же буровых кареток не превышает 350...400 ч. Отказы связаны с износом латунных штифтов в канавках поршней, с проворотом и поломкой поршневых колец, с разрывом поршней (слабоват алюминиевый сплав), с ненадежностью фиксации пальцев от поворота и в осевом направлении и др. отказами. Пневмомоторы завода в отдельных случаях не развивали паспортных значений мощности и крутящего момента.

Пневмомотор ДАР-14М является самым распространенным из семейства акси-

ально-поршневых реверсивных пневмомоторов. Настойчивая деятельность проектировщиков, изготовителей и эксплуатационников на протяжении многих лет позволила существенно повысить надежность и долговечность пневмомоторов. Сейчас не наблюдаются такие, ранее широко распространенные отказы, как распрессовка металлических или резиновых заглушек, скалывание кулачкового диска ротора, появление в нем трещин, заклинивание поршней и т.д. По данным наблюдений за эксплуатацией пневмомоторов были получены следующие показатели надежности (таблица 1):

Показатели надежности

Таблица 1

Показатели	Буровой станок НКР-100МП	Колонковая буровая установка КБУ
Количество машин	13	9
Наработка на отказ в машиночасах		
минимальная	34	295
максимальная	2660	1345
средняя	1000	857
Наработка на отказ в метрах пробуренных скважин		
минимальная	200	1420
максимальная	14624	4935
средняя	4944	3910

Наименьшая наработка на отказ пневмомотора установленного на проходческом вагоне ВПК-7 составляла 37 часов, на погрузочной машине ППН-2Г - 456 часов или 586 пог.м. выработки.

Пневмомоторы ДАР-30М. По сведениям Богословского рудоуправления некоторые пневмомоторы, эксплуатирующиеся в условиях шахты «Старопесчанская» выходили из строя через 24...164 часа, что значительно ниже установленного техническими условиями, равного 620 часам.

Анализ причин отказов пневмомоторов показал, что 80% отказов наступило из-за разрушения поршней, 12% - кулачкового диска ротора, 4% - пластмассовых заглушек цилиндров, 4% - из-за выпадания донышка поршня.

Известны также отдельные случаи отказов пневмомоторов, связанные с ненадежностью стопарения поршневых пальцев. Так на одном из пневмомоторов через 98 часов работы сместившимися поршневыми пальцами протерло канавки в цилиндрах.

Проведенными конструктивными и технологическими мероприятиями удалось существенно повысить надежность пневмомоторов всех типо-размеров и уверенно говорить о потенциальной возможности доведения их ресурса до 1700...2000 часов.

Особо следует остановиться на параметрической надежности двигателей, которая может быть оценена по средней и средней квадратической величине мощности, полного и удельного расхода воздуха (таблица 2).

Существенный разброс показателей связан, по-видимому, с несовершенством системы газораспределения.

Параметрическая надежность двигателей

Таблица 2

Параметры	ДАР-5	ДАР-14М
Выборка, шт	160	144
Мощность, кВт:		
Среднее значение	3,50	10,2
Среднее квадратичное значение	0,18	0,55
Расход воздуха, м ³ /ч		
Среднее значение	298	725
Среднее квадратичное значение	30	50
Удельный расход воздуха м ³ /(мин.кВт)		
Среднее значение	1,45	1,20
Среднее квадратичное значение	0,225	0,15

Таким образом, краткий обзор показателей надежности пневмомоторов позволяет прийти к двум важным выводам. Во-первых, наблюдается значительный разброс таких показателей надежности, как наработка на отказ, ресурс и т.д. Это связано с тем, что не удается добиться стабильности технологических процессов изготовления. И, Во-вторых, нарушение стабильности технологии и недостаточный технологический контроль, приводит к низкой, приводит к низкой воспроизводимости системы газораспределения и, в итоге, к низкой параметрической надежности.

Библиографический список

1. Таугер М.Б. Об эффективности некоторых способов снижения шума пневмомоторов ДАР. /Сб.трудов НИПИГормаша: Горные машины. Конструкция, расчет и исследование горных машин. Вып. 20. Под ред.докт.техн. наук Д.Т.Анкудинова, Свердловск, 1991, с. 204-210.
2. Раевская Л.Т. Сечение поршня и расчет напряжений./ Л.Т. Раевская. Вестник ИЖГТУ. N 2(46), 2010, с. 4-7, Ижевск.
3. Анкудинов Д.Т. Влияние числа и схемы установки поршней пневмомоторов типа ДАР на их параметры. / Д.Т. Анкудинов , Л.Т. Раевская , М.Б. Таугер. Пневматика и гидравлика. Приводы и системы управления. /Сб.научных статей. Вып.15. Под общ. ред.докт.техн.наук Е.В. Герц-М.:Машиностроения,1990 –с.14-24.
4. Анкудинов Д.Т. Динамическая нагруженность многоцилиндровых аксиально-реверсивных пневмомоторов./ Д.Т. Анкудинов , Л.Т. Раевская , М.Б. Таугер. Пневматика и гидравлика./ Всесоюзное совещание. Суздаль, апрель 1990. Тезисы докладов. Часть I - М.,1990, с.40-41
5. Раевская Л.Т. Нагруженность аксиально-поршневых пневмомоторов. / Л.Т. Раевская, Д.Т. Анкудинов. Формирование лесного регионального кластера: социально-экономические и экологические проблемы и перспективы лесного комплекса/ Материалы VIII Междунар. Научн.-техн. Конф.-Екатеринбург; УГЛТУ. - 2011. с.18-20.
6. Гилев П.А. Рациональная геометрия конструкции./ П.А. Гилев, Л.Т. Раевская. Научное творчество молодежи-лесному комплексу России.: матер.V всерос. науч.-техн. конф. /Урал. гос. лесотехн. ун-т.- Екатеринбург,2009. Ч1, , с.348-349.
7. Раевская Л.Т. Характеристики вибраций деталей пневмодвигателя./ Л.Т. Раевская. Вестник ИжГТУ №2 (58), 2013, с.16-19, Ижевск.
8. Ламанов Ю.М. К номенклатуре показателей надежности изделий конструкции инсти-

туда. / Ю.М. Ламанов, Г.Т. Бабилова. Горные машины. Конструкция, расчет и исследование. /Сб. трудов НИПИГормаша. Под ред. к.т.н. П.А. Корлякова и к.т.н. В.Я. Заслова - Свердловск, 1982, с.140-144.

9. Российская Федерация. Государственный стандарт от 01 января 2011 года № ГОСТ Р 27.002-2009 Надежность в технике. Термины и определения.

УДК 674.914:674.338

В. В. Раповец, А. А. Гришкевич (БГТУ, Минск, РБ)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРИОДА СТОЙКОСТИ ДВУХЛЕЗВИЙНЫХ НОЖЕЙ С ТВЕРДЫМ СПЛАВОМ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ НА ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩИХ СТАНКАХ

В статье содержатся результаты экспериментальных исследований периода стойкости двухлезвийных ножей новых составных конструкций, оснащенных металло-керамическими твердыми сплавами вольфрамокобальтовой группы при агрегатной обработке бревен на фрезерно-брусующих станках. Подтверждена целесообразность оснащения режущего инструмента фрезерно-брусующих станков твердыми сплавами.

Введение. В настоящее время в деревообрабатывающей промышленности наряду с натуральной древесиной различных пород применяют труднообрабатываемые древесные материалы: древесностружечные и древесноволокнистые плиты, древесно-слоистые пластики, фанеру, мебельный щит и др. Наличие синтетических связующих, органических и минеральных наполнителей приводит к тому, что обработка этих материалов инструментом из инструментальных легированных сталей малоэффективна и не всегда является экономически оправданной. Для обработки таких древесных материалов применяют цельный, составной или сборный режущий инструмент, оснащенный твердым сплавом [1, 2].

Твердые сплавы представляют собой тугоплавкие, износостойкие материалы повышенной твердости. Они имеют условное деление на металлокерамические и литые сплавы. Такое деление обусловлено назначением, составом, физико-химическими свойствами и технологией изготовления. Металлокерамические твердые сплавы получают методом порошковой металлургии. Основой сплавов являются зерна карбидов вольфрама, титана, тантала и в качестве связки чаще используется кобальт. Процесс изготовления металлокерамических твердых сплавов включает следующие основные операции: смешивание порошков карбидов и связующего, прессование с получением заготовок необходимой формы и размеров, спекание сформированных заготовок при высокой температуре в защитных средах [7].

Для изготовления различного по назначению дереворежущего инструмента широко применяют вольфрамокобальтовые твердые сплавы, так как они обладают достаточной износостойкостью и более высокими физико-механическими свойствами по сравнению с инструментальными легированными сталями [3].

Традиционно режущий инструмент фрезерно-брусующих станков изготавливают из различных инструментальных сталей, например углеродистой стали У8А, инструментальных легированных сталей 6ХС и 9ХС повышенной прокаливаемости, применяются высоколегированные стали марок 4Х5МФ, 55Х6В3СМ и 55Х7ВСМФ. Для фрезерно-брусующих станков также рекомендуются легированные инструментальные стали марок

6Х6В3МФС и 5Х3В3МФС. Инструмент подвергают термической обработке с обеспечением твердости в единицах по HRC 57-61 [5].

Основная часть. На основании лабораторных исследований и полученных результатов, приняв за базовый вариант эксплуатируемую на деревообрабатывающем предприятии ОАО «Борисовский ДОК» конструкцию цельного двухлезвийного ножа из инструментальной легированной стали 4Х5МФ спиральной фрезы фрезерно-брусующих станков (ФБС) PSP 500, нами разработаны и изготовлены составные двухлезвийные ножи, оснащенные металлокерамическими твердыми сплавами вольфрамо-кобальтовой группы и проведены их опытно-промышленные испытания (рис. 1).

Последовательность мероприятий при проведении опытно-промышленных испытаний составных двухлезвийных ножей, упрочненных металлокерамическими твердыми сплавами, состояла из следующих этапов.

– *Подготовка режущего инструмента к работе.* На правую сборную торцово-коническую фрезу был установлен составной двухлезвийный нож с пластиной металлокерамического твердого сплава ВК15 вольфрамо-кобальтовой группы, а на левую – базовый нож из инструментальной легированной стали 4Х5МФ для обеспечения идентичных условий работы. Ножи имели следующие угловые параметры: угол заточки короткого и длинного лезвий по 40° , задний угол на лезвиях ножа составлял $3-5^\circ$. Каждый нож был заточен и доведен до радиуса округления кромок лезвий 4–6 мкм, выставлен по ножевой спирали с необходимым смещением на толщину щепы 5 мм в корпусе фрезы при помощи специального шаблона.

– *Подготовка и обработка древесины на промышленных режимах.* Обрабатывались свежесрубленная древесина сосны и ели влажностью 35–40% с вершинным диаметром бревна 14–28 см на фрезерно-брусующем станке PSP 500 первого ряда со скоростью главного движения вторых порядковых ножей спирали 18,8 м/с и скоростью подачи 38,5 м/мин в соответствии со спецификацией предприятия по выпуску продукции. Древесина проходила предварительную сортировку, через металлоискатель – устройство, позволяющее определять в древесине наличие металлических включений, измерительное устройство и окорочный станок. Обработка древесины хвойных пород на фрезерно-брусующем станке осуществлялась до полной потери ножами режущей способности. Критерием потери ножами режущей способности являлось неудовлетворительное качество поверхности пласти 2-кантного бруса или наличие появившихся на пластиках бруса сколов и отдельных вырывов, при которых процесс обработки бревен прекращался. Фиксировались параметры обработки (порода, вершинный диаметр, количество, высота бруса).

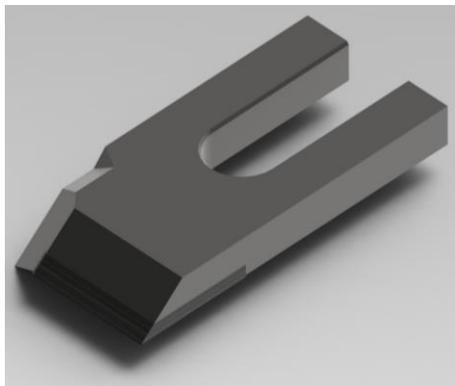


Рис. 1. Составной двухлезвийный нож с пластиной ВК 15 твердого сплава

– *Измерение радиуса округления режущих кромок двухлезвийных ножей.* Радиусы округления режущих кромок составного с пластиной твердого сплава и базового из легированной стали 4Х5МФ двухлезвийных ножей определялись экспериментально методом слепков с последующим измерением значений на японском растровом электронном микроскопе JEOL JSM-5610, установленном в лаборатории физико-химических методов исследования БГТУ.

– *Расчет суммарного пути резания ножами.* Суммарный путь резания, м, двухлезвийными ножами определялся по зависимостям, представленным в литературе [4]. По рассчитанным значениям суммарного пути резания и измеренному радиусу округления кромки ножа рассчитывалось приращение ε , мкм/м, радиуса округления режущей кромки ножа при прохождении им пути резания в 1 м.

Сводные данные параметров обработки древесины на станке PSP 500 ОАО «Борисовский ДОК» составными двухлезвийными ножами, упрочненными твердым сплавом, представлены в таблице.

Сводные данные параметров обработки древесины составными двухлезвийными ножами на станке PSP 500, упрочненными твердым сплавом

№ п/п	Порода древесины	Кол-во, м ³	Диаметр бревна, см	Высота бруса, мм	Путь резания, м
1-я смена					
1	сосна	0,3	120	106	15,3
2	сосна	0,2	160	106	25,7
3	сосна	2,8	200	128	243,8
4	сосна	19,7	220	128	1638,6
5	сосна	79,2	240	154	5620,7
6	сосна	24,2	260	154	1665,3
7	сосна	5,09	280	154	368,8
8	сосна	1,68	300	154	108,9
9	сосна	0,09	140	106	9,3
10	сосна	0,24	160	106	25,7
11	сосна	0,31	180	106	31,6
12	сосна	1,08	240	154	76,5
13	сосна	14,4	260	154	986,0
14	сосна	61,7	280	154	4106,4
15	сосна	12,4	300	154	816,5
2-я смена					
1	сосна	0,2	120	106	11,5
2	сосна	0,7	140	106	65,2
3	сосна	6,10	160	106	630,1
4	сосна	33,1	180	106	3352,0
5	сосна	115,0	200	128	10158,8
6	сосна	15,9	220	128	1314,65
7	сосна	1,4	240	154	95,6
8	сосна	11,8	260	154	810,7
9	сосна	31,9	280	154	2311,4
10	сосна	8,4	300	154	544,3

№ п/п	Порода древесины	Кол-во, м ³	Диаметр бревна, см	Высота бруса, мм	Путь резания, м
11	сосна	0,5	320	154	29,8
3-я смена					
1	сосна	0,9	100	80	93,9
2	сосна	0,1	110	80	7,9
3	сосна	0,7	120	106	37,3
4	сосна	10,3	140	106	987,2
5	сосна	58,4	160	106	6056,6
6	сосна	99,9	180	106	10122,2
7	сосна	4,6	200	128	406,6
8	сосна	0,2	220	128	19,1
4-я смена					
1	ель	0,1	140	106	9,3
2	ель	0,9	160	106	90,0
3	ель	0,2	200	128	16,3
4	ель	2,9	220	128	247,7
5	ель	54,9	240	154	3919,2
6	ель	98,6	260	154	6836,5
7	ель	32,2	280	154	2213,0
8	ель	2,6	300	154	190,5
5-я смена					
1	сосна	1,1	100	80	121,5
2	сосна	0,2	110	80	23,7
3	сосна	0,7	120	106	37,3
4	сосна	41,7	140	106	4004,6
5	сосна	62,0	160	106	9001,3
6	сосна	54,3	180	106	5504,0
7	сосна	13,6	200	128	1202,8
8	сосна	0,7	220	128	57,16
Итого:		990,1			86269,3

Результаты автоматической регистрации и рассчитанные значения параметров обработки древесины на фрезерно-брусующем станке PSP 500 на лесопильной линии SAB (Германия), представленные в таблице, показывают, что суммарный путь резания составными двухлезвийными ножами с пластинами из твердого сплава BK15 составил 86269,31 м, что в среднем равно 40 ч работы (5 рабочих смен). В сравнении с базовыми ножами из инструментальной легированной стали потеря режущей способности наступала в среднем через 32 ч (4 рабочие смены) при достижении одинакового значения Δr , мкм, базовым и составным с пластиной из твердого сплава ножами в 55 мкм.

Следовательно, приращение ϵ , мкм/м, радиуса округления режущей кромки ножа при прохождении им пути резания в 1 м для составного с пластиной BK 15 из твердого сплава и базового из инструментальной легированной стали ножей составляет соответственно $6,4 \cdot 10^{-4}$ мкм/м и $8,3 \cdot 10^{-4}$ мкм/м, что увеличивает полный период их стойкости ножей с пластинами BK15 из твердого сплава на величину порядка 23–30%. Данные значения

приращения радиуса округления режущей кромки ножа при прохождении им пути резания в 1 м согласуются со средними статистическими значениями периода стойкости, т. е. среднего времени работы двухлезвийных ножей (в часах) до потери ими режущей способности [6].

Заключение. Результаты проведенных производственных испытаний подтвердили эффективность практического применения твердого сплава вольфрамкобальтовой группы для двухлезвийных ножей со спиральным расположением на фрезах фрезерно-брусующих станков для агрегатной обработки древесины. Следовательно, возможно получение аналогичного положительного результата по увеличению периода стойкости двухлезвийных ножей для ФБС при использовании безвольфрамовых твердых сплавов, например титано-никелевых, карбонитридтитановых, а также литых (стеллитов и сормаитов) или других износостойких композиционных материалов.

Библиографический список

1. Вандерер К. М. Специальный дереворежущий инструмент: учеб. пособие – М.: Лесная промышленность, 1983. 208 с
2. Зотов Г. А. Подготовка и эксплуатация дереворежущего инструмента: учебник. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесная промышленность, 1986. 301 с.
3. Кузнецов А. М. Износостойкость твердосплавного инструмента при обработке ДСтП // Технология машиностроения. – М.: издат. центр «Технология машиностроения», 2008. № 11. С. 29–31.
4. Раповец В. В. Комплексная обработка древесины фрезами со спиральным расположением сборных двухлезвийных ножей, обеспечивающая качество продукции и снижение энергозатрат: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05 – Минск, 2011. – 206 л.
5. Рябин В. Н., Остроумов М. А., Свит Т. Г. Термодинамические свойства веществ: справочник – Л.: Химия. Ленингр. отд-ние, 1977. 389 с.
6. Справочник по лесопилению / Ю. А. Вар-фоломеев [и др.]; под общ. ред. А. М. Копейкина. 2-е изд., перераб. и доп. М: Экология, 1991. 496 с.
7. The Leitz Lexicon. Handbook for woodworking machine tools. Oberkochen: Gerb. Leitz GmbH & Co. 2010. Edition 5. 792 p.

УДК 674.055: 539.23621

Ремнев Г.Е., Линник С.А. (ТПУ, г. Томск, РФ), Углов В.В., Кулешов А.К. (БГУ, г. Минск, РБ) kuleshak@bsu.by, Гришкевич А.А., Чаевский В.В. (БГТУ, г. Минск, РБ)

СТРУКТУРНЫЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА В РЕЗУЛЬТАТЕ МОЩНОЙ ИОННОЙ ОБРАБОТКИ И ОСАЖДЕНИЯ АЛМАЗНЫХ ПОКРЫТИЙ

Предварительное воздействие мощными ионными пучками перед нанесением алмазных покрытий на твердосплавный инструмент в плазме аномального тлеющего разряда уменьшает текстурированность и коэффициент трения алмазных покрытий, осажденных в плазме аномального тлеющего разряда. Адгезия алмазных покрытий на твердосплавном дереворежущем инструменте возрастает. В результате существенно возрастает эксплуатационная стойкость ножей при обработке ламинированных ДСтП плит.

За последнее десятилетие инструмент, оснащенный лезвиями из поликристаллического синтетического алмаза выращенного в условиях высоких давлений и температур внедряется в мебельной промышленности, производстве и обработке плитных материалов, композитов, обработке твердых пород древесины. Алмазный инструмент в десятки раз, превышает по стойкости аналогичный стальной и твердосплавный. Однако, его широкое применение в промышленности ограничивается высокой стоимостью. Другим подходом для повышения стойкости дереворежущего твердосплавного инструмента может являться формирование на его поверхности алмазных покрытий с помощью газофазного осаждения. Однако, существует проблема совершенства и адгезионной прочности алмазных покрытий формируемых на поверхности WC-Co твердосплавного инструмента. На начальных этапах осаждения на поверхности сплава может образовываться промежуточный слой неалмазного углерода. В условиях высоких температур газофазного осаждения в этом слой диффундирует Co из сплава [1,2]. Большая разница в коэффициентах термического расширения алмаза и промежуточного слоя приводит к возникновению напряжений в покрытии. В результате адгезионная прочность формируемых на твердом сплаве алмазных покрытий невелика. Для решения этой проблемы применяется химическое вытравление кобальта из поверхностного слоя сплава и увеличение шероховатости сплава, воздействие мощным импульсным лазером, нанесение слоев различных материалов, обеспечивающих диффузионный барьер проникновения кобальта на поверхность [3,4].

В данной работе рассматривается перспективный подход, использующий мощное ионное воздействие, которое за счет радиационного и теплового воздействия с плотностью в несколько Дж/см² может создавать модифицированный оплавленный поверхностный слой, в котором кобальт связывается в карбиды вольфрама и кобальта [5]. Этот модифицированный слой карбидов может служить барьером для диффузии кобальта к поверхности, его более развитая поверхностная морфология может увеличить адгезию нанесенного покрытия к сплаву.

Объектами исследования в данной работе являлись образцы режущих пластин WC-Co твердого сплава TO3SMG, произведенного в Германия. Фазовый состав сплава представлял собой карбид вольфрама и 3,5 % кобальта. Предварительная обработка лезвийного твердосплавного инструмента перед осаждением алмазных покрытий заключалась в мощном импульсном воздействии (МИП). Режим воздействия мощным ионным пучком углерода и протонов с энергией 320 КэВ и плотностью ионного тока 50 А/см² был следующий: время действия импульса - $9 \cdot 10^{-2}$ мкс, количество импульсов – 3, плотность энергии, 4 Дж/см².

Последующее формирование алмазных покрытий проводилось в плазме аномального тлеющего разряда. Подробное описание установки и описание реактора для осаждения алмазных покрытий приведено в работе [6]. Все образцы перед осаждением обрабатывались в ультразвуковой ванне в спиртовой суспензии наноалмазов диаметром до 20 нм. Основные режимы осаждения были следующие: время осаждения - 3 часа; температура образцов, $800 \pm 25^\circ$ С; соотношение газов в смеси во время роста - Ar/H²/CH⁴ - 100/100/1, время нуклеации 3 минуты.

Структурное и фазовое состояние образцов исследовалось при помощи дифрактометра ДРОН 4.0.

Фрикционные испытания по методу “палец-поверхность” проводились на трибометре в условиях сухого трения. Скорость движения столика с образцом составляла 5 мм/с, нагрузка на индентор при испытаниях составляла 1 Н.

Проводились производственные испытания исходных и пластин с алмазными покрытиями при обработке ламинированных ДСтП плит лезвийными неперетачиваемыми пластинами на многооперационном станке с числовым программным управлением ROVER В 4.35. Режимы испытаний были следующие; частота вращения шпинделя 15000 мин⁻¹, скорость подачи 1 м/мин, диаметр резания 21 мм, суммарная длина резания – 1200 м.

Для исследования изменения элементного состава кромок и изломов ножей, получения их изображений использовался растровый электронный микроскоп LEO 1455 VP. Микроструктура поверхности образцов изучалась с использованием растрового электронного микроскопа LEO 1455 VP в режиме отраженных и вторичных электронов. Режим работы был следующий: ускоряющее напряжение 20 кВ; ток зонда $5 \cdot 10^{-7}$ А.

Результаты эксперимента. Из анализа представленных на рис.1 дифрактограмм следует, что сформированное на твердом сплаве покрытие соответствует алмазу и имеет ярко выраженную текстуру в направлении (111). Предварительное воздействие мощных импульсов ионов перед осаждением алмазного покрытия приводит к снижению в 2 раза интенсивности дифракционных рефлексов алмаза для кристаллитов (111), в то же время возрастает интенсивность рефлексов для (220). Т.е. степень текстурированности алмазного покрытия уменьшается.

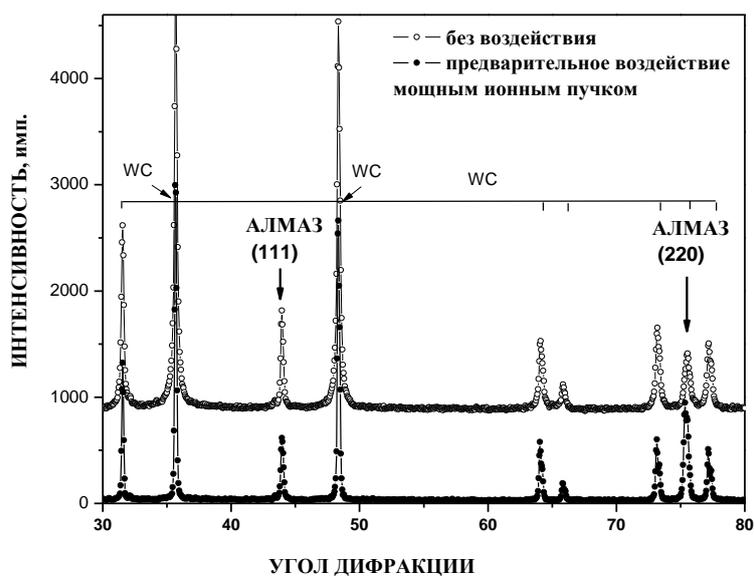


Рисунок 1 - Дифрактограммы от образцов твердого сплава с алмазными покрытиями сформированными без и с предварительным воздействием МИП.

Сравнение поверхностной морфологии алмазного покрытия осажденного на сплав без предварительного воздействия (рис. 2 а) с литературными данными для покрытий с различными ориентациями кристаллитов [7,8] свидетельствует, что в данном случае имеется характерная поверхностная морфология для кристаллитов с ориентацией {111}. Поверхностная морфологии алмазного покрытия осажденного на сплав после воздействия МИП не совпадает с литературными данными для алмазных покрытий с выделенной ориентацией, следовательно, для такого покрытия ориентация кристаллитов является случайной. Результаты трибологических испытаний (рис. 3 а) в условиях

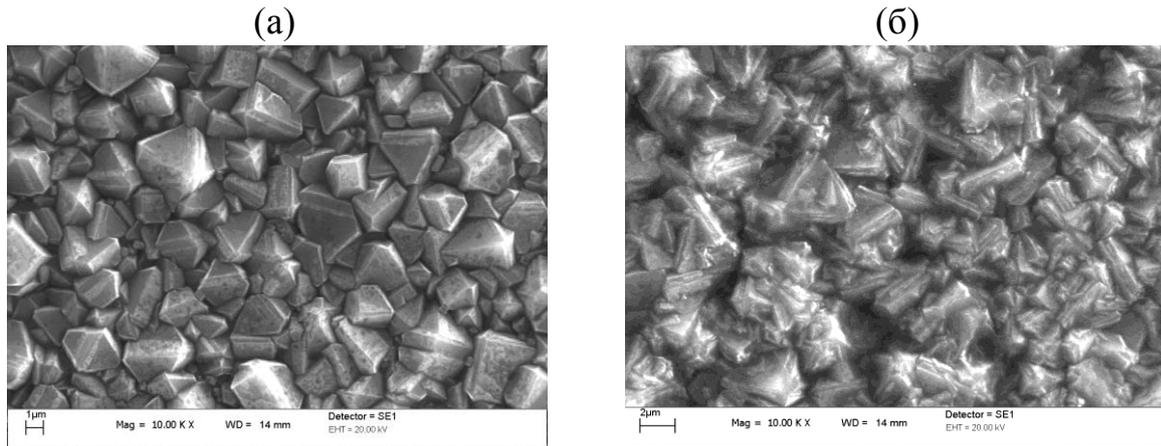


Рисунок 2 - СЭМ фотографии поверхности алмазных покрытий синтезированных на твердом сплаве без (а) и с предварительным воздействием МИП (б).

сухого трения показали, что коэффициент трения алмазного покрытия осажденного после обработки МИП уменьшается. Адгезионная прочность этого алмазного покрытия возрастает. На фотографиях треков износа (рис. 3 б, в) видно, что алмазное покрытие без воздействия МИП частично отслаивается. Светлые участки на фотографии соответствуют областям без покрытия.

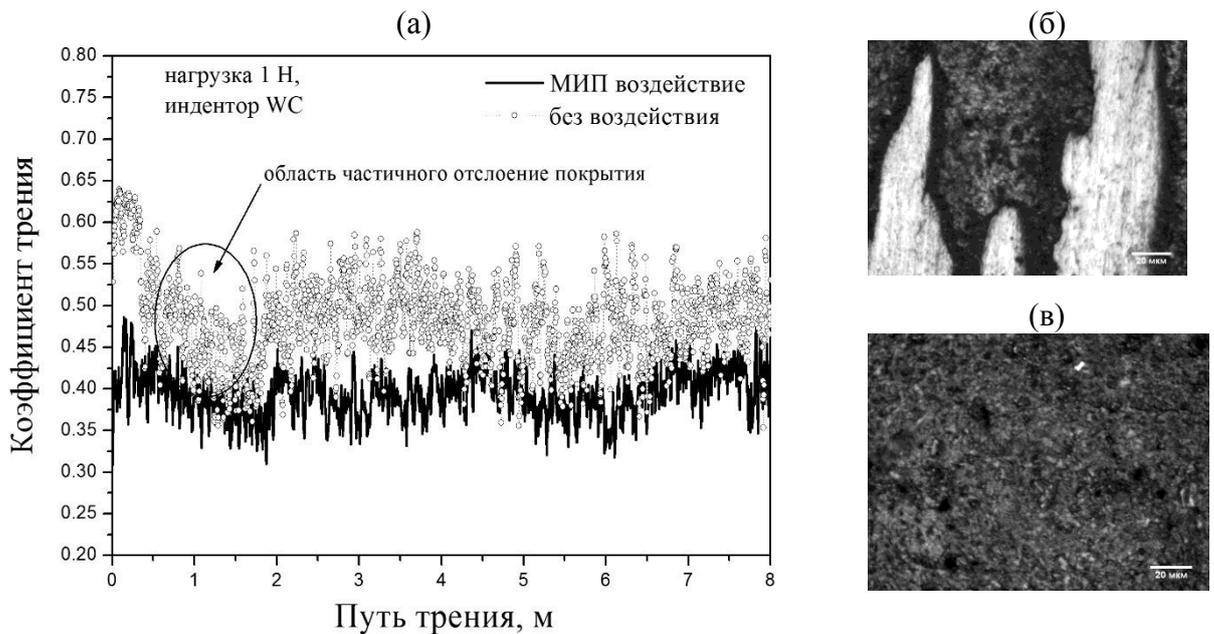


Рисунок 3 - Зависимости коэффициента трения от пути трения для образцов сплава с алмазными покрытиями без и с предварительным воздействием МИП (а). Фотографии треков износа образцов сплава с алмазными покрытиями без (б) и с предварительным воздействием МИП (в) после 1.5 часа испытаний, 26 м пути трения.

Из СЭМ исследований микроструктуры изломов образцов сплава с алмазными покрытиями без и с предварительным воздействием МИП (рис.4) следует, что МИП воздействие создает на поверхности сплавленный слой карбидов толщиной 0,1-0,3 мкм. Микроструктура алмазного покрытия осажденного на этот слой не имеет столбчатой микроструктуры как в случае покрытия осажденного на поверхность необработанного сплава. На рис. 6 представлены изображения кромок ножей без и с алмазными покрытиями, после производственный испытаний при обработке ламинированных ДСтП плит.

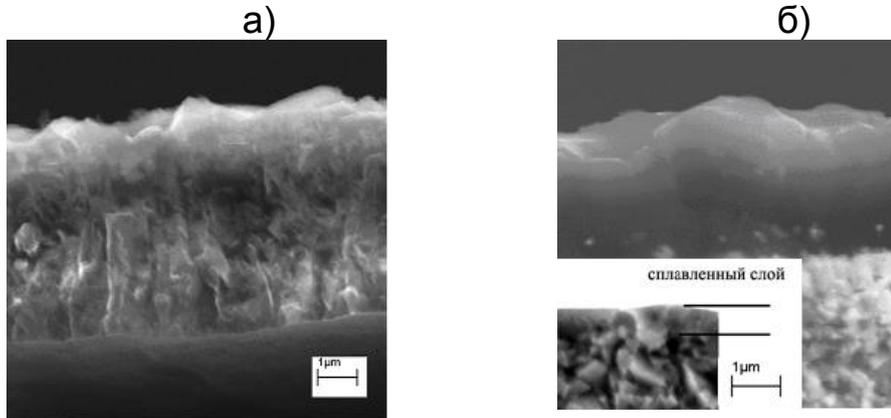


Рисунок 4 - СЭМ фотографии изломов образцов сплава с алмазными покрытиями без (а) и с предварительным воздействием МИП (б), вставка в (б) – микроструктура поверхностного слоя сплава после воздействия МИП на изломе.

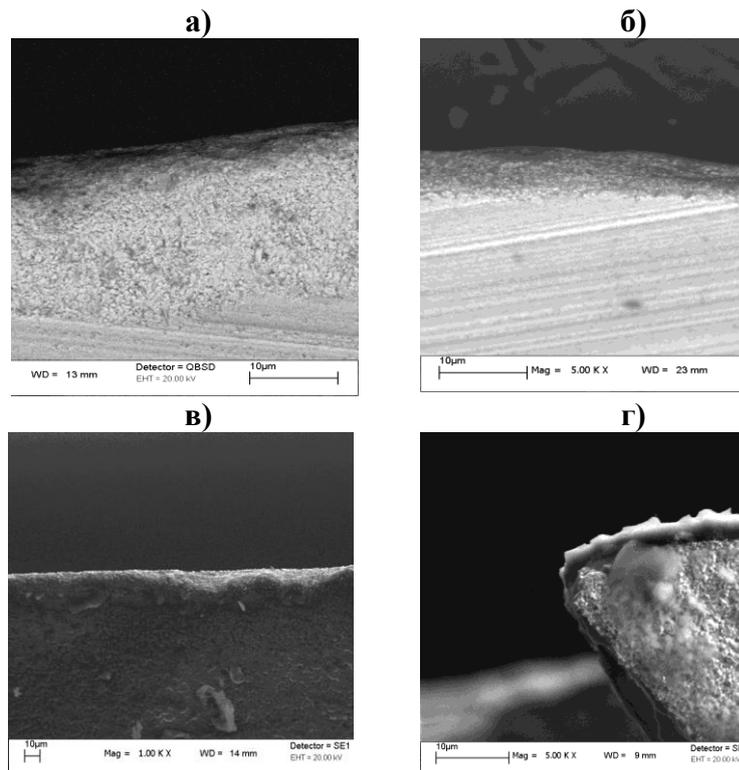


Рисунок 5 - СЭМ фотографии кромок ножей, излома кромки ножа после производственный испытаний при обработке ламинированных ДСтП: (а) – исходный сплав; (б) – с алмазным покрытием; (в), (г) - излом кромки ножа с алмазными покрытием, осажденным после предварительной обработки МИП.

Из этих фотографий следует, что износ кромки ножа с алмазным покрытием меньше износа исходного ножа (рис. 5 а, б). По изменению площади изломов кромок ножей до и после испытаний был оценен их объемный износ, в средней изношенной части ножа длиной 25 мм, который составил для исходного ножа $(2,2 \pm 0,4) \times 10^6$ мкм³, для ножа с покрытием $(1,4 \pm 0,3) \times 10^6$ мкм³. Следует отметить, что алмазное покрытие без предварительной обработки МИП после испытаний отслаивается в области кромки ножа где происходит максимальный износ (рис.5 б). В случае предварительного воздействия МИП отслаивания алмазного покрытия после испытаний на режущей кромки ножа не происходит (рис. 5 в, г). Острие кромки практически не изнашивается (рис. 5 в, г).

Выводы

Предварительное воздействие МИП перед нанесением алмазных покрытий в плазме аномального тлеющего разряда позволило:

- а) уменьшить текстурированность, коэффициент трения наносимых алмазных покрытий;
- б) увеличить адгезионную прочность алмазных покрытий на твердом сплаве;
- в) значительно уменьшить объемный износ лезвийного твердосплавного неперетачиваемого инструмента с алмазными покрытиями при деревообработке ДсТП плит.

Библиографический список

1. P.K. Bachmann, in: M.A. Prelas, G. Popovici, L.K. Bigelow (Eds.) Handbook of Industrial Diamonds and Diamond Films, Marcel Dekker - New York - 1998, 1214 p.
2. Sarangia S.K., Chattopadhyay A., Chattopadhyay A.K. Effect of pretreatment, seeding and interlayer on nucleation and growth of HFCVD diamond films on cemented carbide tools // International Journal of Refractory Metals & Hard Materials - vol.26 - 2008, pp. 220–231.
3. Humberto Gomez, Delcie Durham, Xingcheng Xiao, Lukitsch Michae, Ping Lu, Kevin Chou, Anil Sachdev, Ashok Kumar Adhesion analysis and dry machining performance of CVD diamond coatings deposited on surface modified WC–Co turning inserts // Journal of Materials Processing Technology - Vol. 212 - 2012, N.2, , pp. 523–533
4. Uglov V.V., Remnev G.E., Kuleshov A.K., Astashinski V.M., Saltymakov M.S. Formation of hardened layer in WC–TiC–Co alloy by treatment of high intensity pulse ion beam and compression plasma flows // Surface & Coatings Technology - vol. 204 - 2010, pp. 1952–1956.
5. José Manuel Arroyo, , Anselmo Eduardo Diniz, Milton Sergio Fernandes de Lima Wear performance of laser precoating treated cemented carbide milling tools // Wear - v.268 - 2010, p. 1329–1336.
6. Linnik S.A., Gaydaychuk A.V. Processes and parameters of diamond films deposition in AC glow discharge // Diamond and Related Materials - vol. 32 - 2013, p. 43–47.
7. André Schade, , Stefan M. Rosiwal, Robert F. Singer Tribological behaviour of <100> and <111> fibre textured CVD diamond films under dry planar sliding contact // Diamond and Related Materials - vol. 15, Iss. 10 - 2006, p. 1682–1688.
8. Hess P. The mechanical properties of various chemical vapor deposition diamond structures compared to the ideal single crystal // J. Appl. Phys. - vol.111 - 2012, 051101, 13 p.

УДК 674.05:621.9

Рогожникова И. Т., Новоселов В. Г.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) nauka-les@yandex.ru

ГАММА-ПРОЦЕНТНЫЙ ПЕРИОД СТОЙКОСТИ ФРЕЗЕРНЫХ НОЖЕЙ ПО КРИТЕРИЮ «ШЕРОХОВАТОСТЬ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ»

Рассмотрено влияние износа лезвий инструмента на изменение шероховатости обработанной поверхности древесины при фрезеровании. Определена наработка до отказа по данному критерию качества продукции. Обоснована необходимость учета факторов процесса обработки: толщина срезаемого слоя и скорость резания, а также требований к качеству получаемой поверхности для определения периода стойкости режущего инструмента.

Введение. В процессе механической обработки древесины происходит интенсивное трение лезвия режущего инструмента о древесину. Возникающая при этом высокая температура (600° - 800°C) приводит к различным физико-химическим процессам в поверхностных слоях металла, прилегающих к лезвию на глубине 2...3 мкм: происходит изменение структуры металла, приводящее к уменьшению его прочности и твердости, возникают: механическое диспергирование, тепловой износ, окислительный износ, электрохимическая коррозия, электрическая эрозия, абразивный износ. В результате износа происходит изменение начальной микрогеометрии резца, образованной в процессе заточки. В теории резания древесины и в практической деятельности остроту лезвия принято оценивать по радиусу закругления режущей кромки ρ , определяемому как радиус окружности, вписанной между передней и задней гранью резца и поверхностью его реальной кромки (рис.1).

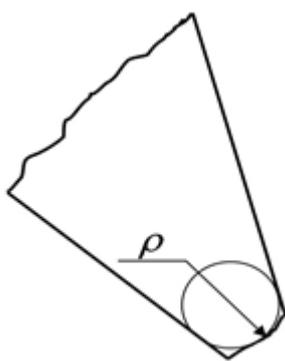


Рис.1. Микрогеометрия лезвия

Не оговаривается также критерий, по которому следует оценивать наступление предельного затупления лезвия.

С точки зрения надежности функционирования технологических систем важнейшим показателем является качество продукции. В свою очередь одним из главных показателей качества деталей из древесины является шероховатость обработанной поверхности. Она определяет основные эксплуатационные свойства – эстетические: отражающую

Для острых лезвий фрез считается $\rho_0 = 4...10$ мкм. В результате износа радиус закругления режущей кромки увеличивается до $\rho_{\max} = 30...60$ мкм и более.

Период стойкости инструмента (время работы до предельного затупления) в справочной литературе [1,2] приводится в зависимости от обрабатываемого материала, типа и материала режущей части инструмента и составляет, например, для цилиндрических фрез со стальными ножами от 8 до 10,4 часа. Причем эти данные не сопоставлены с такими факторами процесса обработки как толщина срезаемого слоя, диаметр окружности резания, скорость вращения инстру-

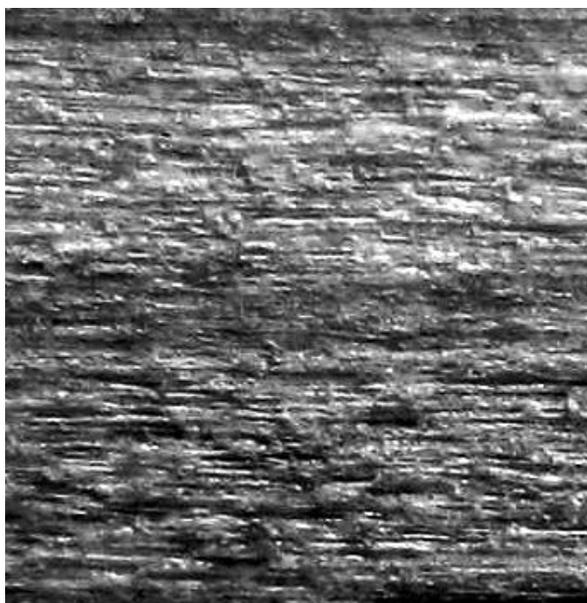
и поглощающую способность поверхностей [3], конструктивно-технологические: адгезию к лакокрасочным покрытиям и клеевым составам, прочность клеевого соединения при скалывании и технико-экономические: трудоемкость операции отделки и расход лакокрасочных материалов. ГОСТ 7016-82 [4] дает рекомендуемые предельные значения параметров шероховатости поверхности изделия из древесины и древесных материалов, получаемых различными видами обработки. В частности, для продольного фрезерования массивной древесины эти значения приведены в табл. 1.

Таблица 1

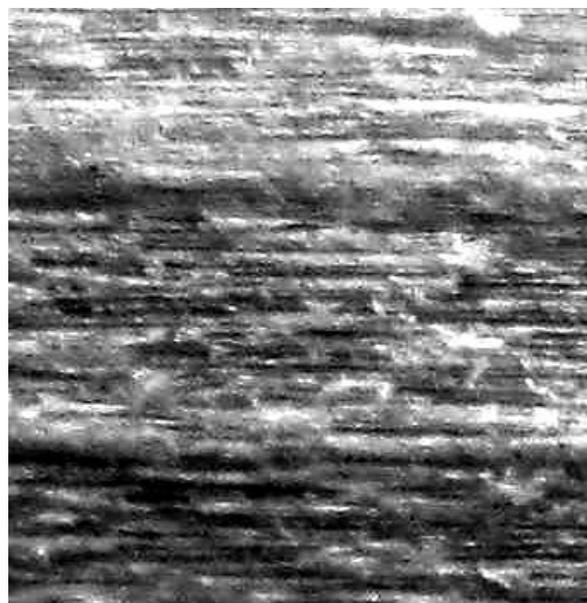
Материал, изделие и способ обработки	Значения параметров				
	R_{max} , мкм	R_{m} , мкм	R_z , мкм	R_a , мкм	S_z , мм
Древесина массивная, продольное фрезерование	-	16-250	16-250	-	2,5-12,5

Как видно, диапазон изменения параметров шероховатости поверхности изделия из массивной древесины без указания их назначения, весьма широк. Для профильных деталей, получаемых продольным фрезерованием, ГОСТ 8242-88 [5] определяет параметры шероховатости поверхности в зависимости от дальнейшего использования деталей. Например, для деталей под прозрачное покрытие шероховатость $R_{\text{max}} = 80$ мкм, под непрозрачное покрытие $R_{\text{max}} = 200$ мкм, для нелицевых поверхностей $R_{\text{max}} = 500$ мкм, для других деталей $R_{\text{max}} = 120$ мкм.

Как показывают исследования, при остром лезвии инструмента (радиус закругления режущей кромки ρ_0) происходит перерезание волокон древесины с минимальными неровностями разрушения, мшистостью и ворсистостью получаемой поверхности (рис. 2а).



а)



б)

Рис. 2. Разрушение древесины острым (а) и затупленным (б) резцом (увеличение x50)

Величина шероховатости поверхности определяется, в основном, неточностью установки режущих лезвий инструмента - разностью радиусов фактических поверхностей резания относительно оси их вращения и является так называемой «кинематической волнистостью».

В результате изнашивания инструмента и увеличения радиуса закругления режущей кромки изменяется характер разрушения древесины: затупленное лезвие сминая и разрывает волокна, что приводит к увеличению шероховатости обработанной поверхности (рис. 2б).

Опытные данные Н.А. Кряжева [6] показывают, что шероховатость обработанной поверхности древесины существенно зависит от радиуса закругления режущей кромки лезвия инструмента. Она достаточно хорошо описывается экспонентой

$$R(\rho) = R_0 e^{k\rho}, \quad (1)$$

где R_0 - параметр шероховатости поверхности, обработанной остро заточенным лезвием режущего инструмента, мкм; k - коэффициент пропорциональности.

Значение радиуса закругления режущей кромки ρ зависит от интенсивности изнашивания материала лезвия инструмента γ_{Δ} и суммарной длины пути контакта его с древесиной в процессе обработки (пути резания) L

$$\rho = \rho_0 + \Delta_{\rho} = \rho_0 + \gamma_{\Delta} L, \quad (2)$$

где ρ_0 – радиус закругления режущей кромки остро заточенного инструмента.

Если принять, что идеально заточенный инструмент имеет «нулевой» радиус закругления режущей кромки ($\rho_0 = 0$), то его значение, соответствующее пути резания L , будет равно

$$\rho = \Delta_{\rho} = \gamma_{\Delta} L. \quad (3)$$

В свою очередь, путь резания пропорционален длине дуги контакта лезвия с древесиной l_k (мм), частоте вращения фрезы n (мин⁻¹) и времени работы инструмента t (час)

$$L = \frac{l_k}{1000} 60nt = 0,06l_k nt. \quad (4)$$

Ввиду малости l_k , приближенно считают

$$l = \sqrt{hD_p}, \quad (5)$$

где h - толщина срезаемого слоя (мм); D_p - диаметр окружности резания (мм).

Совершая ряд математических преобразований, получаем следующий вид формулы экспоненциальной зависимости шероховатости

$$R(t) = R_0 e^{0,06k\gamma_{\Delta} n \sqrt{hD_p} t}. \quad (6)$$

Отказ технологической системы по параметру качества продукции «шероховатость поверхности» наступит, когда соответствующий параметр достигнет своего предельного значения R_{lim} . Нарботку до такого отказа можно определить, решив выражение (6) относительно t . Подставляя в преобразованное выражение средние значения всех параметров, получим выражение для средней наработки до отказа

$$T_1 = \frac{16,7}{\bar{k}\bar{\gamma}_\Delta \bar{n}\sqrt{\bar{h}D_p}} \ln \frac{\bar{R}_{lim}}{R_0}. \quad (7)$$

Продолжение работы после этого момента приведет к выпуску продукции, не соответствующего качества, потребует дополнительных затрат на устранение повышенной шероховатости обработанной поверхности.

Проведенные нами исследования [7] позволили выявить количественную зависимость параметров шероховатости обработанных сосновых брусков от величины радиуса закругления режущей кромки лезвия (Таблица 2).

Результаты расчетов средней наработки до отказа по формуле (7) с использованием опытных данных табл. 2 для деталей различного назначения при интенсивности изнашивания материала инструмента $\gamma_\Delta = 0,001$ мкм/м, частоте

Таблица 2

Параметр шероховатости	R_a	R_z	R_{max}
R_0	3,476	5,996	19,569
k	0,0387	0,0339	0,0402

вращения фрезы $n = 6000$ мин⁻¹, толщине срезаемого слоя $t = 2,5$ мм, диаметре окружности резания $D_p = 130$ мм показали, что с ужесточением требований к качеству обработанной поверхности существенно меняется средняя наработка до отказа по параметру «шероховатость поверхности» (Табл. 3).

Таблица 3

Назначение детали:	R_{max} , мкм	T_1 , час	$t_{0,8}$, час
под прозрачное покрытие	80	5,41	3,89
под непрозрачное покрытие	200	8,93	6,42
для нелицевых поверхностей	500	12,45	8,95

Учитывая, что средняя наработка до отказа достигается с вероятностью около 0,5, можно предположить, что примерно половина всех изготовленных за это время деталей будет иметь шероховатость выше предельного значения, то есть потребуют доработки.

Для снижения процента брака необходимо использовать в качестве установленного периода стойкости инструмента не среднюю, а гамма-процентную наработку до отказа, например, 80-процентную:

$$t_{0,8} = T_1 - 0,841\sigma_t, \quad (8)$$

где σ_t – среднее квадратическое отклонение наработки до отказа.

Принимая нормальное распределение наработки до отказа, а также, что весь диапазон значений наработки до отказа равен удвоенному среднему значению, и что верна гипотеза «трех сигм», получим значения 80-процентной наработки до отказа для деталей различного назначения, приведенные в таблице 3. Как видно, в диапазон рекомендуемых в справочниках [1,2] периодов стойкости инструмента попадает только обработка деталей, не предназначенных для лицевых поверхностей.

Заключение

1. Нарботка до отказа технологической системы фрезерования древесины по параметру продукции «шероховатость поверхности» зависит как от износостойкости материала лезвий инструмента, так и от режимов резания: толщины срезаемого слоя и скорости резания, а также от требований к качеству обработки.

2. Существующие рекомендации по периоду стойкости инструмента значительно завышены и удовлетворяют только обработке деталей, не предназначенных для лицевых поверхностей.

3. Период стойкости инструмента должен назначаться с учетом всех существенных факторов процесса обработки и требований к качеству поверхности деталей.

Библиографический список

1. Справочное пособие по деревообработке / Кислый В.В., Щеглов П.П., Братенков Ю.И. и др. – Екатеринбург: БРИЗ, 1995.- 558 с.

2. Справочник по дереворежущему инструменту/ Глебов И.Т., Неустроев Д.В. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2000. – 253 с.

3. Мелешко, А.В. Влияние шероховатости поверхности изделий из хвойной древесины на блеск лакокрасочных покрытий / А.В. Мелешко, С.С. Романова / http://science-bsea.bgita.ru/2007/leskomp_2007/meleshko_vl.htm .

4. ГОСТ 7016-82 Изделия из древесины и древесных материалов. Параметры шероховатости поверхности. - М.: Изд-во стандартов, 1983. - 5с.

5. ГОСТ 8242-88 Детали профильные из древесины и древесных материалов для строительства. Технические условия. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. - 9 с.

6. Кряжев, Н.А. Цилиндрическое и коническое фрезерование древесины. - М.: Гослесбумиздат, 1963. - 184 с.

7. Рогожникова И.Т. Исследование зависимости шероховатости обработанной поверхности от затупления инструмента при продольном цилиндрическом фрезеровании древесины./ И.Т. Рогожникова, В.Г. Новоселов, А.Р.Абдулов //Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: Труды VI международного евразийского симпозиума. – Екатеринбург: Урал.гос.лесотехн.ун-т., 2011. - С. 160-162.

УДК 674.055: 539.23621

Чаевский В.В., Гришкевич А.А., Жилинский В.В. (БГТУ, г. Минск, РБ),
Кулешов А.К. (БГУ, г. Минск, РБ) doctorv_v_ch@mail.ru

КОМБИНИРОВАННАЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ И ИОННО-ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА ЛЕЗВИЙ НОЖЕЙ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

ZrN-покрытия на лезвиях стальных ножей фрез увеличивают их период стойкости

до 50% при резании ДСтП. Значение микротвердости Fe-Ni-Co-покрытий в 2 раза больше стальной основы. Виды износа кромок лезвия ножей – тепловой и абразивный.

Эффективность работы современного оборудования на деревообрабатывающих производствах существенно зависит от стойкости и надежности режущего инструмента. В связи с этим инструмент должен обладать высокими эксплуатационными характеристиками и в полной мере обеспечивать возрастающие требования к точности и качеству обработки в условиях высокопроизводительного резания. Уровень показателей стойкости и надежности режущего инструмента определяется, в первую очередь, характеристиками физико-механических свойств инструментального материала. При резании композиционных материалов на древесной основе действие входящих в их состав абразивосодержащих минеральных частиц или частиц затвердевшего полимера, имеющих твердость, соизмеримую с твердостью инструментального материала, приводит к возрастанию сил трения на задней поверхности резца и к более интенсивному абразивному износу контактных поверхностей инструмента [1]. Так, при резании древесностружечных плит (ДСтП) фрезерным инструментом с твердосплавными (на основе WC) ножами формирующиеся химически активные продукты распада (формальдегид, восковые и клеевые наполнители) взаимодействуют с кобальтом, инициируя процесс вырывания зерен карбида вольфрама WC из материала лезвия. В результате лезвие ножа быстро теряет свою остроту и режущую способность. При резании ДСтП хвостовыми фрезами со стальными ножами высокие температуры, возникающие в поверхностных слоях лезвия ножей (700–800°C), приводят к уменьшению прочности металла, которое способствует размягчению и размазыванию тонких поверхностных слоев лезвия из стали [2]. Необходимо также учесть, что в Республике Беларусь для механической обработки древесных материалов используется только инструмент с импортными твердосплавными ножами. Поэтому решение задач, направленных на увеличение периода стойкости применяемого дереворежущего инструмента и разработку новых материалов с высоким периодом стойкости, является актуальным, технически и экономически обоснованным.

Среди наиболее эффективных способов обработки поверхности лезвий ножей дереворежущих инструментов является метод конденсации вещества (например, тугоплавких металлов Ti, Mo, Cr, Zr и др.) из плазменной фазы в вакууме с ионной бомбардировкой поверхности (КИБ), существенно увеличивающий эксплуатационные свойства резцов [3]. Кроме того, в настоящее время в машиностроении широко используются гальванические железные покрытия и покрытия сплавами железа [4]. Полученные из сульфатных электролитов сплавы железо-никель достаточно износостойки.

В связи с этим целью работы являлось получение электрохимических покрытий сплавом Fe-Ni-Co, Fe-Ni и методом КИБ ZrN-покрытий на поверхности двухлезвийных стальных (Ст20) ножей хвостовых фрез и исследование периода стойкости модифицированного инструмента, износа обработанных лезвий ножей при резании ламинированных ДСтП с учетом фазового, элементного состава и микротвердости сформированных слоев.

ZrN-покрытия осаждались на установке ВУ-1Б «Булат» на кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов (ДОСИИ) БГТУ в два этапа. Проводилась предварительная обработка ионами циркония в вакууме 10^{-3} Па при потенциале подложки -1 кВ с последующим нанесением покрытий при токе горения дуги катода 100 А и опорном напряжении 100 В в атмосфере азота при давлении 10^{-1} Па. Температура при осаждении соответствовала 400–450°C. Толщина полученных покрытий не превышала 1,5 мкм.

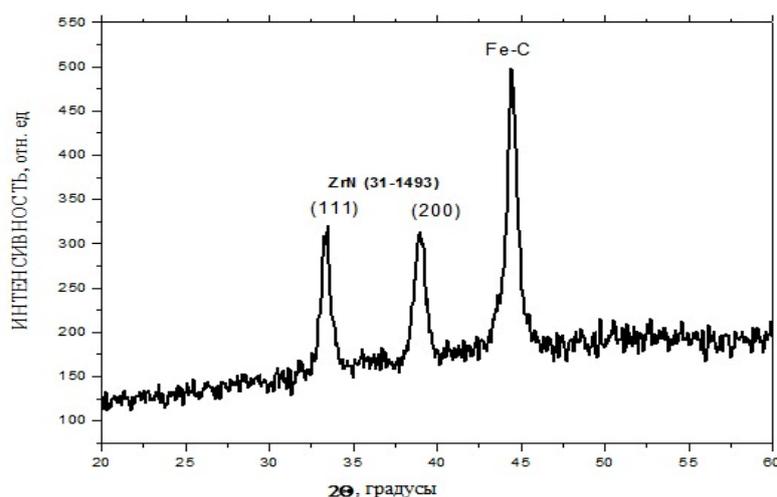
Гальванические покрытия сплавом Fe-Ni-Co, Fe-Ni наносили на подготовленную стальную поверхность из сернокислого электролита при токах 0,4–0,8 А и температуре 40–50° С. Толщина покрытий не превышала 10 мкм.

Для определения элементного состава сформированных слоев, видов износа обработанных лезвий ножей и их периода стойкости при резании ламинированных ДСтП были проведены с помощью методов рентгеноспектрального микроанализа (РСМА), растровой и сканирующей электронной микроскопии (РЭМ и СЭМ) на сканирующем электронном микроскопе LEO-1455 VP фрактографические исследования морфологии режущей кромки лезвия ножа после лабораторных испытаний.

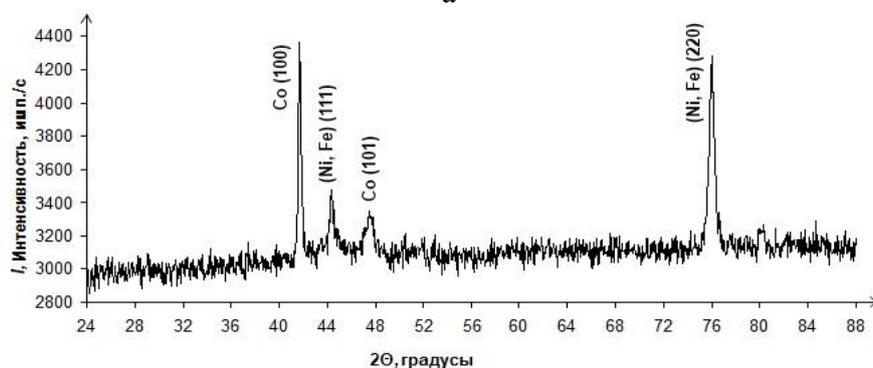
Фазовый состав полученных покрытий исследовался методом рентгеноструктурного анализа (РСА) при помощи дифрактометра Ultima IV (Rigaku, Япония) в $\text{Cu-K}\alpha$ излучении. Микротвердость испытуемых покрытий определялась при помощи микротвердомера ПМТ-3 по методу Виккерса при нагрузке 50 г.

Лабораторные испытания на период стойкости лезвий ножей сборной фрезы диаметром 21 мм при резании ламинированных ДСтП толщиной 25 мм проводили на обрабатывающем центре ROVER-B4.35 (Италия) на кафедре ДОСиИ при следующих режимах: число ножей на фрезе – 2; частота вращения фрезы – 15000 мин^{-1} ; припуск – 1,0 мм/проход; длина резания – 1200 м. п. Критерием потери режущей способности резца являлось появление сколов отделки плиты.

Установлено, что при КИБ осаждении циркония в среде азота на лезвие ножа образуется однофазное покрытие, состоящее из фазы нитрида циркония, имеющее ГЦК структуру типа NaCl (рисунок 1а), что соответствует данным [5].



а



б

Рисунок 1 – Рентгенограмма ZrN- (а) и сплавом Fe-Ni-Co (б) покрытий

Гальванические покрытия сплавом Fe-Ni-Co являются двухфазными. Образуется твердый раствор (Ni, Fe), имеющий ГЦК структуру, и отдельная фаза кобальта с гексагональной решеткой (рисунок 1б).

Среднее значение микротвердости ZrN-покрытия на стальной основе составило 32 ГПа, а Fe-Ni-Co-покрытия – 45 ГПа, что практически в 2 раза превышает величину микротвердости подложки (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты измерения микротвердости образцов

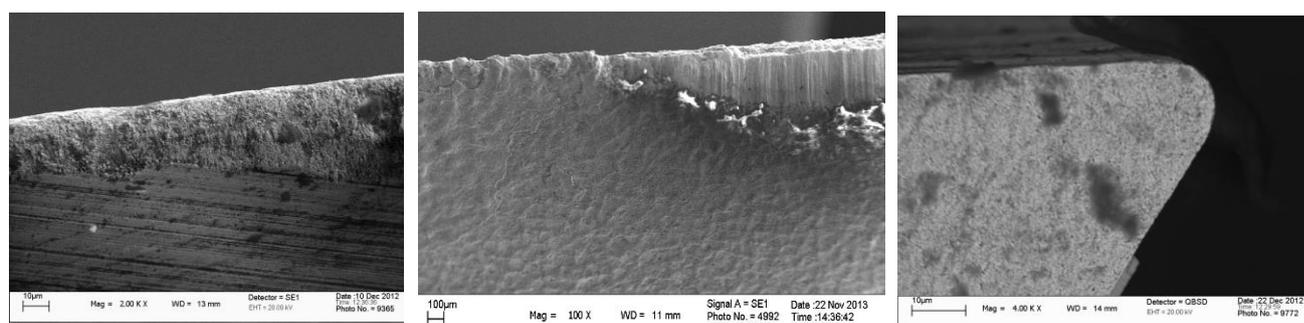
№ п/п	Покрытие	Микротвердость, ГПа	Подложка
1	Fe-Ni-Co	54 ± 5	Сталь Ст20
2	Fe-Ni-Co	35 ± 4	Сталь Ст20
3	Fe-Ni	40 ± 4	Сталь Ст20
4	ZrN	32 ± 2	Сталь Ст20
5	–	25 ± 3	Сталь Ст20

Результаты снятого РСМА (таблица 2) подтверждают состав гальванического покрытия сплавом Fe-Ni и ножа из стали Ст20.

Таблица 2 – Данные РСМА изношенного лезвия ножа с Fe-Ni покрытием

Элемент	Концентрация, ат.%
C	33,3 ± 6,1
Fe	64,8 ± 9,6
Ni	1,9 ± 0,6

РЭМ-снимок изношенной кромки лезвия ножа без покрытия (рисунок 2а) подтверждают литературные данные о тепловом износе режущих поверхностей металла инструмента при их трении о древесину [2]. Наличие гальванического Fe-Ni- и ионно-плазменного ZrN-покрытия на лезвии ножа приводит к истиранию покрытия в процессе износа, хотя степень износа лезвия ножей с ZrN-покрытием (рисунок 2в) значительно меньше, чем в случае лезвия ножей с Fe-Ni- покрытием (рисунок 2б).



а

б

в

Рисунок 2 – РЭМ-снимок кромки лезвия ножа без покрытия (а), с Fe-Ni-покрытием (б) и износа лезвия с ZrN-покрытием (в) после резания ДСтП

Проведенные на ОАО «Минскдрев» (г. Минск) производственные испытания фрезерного инструмента с ZrN-покрытиями лезвий ножей показали увеличение его периода стойкости до 50% по сравнению с инструментом без покрытий.

Несмотря на то, что микротвердость гальванических покрытий сплавом Fe-Ni-Co больше, чем ZrN-покрытий, лезвия ножей, обработанные методом КИБ, являются значительно более износостойкими, чем при гальванической обработке. Полученный результат можно объяснить тем, что нитридные покрытия, подобные ZrN, обладают высокой термической и окислительной стойкостью [6], что позволяет до разрушения покрытия значительно уменьшать воздействие этих процессов на износ лезвия ножа.

Выводы

1 Наличие осажденных методом КИБ ионно-плазменных ZrN-покрытий на стальных двухлезвийных ножах хвостовых фрез обеспечивает при резании ламинированных ДСтП повышение периода стойкости режущего инструмента до 50% по сравнению с инструментом без покрытия.

2 Величина износа лезвия ножей с ZrN-покрытием значительно меньше, чем в случае лезвия ножей с Fe-Ni-покрытием. Наблюдается тепловой вид износа необработанного лезвия стальных ножей и абразивный – при гальванической или КИБ обработке.

3 Среднее значение микротвердости гальванического покрытия сплавом Fe-Ni-Co практически в 2 раза превышает величину микротвердости стальной подложки.

Библиографический список

1. Абраумов В.В., Котенко В.Д. Анализ явлений на контактных поверхностях режущего клина при резании плитных древесных композиционных материалов на минеральных вяжущих // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. М., 2006. № 6 (48). С. 138–141.
2. Ульянов А.А. Оптимизация свойств поверхностных слоев инструментальных сталей для повышения износостойкости дереворежущих инструментов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.01. Брянск, 2001. – 151 с.
3. Эффективность применения TiN-, ZrN-, Ti-Zr-N- и Ti- покрытий на твердосплавных резцах при обработке ламинированных древесностружечных плит концевыми фрезами / А.А. Гришкевич [и др.] // Труды БГТУ. Сер. VI, Физ.-мат. науки и информатика. Минск, 2008. Вып. XVI. С. 52–54.
4. Функциональные покрытия на основе сплавов железа / С.С. Попова [и др.] // Гальванотехника и обработка поверхности. М., 2001. Т. 9, № 1. С. 34–39.
5. Investigations on non-stoichiometric zirconium nitrides / Н.М. Benia [at al] // Applied Surface Science. 2002., № 200. P. 231–238.
6. Особенности износа упрочненных методом КИБ лезвий ножей дереворежущего фрезерного инструмента при обработке ДСтП / А.А. Гришкевич [и др.] // Сборник материалов VII Междунар. науч.техн. конф. «Современные методы и технологии создания и обработки материалов» 19–21 сентября 2012г., Минск. Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2012. Кн. 2. С. 297–303.

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИИ В ПЕРЕРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.8:661.174

Балакин В.М., Галлямов А.А., Смольников М. И., Абдуллина К. Д.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) artik639@e1.ru

АНТИПИРЕНЫ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИУРЕТАНОВ ДИ- И ПОЛИАМИНАМИ

Таким образом, на основе продуктов деструкции полиуретана NDI 3937 алифатическими аминами получены высокоэффективные азот-фосфор-содержащие огнезащитные составы для древесины.

Среди большого числа полимерных материалов, используемых в промышленности и быту, особое место занимают полиуретаны (ПУ). Это определяется весьма ценным комплексом их свойств [1].

Мировое потребление полиуретанов в 2013 г. составило 19 млн. т., а объём российского рынка оценивается 180 тысяч тонн [2]. Высокие темпы производства и потребления ПУ приводят к неизбежно образующимся производственным отходам и изделиям вышедших из эксплуатации, что влечёт за собой экологические и экономические проблемы. Поэтому на сегодняшний день разработка методов и технологий утилизации полиуретановых отходов является актуальной задачей.

Основными методами вторичной переработки ПУ на настоящий момент являются: механическое измельчение с последующим использованием полученной крошки в качестве наполнителя в составе различных композиционных материалов. Среди существующих методов переработки полиуретановых отходов, наиболее целесообразной является химическая деструкция [3].

Целью данной работы является получение и изучение свойств азотфосфорсодержащих антипиренов для древесины на основе продуктов деструкции полиуретанов алифатическими ди- и полиаминами.

В качестве агентов деструкции применялись следующие алифатические амины: этилендиамин (ЭДА), диэтилентриамин (ДЭТА), полиэтиленполиамин (ПЭПА).

В работе применялись отходы производства полиуретановых изделий марки NDI 3937 на основе 1,5 –нафтилендиизоцианата, сложного полиэфира адипиновой кислоты и гликолей, отвердитель - 1,4-бутандиол.

Реакцию аминолиза проводили в трехгорлой колбе, снабженной перемешивающим устройством и обратным холодильником при температуре 160⁰С. Массовое соотношение ПУ:амин составляло от 1:1. Время реакции 3 часа. После охлаждения, продукты деструкции представляли собой пастообразные вещества, светло-желтого цвета.

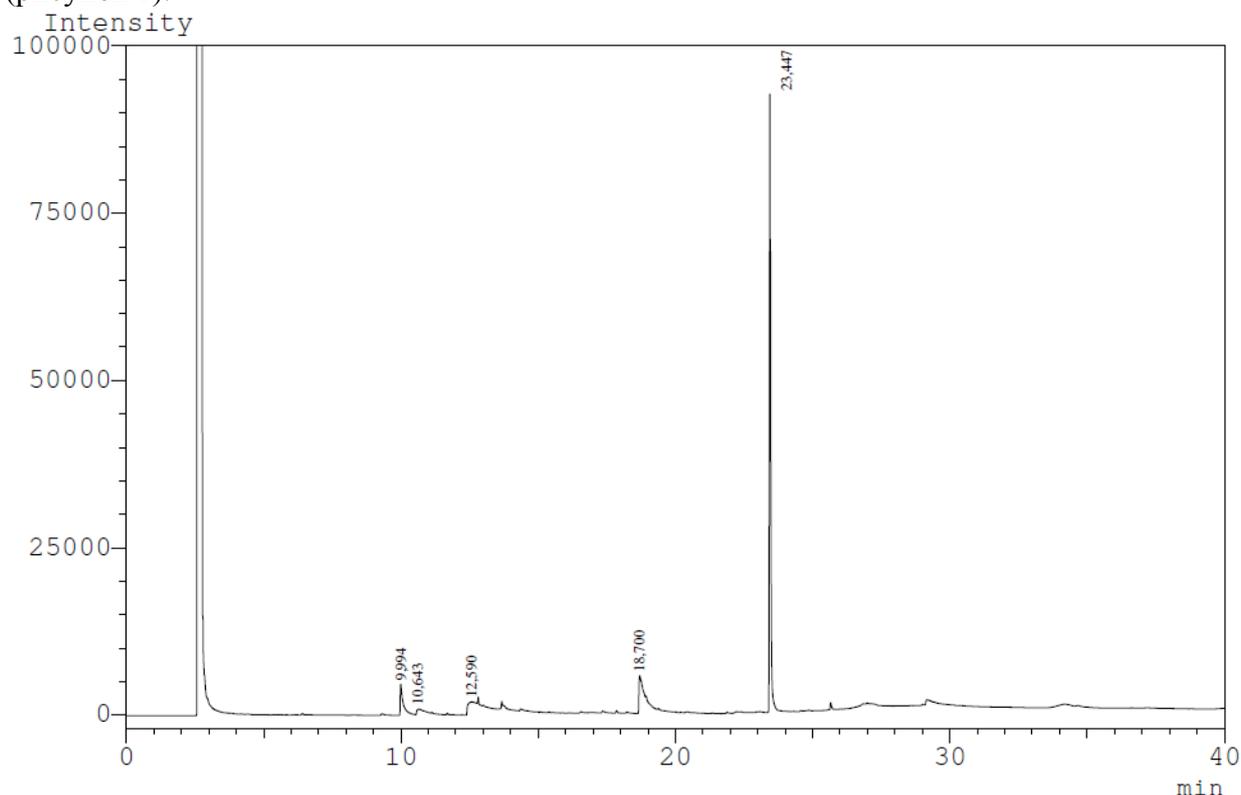
Продукты деструкции (реакционная смесь) ПУ NDI 3937 диэтилентриамином были проанализированы, в Институте органического синтеза им. И. Я. Постовского Уральского отделения Российской академии наук., методом газо-жидкостной хроматографии совмещенной с масс-спектрометрией на приборе Shimadzu GC-2010, Япония, с пламенно-ионизационным детектором (ГХ-ПИД), кварцевой капиллярной колонкой ZB-

5, длиной 30 м, диаметром 0,25 мм, толщина пленки 0,25 мкм (полиметилсилоксан 5 % фенильных групп). Начальная температура колонки 40 °С (выдержка 3 мин), далее нагрев со скоростью 10 °С/мин, конечная температура колонки 280°С (выдержка 2 мин). Температура испарителя 250 °С, детектора 300 °С. Газ-носитель - азот, деление потока 1:30, расход через колонку 1.0 мл/мин. Вводили 1.0 мкл.

Для идентификации использовался газовый хромато-масс-спектрометр Trace GC Ultra DSQ II, фирмы Thermo Scientific, США, с кварцевой капиллярной колонкой Thermo TR-5ms (полидиметилсилоксан, 5% фенильных групп) длиной 30 м, диаметром 0.25 мм, толщина пленки 0.25 мкм. Начальная температура колонки 40 °С (выдержка 3 мин), далее нагрев со скоростью 10°С/мин, конечная температура колонки 280 °С. Температура испарителя 250 °С, переходной камеры 200 °С, масс-спектрометрического источника 200 °С . Газ-носитель - гелий, деление потока 1:50, расход через колонку 1.0 мл/мин. Ввод 1.0 мкл.

Для анализа готовили растворы образцов в метаноле с концентрацией 10-15 мг/мл.

Идентификацию проводили с использованием базы масс-спектров NIST05, Wiley. (рисунок 1).



Peak#	Ret.Time	Area	Height	Площадь%	Конс.
1	9,994	30868	4607	6,8842	6,884
2	10,643	10913	765	2,4338	2,434
3	12,590	61344	1780	13,6808	13,681
4	18,700	79902	5580	17,8195	17,819
5	23,447	265369	91841	59,1817	59,182
Сумма		448396	104573	100,0000	100,000

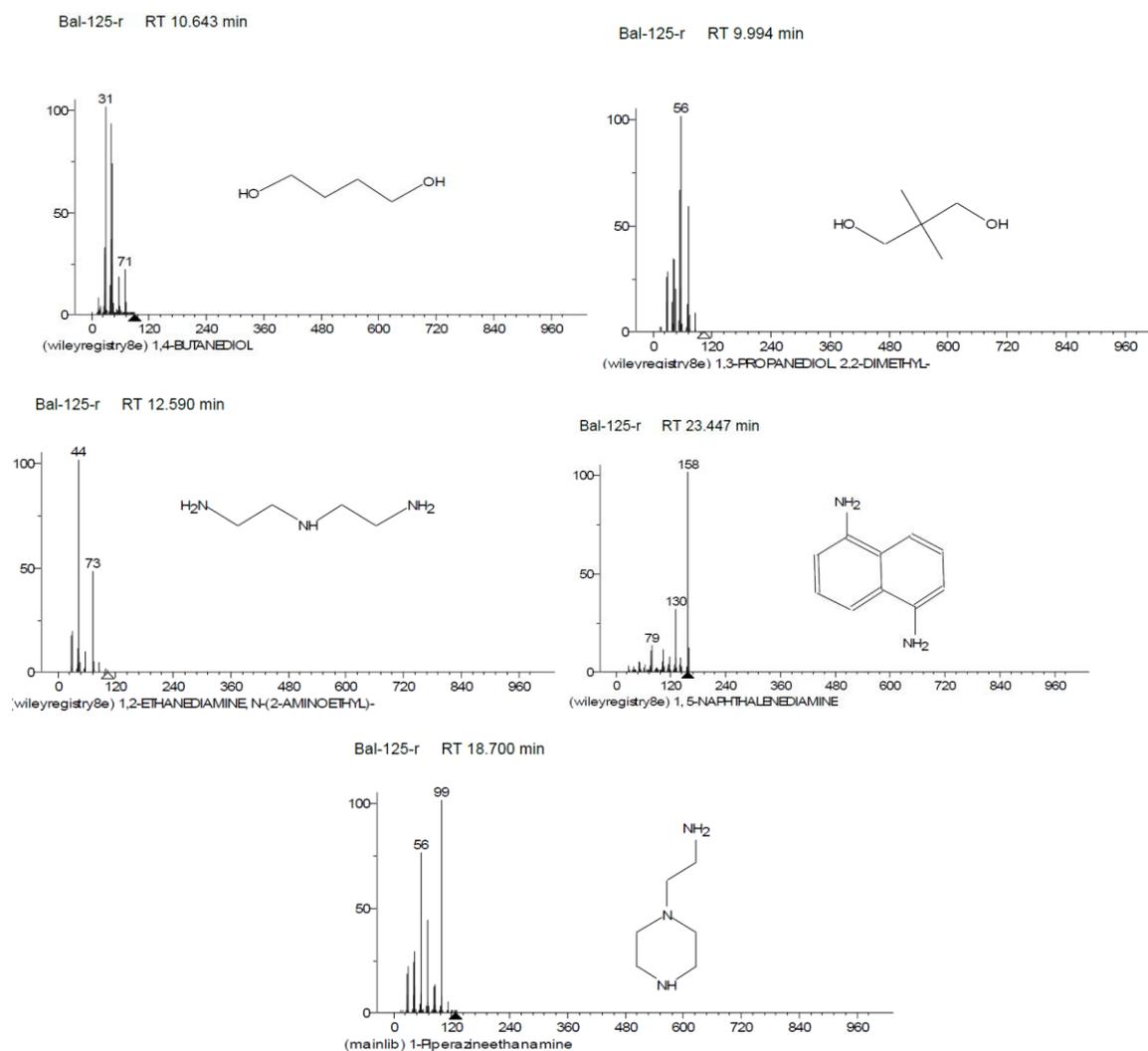


Рисунок 1. Данные газо-жидкостной хроматографии совмещенной с масс-спектрометрией продукта деструкции ПУ NDI 3937 ДЭТА

По данным газо-жидкостной хроматографии совмещенной с масс-спектрометрией деструкцией ПУ NDI с образованием: 2,2-диметил-1,3-пропандиола, 1,4-бутандиола, аминоэтилпиперазина, 1,5 – нафтилендиамин, диэтилентриамин, непролиагировавшего в ходе реакции.

Осаждением водой из реакционной массы продуктов деструкции ПУ NDI 3937 был выделен хлопьевидный осадок. После промывки дистиллированной водой, осадок был проанализирован методом ИК-спектроскопии (рисунок 2).

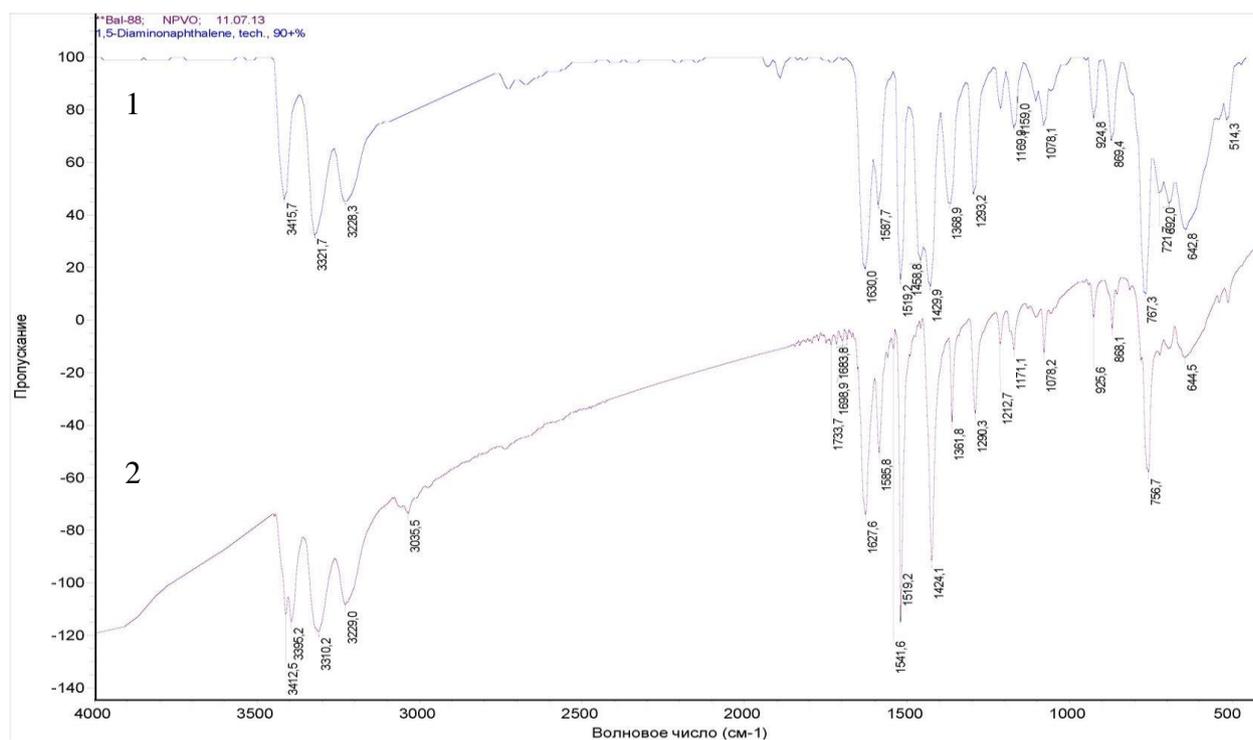


Рисунок 2 – ИК-спектры 1,5–нафтилендианилина (1) и осадка выделенного из продукта аминолитза (2)

ИК-спектр осадка выделенного из продукта аминолитза ПУ NDI 3937 идентичен ИК-спектру 1,5– нафтилендианилина [4,5,6].

Таким образом, на основании данных ИК-спектроскопии, газо-жидкостной хроматографии можно предположить, что реакция деструкции идет в две стадии. На первой стадии деструкция ПУ NDI 3937 ДЭТА протекает по механизму аминолитза, с образованием мочевиных производных на основе 1,5–нафтилендиизоцианата и ДЭТА, и гликоля [7,8,9]. На второй стадии реакция протекает по механизму гидролиз мочевиных производных, под действием воды выделяющейся в результате циклизации этиленгликоля с диэтилентриамином, приводящей к образованию аминоэтилпиперазина. В результате гидролиз образуется - 1,5–нафтилендианин, углекислый газ и ДЭТА [10,11,12]. Химизм процесса деструкции ПУ NDI 3937 ДЭТА представлен на рисунке 3.

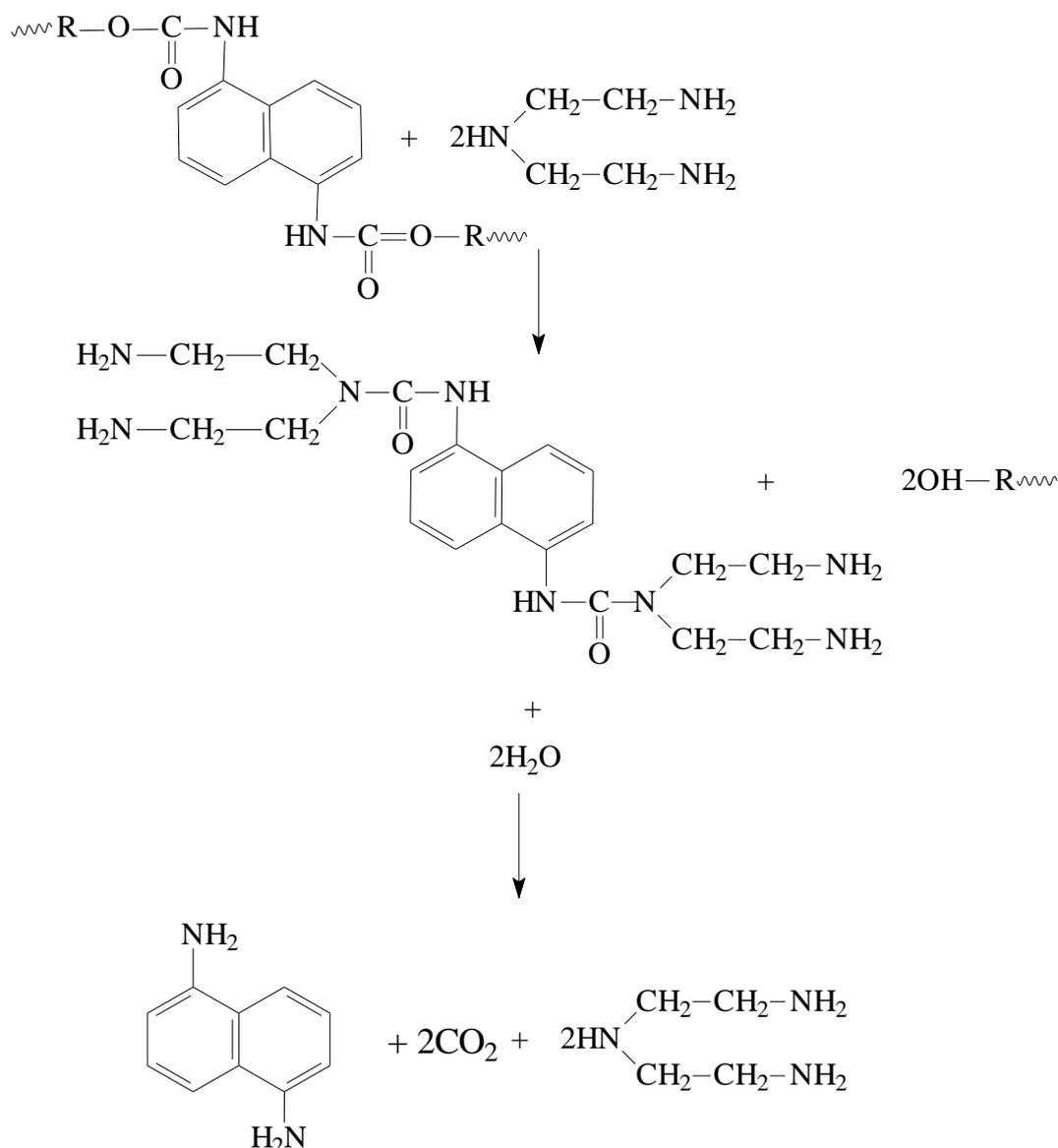


Рисунок 3. химизм процесса деструкции ПУ NDI 3937 ДЭТА

Продукты аминлиза использовались в качестве аminosоставляющего компонента в реакции фосфорилирования - реакция Кабачника – Филдса, с получением производных α -метиленфосфоновых кислот. Нейтрализацией α -метиленфосфоновых кислот водным раствором аммиака были получены огнезащитные составы (ОЗС) для древесины [13].

ОЗС представляли собой прозрачные жидкости темно-красного цвета.

Оценка огнезащитных свойств составов была определена на образцах сосны с размерами $150*60*30$. Установка для огневых испытаний типа ОТМ представлена на рисунке 4.

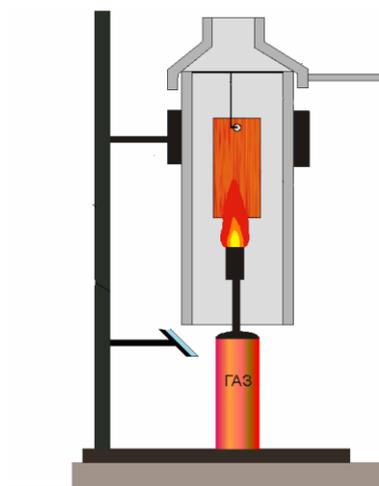


Рисунок 4. Установка для огневых испытаний типа ОТМ

На основе данных были получены зависимости потери массы образцов древесины от расхода ОЗС (рисунок 5).

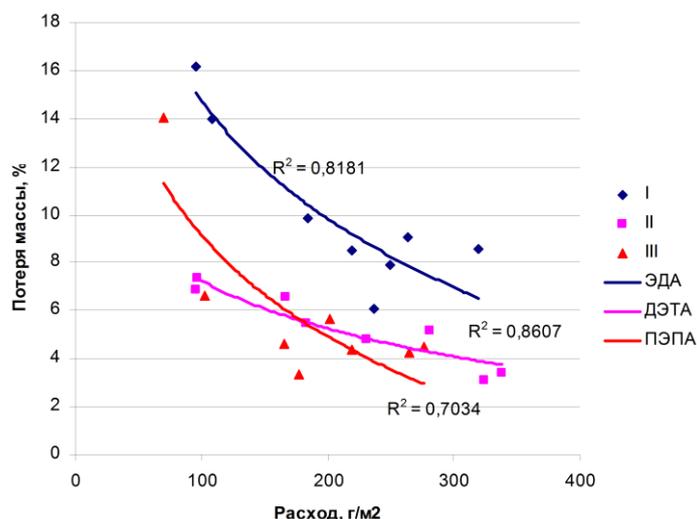


Рисунок 5 - Зависимость потери массы древесины от расхода ОЗС (I–III)

Таким образом, на основе продуктов деструкции ПУ NDI 3937 алифатическими аминами получены высокоэффективные азотфосфорсодержащие огнезащитные составы для древесины. При расходе от 200 г/м², потеря массы древесины менее 10 %.

Список литературы.

1. Слипатов Ю.С., Керча Ю.Ю., Сергеева Л.М. Структура и свойства полиуретанов. Киев, академия наук украинской ССР, 1970 – 279с.
2. Седьмая международная конференция «Полиуретаны 2014» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.creonenergy.ru/consulting/detailConf.php? ID=109742>
3. Балакин В.М. Химические методы утилизации полиуретанов (обзор) /В.М. Балакин, Д.Ш. Гарифуллин // Пластические массы – 2011. - № 10 – с. 50-56.
4. Купцов А. Х., Жижин Г. Н., Фурье-К, ИК-спектры полимеров. М. Физматлит. 2001, 581 с.

5. Тарасевич Б. Н., ИК-спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. М., МГУ имени М. В. Ломоносова, 2012 – 54 с..
6. Сильверстейн Р., Вебстерн Ф., Кимл Д., Спектрометрическая идентификация органических соединений. М, БИНОМ, лаборатория знаний, 2012 – 558с..
7. Kannay K. Decomposition of polyurethane foams by alkanolamines / K. Kanaya, S. Takahashi // Journal of Polymer Science. -1994. -V. 51- №4 – P. 675-682.
8. Xue S. Preparation of epoxy hardeners from waste rigid polyurethane foam and their application / S Xue, M. Omoto, T. Hidai, Y Imai // Journal of Polymer Science/ - 1995. – V. 56. -№2. –P. 127-134.
9. Mukaiyama T. On the thermal dissociation of organic compounds. XI. The effects of the substituents on the thermal dissociation of urethanes in amine solvent / T. Mukaiyama, M. Iwanami // J. Am. Chem. Soc. – 1957. –V. 79. -№1. – P. 73-76.
10. Zia K.M. Methods for polyurethane and polyurethane composites, recycling and recovery: A review / K.M. Zia, H.N. Bhatti, I.A. Bhatti // Reactive & Functional Polymers.- 2007.-V. 67.-№8.-P. 675-692.
11. Вторичная переработка пластмасс: Пер. с англ. под ред. Заикова Г.Е.-С.-П.: Профессия, 2006.-400 с.
12. Дис. Бакирова И.Н. Получение, свойства и применение продуктов химической деструкции сетчатых полиуретанов: дис. док. хим. наук: 02.00.06 : защищена и утверждена 2004 / Бакирова Индира Наильевна. Казань, 2004г – 311с.
13. Балакин В.М. Азотфосфорсодержащие огнезащитные составы на основе продуктов аминолиза полиуретанов /В.М. Балакин, Д.Ш. Гарифуллин, С.В. Ислентьев // М. Пожаровзрывобезопасность – 2011. – №8. с.13–15.

УДК 614.8: 662.63 + 001.2

Гамрекели М.Н., Пургина П.С.

(УГЛТУ, г, Екатеринбург, РФ), gamrekely@mail.ru

**ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И УСЛОВИЯ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ
АВТОНОМНЫХ МИНИ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ (ТЭС)
ДЛЯ ЛЕСНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

Выполнено сравнение показателей надежности и экологической безопасности оборудования для автономной мини теплоэлектростанций (ТЭС) на древесном топливе и сделан выбор оптимального варианта. Определены требования по организации безопасного обслуживания автономных мини ТЭС.

Основные топливные ресурсы сосредоточены на удаленных лесных территориях.

Проведение рубок ухода, очистка больших площадей от погибшего леса практически не осуществляется ввиду огромных затрат на осуществление этих мероприятий.

Экономическая целесообразность для выполнения этих работ может возникнуть в том случае, если низкосортную древесину использовать в качестве топлива на мобильных мини ТЭС, а производимую электроэнергию направлять в централизованные электрические сети.

Такой подход позволит помимо ожидаемого большого экономического эффекта за счет реализации дешевой электроэнергии одновременно восстанавливать лес, повышать его продуктивность.

1. Требование автономности, предъявляемые к источникам электроснабжения удаленных поселений на лесных территориях

Для автономных ТЭС, расположенных вдали от потребителей тепловой энергии, используемое теплоэнергетическое оборудование, применяемое оборудование при получении теплоносителя для привода электрогенератора должно удовлетворять следующим требованиям:

1. В качестве топлива должна применяться низкосортная древесина (в том числе ветви, кора, пни, корни) с влажностью до 100%.

2. Работа ТЭС должна отвечать всем требованиям экологической безопасности, причем, образующиеся отходы при производстве теплоносителя для генератора не должны усложнять работу основного оборудования и создавать проблем для их утилизации.

3. Привод электрогенератора должен обладать высокой надежностью и максимальным коэффициентом полезного действия по превращению тепловой энергии в электрическую.

4. Оборудование мини ТЭС должно быть выполнено в виде транспортируемых модулей с возможностью быстрого демонтажа и перемещения на новую территорию.

5. Оборудование должно производиться на отечественных предприятиях и отвечать самым высоким мировым требованиям.

С этих позиций был выполнен анализ отечественного оборудования с использованием низкосортной влажной древесины в качестве топлива.

2. Сравнение показателей надежности и экологической безопасности оборудования для мини ТЭС и выбор оптимального варианта

Автономные мини ТЭС, которые предназначены для утилизации низкосортной древесины при осуществлении рубок ухода на лесных массивах, на участках погибшего леса с передачей производимой электроэнергии в электрические сети, могут быть расположены на территориях, удаленных на несколько десятков и сотен километров от больших населенных пунктов.

Поэтому при выборе энергетического оборудования для автономных теплоэлектростанций следует руководствоваться, как требованиями максимального перевода энергии древесного топлива в электроэнергию, так и показателями надежности.

Существует несколько видов получения горючего газа методами газификации, которые используют пиролиз древесины. Их промышленная реализация представляет собой достаточно сложный дорогостоящий процесс с более сложной технологией и применяемым оборудованием. Необходимо также для поддержания процесса пиролиза иметь дополнительный источник тепла, для чего сжигают часть генерируемого газа, что усложняет газогенерирующую установку и снижает термический КПД.

Кроме того, получаемый горючий газ содержит примеси и пиролизные смолы. Газ необходимо тщательно очищать при получении из него жидкого топлива или перед подачей в двигатель внутреннего сгорания (ДВС), который применяют в качестве привода электрогенератора.

Поэтому установки для получения пиролизного газа целесообразно применять с целью получения жидкого топлива или для привода ДВС.

Следует отметить также, что установки для получения пиролизного газа не соответствуют требованиям пунктов 1 и 2 требований автономности.

Применение низкосортной древесины приводит к увеличению образования смолистых отходов.

Поэтому для автономных ТЭС, расположенных на удаленных лесных территориях с тотальным использованием низкосортной древесины, этот фактор очень важен, поскольку отходы должны быть утилизированы экологически безопасным способом.

Наиболее целесообразно для автономных ТЭС применять простое сжигание с получением дымовых газов и древесной золы, которая является ценным удобрением и общепризнанным коммерческим продуктом

В таблице 1 приведена техническая характеристика отечественного теплогенерирующего оборудования с применением древесного топлива.

Таблица 1

Характеристика отечественного теплогенерирующего оборудования

Наименование, мощность установки и поставщик	Топливо	Состав установки	Технологические и конструктивные особенности процесса и установки
Газогенератор МГГ-1-500, поставщик ТЕХНОКОМПЛЕКС Тепловая мощность до 500 кВт	Отходы древесины, торф, птичий помёт. Влажность топлива до 45%	Газогенератор, шнековый питатель, бункер для сырья, охладитель, газодувка, воздуходувка, электрофильтр, скруббер, каплеуловитель, паросборник, отстойник, фильтр	Непрерывная подача сырья в аппарат. Автоматическое удаление золы через герметичный затвор. Утилизация тела за счет пароводяной рубашки
Дизель-генераторная установка (мини-ТЭС). «Дальневосточное агентство содействия инновациям» Мощность по заказу	Органические отходы	Газогенератор, охладитель газа, фильтр генераторного газа, дизель-генератор	Пиролиз, получение генераторного газа
Вихревые газогенераторы Поставщик ТЕРМОТЕХ Тепловая мощность 0,125 – 3,0 МВт	Чурки, стружка щепа, кора, опилки любой влажности	Газогенератор, бункер, система очистки	Выработки газа для дизеля мощностью 200 кВт. Температура процесса 1000-1200 °С. К.П.Д. газогенератора 0,9-0,95.
Газогенераторный реактор-ООО "Русский реактор" Мощность электрогенератора 22 – 60 кВт	Отходы древесины. Влажность до 50%	Измельчитель и сушилка щепы, газодувка с осушителем газа, газогенератор.	Предварительная сушка сырья от 50% до 10...12% отходящими газами ДВС и при сжигании части получаемого генераторного газа.
Топка КСОМОД Поставщик «Промышленная группа СТЭК» Мощность по заказу.	Разносортица: крупные куски, стружка, щепа, кора, опилки. Влажность до 100%	Топка с острым дутьем воздуха и аккумуляцией тепловой энергии топлива подсушки топлива	Температура в зоне горения выше 850 °С.

Поставщиками импортного газогенераторного оборудования в России являются также следующие компании «Weishaupt» (Германия), «Kunshar+Sluter», «Ariterm Oy» (Финляндия), ТОО «Энерготехнология» (Россия, г. Санкт-Петербург).

Из перечисленных в табл.1 установок хорошо зарекомендовала топка ТКСОМОД благодаря своей всеядности, надежной работе, полноте сгорания высоковлажного топлива и широкому диапазону генерируемой тепловой мощности.

«Промышленная группа СТЭК» может поставить оборудование для ТЭС с электрической мощностью 2 МВт и тепловой мощностью 0,5 МВт, укомплектованной отечественными паровыми котлами КЕ-6,5-14-390 и паровой турбиной PARSONS, выпускаемой по лицензии на отечественных предприятиях.

Турбина имеет очень высокие технико-экономические показатели. Для автономной ТЭС особо важно отметить, что турбина имеет неограниченный срок службы, а для ее запуска не требуется источник электрической энергии.

Таким образом, в представленной комплектации оборудование соответствует пунктам 3 и 4 требований автономности ТЭС.

3. Организация заготовки древесины и подготовки древесного топлива

Бесперебойное снабжение ТЭС древесным топливом можно осуществлять двумя способами:

1. Поставкой древесины расположенными вблизи лесозаготовительными предприятиями.

2. Заготовкой древесины бригадой при ТЭС, которая занимается также подготовкой древесного топлива перед подачей в топку.

Для заготовки древесины и подготовки топливной щепы работниками ТЭС можно применить оборудование белорусских заводов:

– форвардер МЛ–131 или погрузочно-транспортную машину МПТ-461.1, самоходную передвижную барабанную рубильную машину НЕМ 561 R и автощеповоз МАЗ-543302-222 + САТ-105. Этот комплекс может обеспечить заготовку древесины и подготовку щепы в объеме до 30 тыс. м³ в год для автономной ТЭС с общей мощностью по электрической и тепловой энергии 2,5 МВт.

Для организации заготовки древесины и подготовки топливной щепы для мини ТЭС разной мощности может быть использован и другие наборы машин [1].

4. Требования по безопасному обслуживанию автономных мини ТЭС

В основу мер безопасной эксплуатации мини ТЭС положены нормативные требования [2], которые предусматривают использование комплекса организационных и профилактических мер, включая:

– приобретение обслуживающим персоналом профессиональных знаний и навыков;
– соблюдение мер безопасности при выполнении грузоподъемных работ, штабелировании древесины и рубке щепы;

– соблюдение регламента обслуживания системы водоснабжения и подготовки воды для паровых котлов;

– выполнение общих требований по соблюдению мер безопасности;

– выполнение требований пожарной безопасности при подготовке топлива, эксплуатации и обслуживании оборудования мини ТЭС.

Для автономной ТЭС необходимо соблюдать следующие условия обеспечения пожарной безопасности объекта:

1. Месторасположение ТЭС и рельеф местности должны в максимальной мере

снизить риск распространения лесных пожаров на ее территорию.

2. Между ТЭС и лесными массивом необходимо создать разрывы, в достаточной степени препятствующие переброске огня.

3. Заготовленную древесину следует хранить в штабелях на специальной площадке, а щепу готовить непосредственно перед подачей в топку.

Литература

1. Ледницкий А.В., Федоренчик А.С. Сравнительная экономическая эффективность способов подготовки топливной древесины для мини теплоэлектростанций в зависимости от их мощности и условий заготовки сырья // Сб. трудов VI международного евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века» – г. Екатеринбург: УГЛТУ, 2011.– С.24-29.

2. Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей. РД 34.03.201-97 (издание с дополнениями и изменениями по состоянию на 03.04.2000 г.). Правила введены в действие с 15.10.97– М. Изд-во НЦ ЭНАС, 2003.

УДК 676.2.053:628.5172

В.Н. Старжинский, А.В. Зинин, С.В. Совина
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) vns@usfeu.ru

К ВОПРОСУ ШУМООБРАЗОВАНИЯ ПРИ РАБОТЕ УЗЛА ПОПЕРЕЧНОГО ЛИНОВАНИЯ БУМАГИ В ТЕТРАДНЫХ АГРЕГАТАХ

Получены результаты, позволяющие на стадии проектирования линий по производству тетрадей проанализировать ожидаемые уровни звуковой мощности, которые будут создаваться линовальными секциями, и предусматривать соответствующие акустические мероприятия по снижению шума на рабочих местах.

На целлюлозно-бумажных предприятиях производство тетрадей является одним из наиболее шумных [1].

Уровни звука на рабочих местах превышают предельно допустимые уровни на 10-18 дБА.

Среди оборудования цехов по производству тетрадей наиболее шумными являются собственно линии по производству тетрадей. Самые высокие уровни звука зарегистрированы на рабочем месте оператора линовальной секции – 97...103 дБА. Фальцаппараты, узлы для подрезки тетрадей и лагенов создают на рабочих местах эквивалентный уровень 90 ... 94 дБА и уровень звуковых импульсов до 105 дБ.

В линовальной секции основными источниками шума являются [2]:

- узлы для поперечного линования бумаги,
- механизм поперечной резки бумаги,
- колебания бумажного полотна,
- привод,
- вентилятор для отсоса кромок бумажного полотна.

Наиболее шумными являются узлы для поперечного линования бумаги. Уровень звука этих узлов колеблется от 90 дБА для тихоходных агрегатов до 100 дБА для быстроходных.

Шум механизма поперечной резки бумаги достигает 95 дБА. Основным источником шума являются колебания бумажного полотна в момент реза.

Шум, обусловленный колебаниями бумажного полотна в бумагопроводящей системе, как правило, незначителен.

Шум привода, особенно зубчатых передач, достигает уровня в пределах 90...96 дБА.

Вентилятор для отсоса кромок бумажного полотна может создать уровень звука на рабочем месте до 95 дБА.

Таким образом, при разработке мероприятий по снижению шума в цехах по производству тетрадей, в первую очередь, необходимо решить вопросы по улучшению шумовой обстановки в зоне линовального узла. С этой целью необходимо проанализировать механизм шумообразования при его работе.

Основываясь на экспериментальных данных, можно выделить два наиболее вероятных механизма шумообразования:

- I. Аэродинамический, вызванный тем, что в процессе контакта перьев рифленого линовального валика в бумаговедущем барабане в замыкаемых объемах между двумя смежными перьями из-за деформации последних и из-за захлопывания объема создается избыточное давление, которое после открытия этого объема при дальнейшем вращении валика излучается в виде звука;
- II. Механический, вызванный тем, что перья линовального валика после выхода из контакта с бумаговедущим барабаном вибрируют и тем самым создают звук.

Рассмотрим аэродинамический источник, поскольку он является преобладающим. Поставим задачей дать теоретическое обоснование и оценку происходящих процессов.

Прежде чем перейти к математическому обоснованию, необходимо рассмотреть физическую картину происходящих процессов и выбрать физическую модель излучателя, заменяющую реальный источник шума.

Так при линовании бумаги излучателем шума является узкая полоска на линовальном валике, поэтому удобно воспользоваться результатом Л.Ф. Лепендина [3].

Звуковая мощность излучателя полосой на цилиндре будет:

$$P_i = \frac{4\rho c v_i^2}{\pi^2 f_i^2} \left(\frac{2\alpha_0^2}{C_0^2(kl)} + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\sin^2 m\alpha_0^2}{m^2 C_m(kl)} \right) \quad (1)$$

где ρ – плотность среды;
 c – скорость звука в среде;
 v_i – амплитуда колебательной скорости;
 f_i – частота;

$2\alpha_0^2$ – угловая ширина пульсирующего участка;

C_m – цилиндрические формулы Ханкеля.

Используя приближенные значения для C_m , можно записать:

$$P_i = \frac{pf_i s^2 v_i^2}{8} \quad (2)$$

Общая мощность P аэродинамического шума равна сумме составляющих в рассчитываемом диапазоне частот:

$$P = \sum_{i=1}^n P_i \quad (3)$$

Таким образом, задача состоит в определении спектра амплитуд объемной скорости. Для этого рассмотрим два бесконечно близких положения линовального валика (рис.1) при переходе валика из одного положения в другое путем поворота на $d\alpha$, замкнутый объем уменьшится на

$$dQ = \theta G l d\alpha \quad (4)$$

где $\theta = \text{Cosarcsin} \frac{R(r_1 - k)}{2r_1 \sqrt{h^2 + k^2}}$

$$G = r_2 - \text{Cosec}\alpha \left(\frac{a}{1 + tg^2 \alpha} + \sqrt{\frac{a^2}{(1 + tg^2 \alpha)^2} - \frac{a^2 - r^2}{1 + tg^2 \alpha}} \right)$$

R – шаг линования;

K – высота перьев;

r_1 – радиус бумаговедущего барабана;

r_2 – радиус линовального валика;

a – расстояние между центрами линовального валика и барабаном;

l – длина линовального валика.

Объемная скорость выражается:

$$V(\alpha) = \frac{dQ}{dt} = \omega \theta G l, \quad (5)$$

где ω – угловая частота.

Путем гармонического анализа можно представить функцию объемной скорости как сумму средней величины скорости и ряда периодических составляющих:

$$V_i = \frac{\omega z}{2\pi} \int_0^{\frac{2\pi}{\omega R}} V(\alpha) \text{Cosin}\omega z \alpha d\alpha, \quad (6)$$

где z – акустический импеданс.

В первом приближении можно считать:

$$V_i \approx \frac{2\omega^2 z^2 l \theta_a}{f_i^2} \quad (7)$$

Используя найденное значение для V_i , определяем гармонику звуковой мощности:

$$P_i = \frac{8\rho c \pi^2 r_2^2 \omega^2 z^2 l^4 \theta^2 a^2}{f_i^3} \quad (8)$$

Далее, получим звуковую мощность, приходящуюся на полосу частот шириной в 1 Гц (средняя спектральная плотность):

$$P_1 = \frac{P_i}{\omega z} = \frac{8\rho c \pi^2 r_2^2 \omega z l^4 \theta^2 a^2}{f_i^3} \quad (9)$$

Подобные преобразования справедливы для частот $f > \omega z$. Звуковая мощность в октавной полосе определится интегралом:

$$P = \int_{\frac{f}{\sqrt{2}}}^{\sqrt{2}f} P_1(f_i) df_i = \frac{12\rho c \pi^2 r_2^2 \omega z l^4 \theta^2 a^2}{f^2}, \quad \text{Вт}$$

Переходя к уровню звуковой мощности, будем иметь:

$$L_p = 10 \lg \frac{P}{P_0} = 167 + 10 \lg \omega z + 20 \lg r_2 l^2 \theta a - 20 \lg f, \text{ дБ} \quad (11)$$

где $P_0 = 10^{-12}$ Вт – пороговая звуковая мощность.

Как видно из рис. 2, предложенная модель дает хорошее совпадение теоретических результатов и экспериментальных данных. Таким образом, можно сделать вывод, что звуковая мощность узла для поперечного линования бумаги возрастает с увеличением скорости вращения, размеров линовального валика и барабана, а также убывает с возрастанием частоты звука (6 дБ на октаву).

Полученные результаты позволяют на стадии проектирования линий по производству тетрадей проанализировать ожидаемые уровни звуковой мощности, которые будут создаваться линовальными секциями, и предусматривать соответствующие акустические мероприятия по снижению шума на рабочих местах.

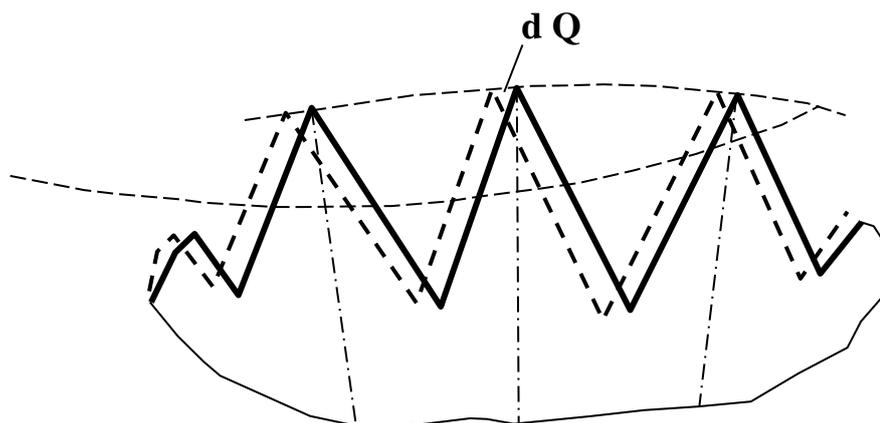


Рис. 1. Зона взаимодействия линовального валика и линовального барабана

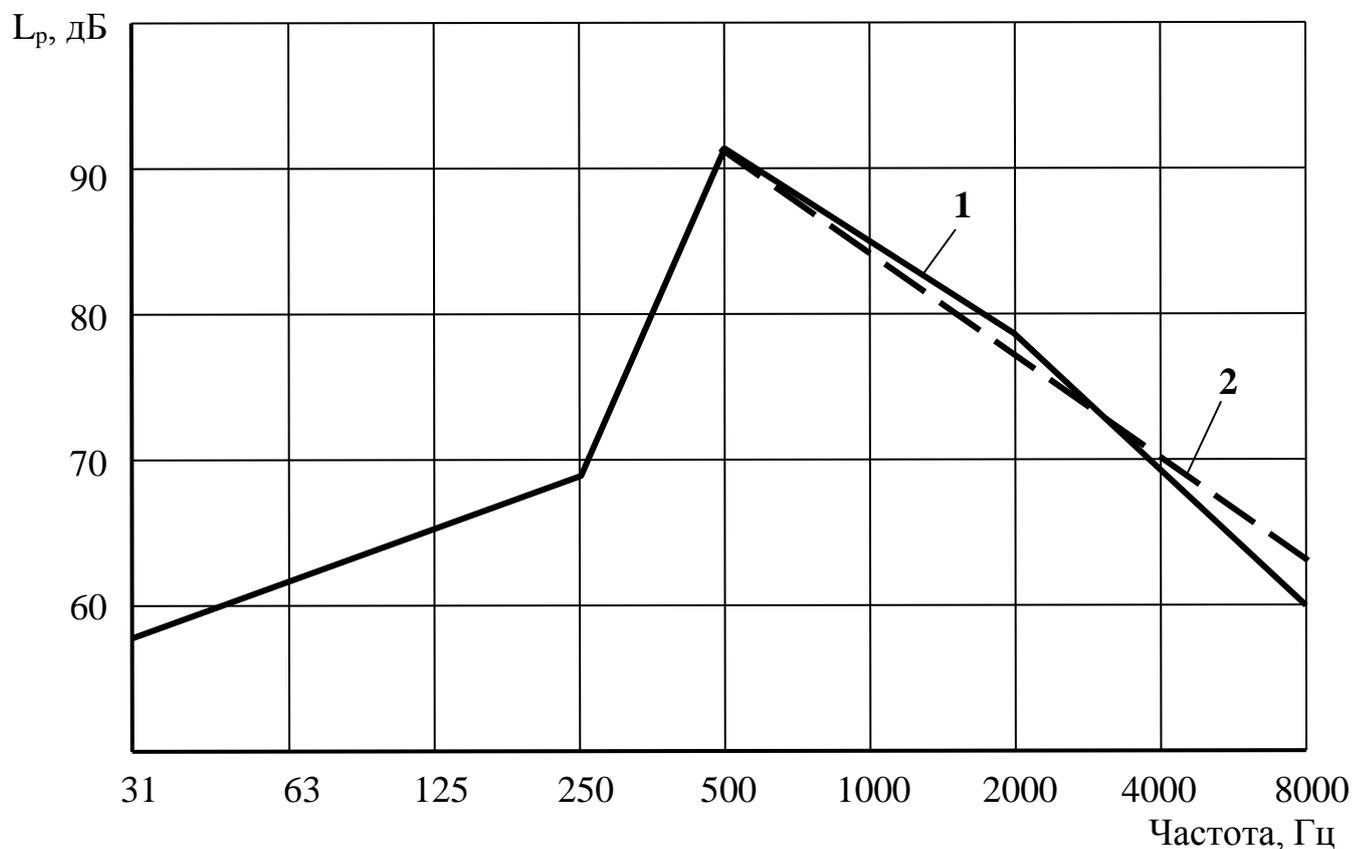


Рис. 2. Экспериментальные данные – 1 и теоретические результаты – 2 для скорости линования 250 м/мин.

Библиографический список

1. Старжинский В.Н., Полбицин С.Н. Шумовой режим и основные источники шума в цехах по производству тетрадей. – Свердловск: Уральский лесотехнический институт, 1983. – 5 с. – (Рук. Деп. в ВНИПИЭИлеспром. – 31043 лб – Д83).

2. Старжинский В.Н., Христоролюбов С.Н., Полбицин С.Н. экспериментальное исследование шумообразования узла для поперечного линования бумаги //Машины и аппараты целлюлозно-бумажного производства: Межвуз. Сб. науч. тр. – Л.: ЛТА, 1984. – с. 125 – 128.
3. Лепендин Л.Ф Акустика. – М.: Высшая школа, 1978. – 448 с.

УДК 676.2:628.517.2

Старжинский В.Н., Зинин А.В.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) vns@usfeu.ru

ВЛИЯНИЕ ВЫХЛОПНОЙ СИСТЕМЫ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ НА ЕЕ АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

Исследовано влияние конструкции выхлопных систем вакуум – насоса на его шумовые характеристики.

В производстве бумаги и картона значительная часть процесса обезвоживания полотна осуществляется под вакуумом.

Совокупность вакуумных линий (трубопроводов), вакуум – насосов и системы выхлопа (удаления воздуха) образуют вакуумную установку, являющуюся одним из основных источников низкочастотного шума в залах бумагоделательных машин.

Наибольшее распространение в ЦБП получили водокольцевые вакуум – насосы. Однако, данные по их шумоглушению могут быть применены для всех вакуумных установок, используемых в промышленности.

Воздушный шум, создаваемый работающими вакуумными системами, через каналы удаления воздуха распространяется в атмосферу и может создавать в зданиях и объектах с нормируемым уровнем звука, расположенных на территории предприятия, а также в жилых районах за ее пределами, уровни звука, превышающие допустимые.

Этот шум может также проникать в смежные с бумзалами помещения или в атмосферу через ограждающие конструкции.

При работе вакуумных систем создается интенсивный шум как на тракте всасывания, так и на выхлопе системы.

Интенсивность шума на выхлопе вакуумной системы определяется шумом вакуум – насосов, который носит низко – и среднечастотный характер. Шум всасывания по интенсивности слабее шума выхлопа вследствие «уноса» звуковой энергии воздушным потоком.

Вакуум – насосы, являющиеся основной частью вакуумной системы бумагоделательной машины, различаются по типу, производительности и шумовым характеристикам.

Способ и место установки вакуум – насосов, от которых зависит степень воздействия шума на обслуживающий персонал, также различны. Встречаются следующие основные схемы установки вакуум – насосов:

1. установка на уровне бумагоделательной машины – наиболее неблагоприятный с акустических позиций случай, применявшийся на тихоходных машинах одноэтажного исполнения;

2. установка вдоль главного прохода (шум выхлопа ясно прослушивается по всему бумзалу);
3. установка в отдельном звукоизолированном помещении – наиболее благоприятный случай в смысле защиты обслуживающего персонала от воздействия шума.

Кроме того, имеются различия в способе разделения мокровоздушной смеси.

1. Отвод мокровоздушной смеси в индивидуальный для каждого вакуум – насоса водоотделитель – способ, обеспечивающий частичное поглощение шума выхлопа, так как все существующие водоотделители в той или иной мере являются глушителями шума. Для обеспечения требуемого снижения шума за водоотделителем необходим дополнительный глушитель шума.
2. Отвод мокровоздушной смеси в один герметичный бетонный канал, из которого вода подается на заливку водяного кольца насосов, а воздух через воздухопроводы отводится за пределы рабочего помещения – способ достаточно эффективный, так как шум выхлопа свободно не попадает в производственное помещение, но достаточно сложный в исполнении, особенно при осуществлении на действующих предприятиях.

При этом способе насосы соединяются с отсасывающими валами прессовой части и другими секциями бумагоделательной машины с помощью главного вакуумного коллектора. Выхлоп мокровоздушной смеси осуществляется в общий канал, располагающийся ниже уровня насосов.

В этом случае возникает проблема защиты от шума, распространяющегося на территорию предприятия и селитебную территорию.

Вакуум – насос применительно к шуму выхлопа можно считать акустическим источником нулевого порядка с максимальной напряженностью, равной секундной производительности насоса.

Исходя из принятой акустической модели вакуум – насоса, получены выражения для определения уровней звуковой мощности в октавных полосах частот.

При $R_0 < \lambda$

$$L_p = 10 \lg \frac{\rho_1}{c} + 50 \lg n + 30 \lg w + 20 \lg b G R_0 - 20 \lg f + 101, \quad \text{дБ} \quad (1)$$

При $R_0 > \lambda$

$$L_p = 10 \lg \frac{Z \rho_1 c}{2} + 50 \lg n + 30 \lg w + 20 \lg b G - 40 \lg f + 101, \quad \text{дБ} \quad (2)$$

Здесь ρ_1 – плотность воздуха, кг/м³;
 c – скорость звука, м/с;
 n – частота вращения ротора, с⁻¹;
 w – число лопаток ротора;
 R_0 – радиус выхлопного патрубка, м;
 b – длина рабочей камеры (ширина ротора), м;

$$G = 4eR^* \cos \frac{2\pi}{nw} \cos \frac{\pi}{w} - \frac{e^2}{2} \sin \frac{2\pi}{w} \sin \frac{4\pi}{nw};$$

e – эксцентриситет ротора насоса, м;
 R^* – внутренний радиус водяного кольца, м;
 f – текущая частота, Гц.

Расчет по формулам (1), (2) проводится для октавных полос, начиная с октавной полосы, в которую входит основная частота $f_0 = n\omega$.

Анализ зависимостей (1), (2) показывает, что на звуковую мощность вакуум – насоса основное влияние оказывает скорость вращения ротора. Увеличение скорости вдвое приводит к увеличению звуковой мощности на 15 дБ. При увеличении размеров в два раза звуковая мощность увеличивается на 6 дБ. И, наконец, увеличение числа лопаток в два раза увеличивает звуковую мощность на 9 дБ.

Для учета влияния водоотделителя на звуковую мощность, излучаемую вакуумной установкой, использована теория линейной акустики с учетом осредненного течения в элементах водоотделителя.

Для описания распространения волн давления (P) и скорости (U) через водоотделитель использованы матрицы передачи:

$$\begin{pmatrix} P_2 \\ U_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \\ U_1 \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} – элементы матрицы;

P_1 , U_1 – давление и скорость на входе в водоотделитель;

P_2 , U_2 – давление и скорость на выходе из водоотделителя.

Колебательную скорость и звуковое давление на выходе из водоотделителя можно найти:

$$P = (z_u a_{11} + a_{12}) U_0, \quad (4)$$

$$U = (z_u a_{21} + a_{22}) U_0, \quad (5)$$

где U_0 – колебательная скорость на выхлопе насоса;

z_u – импеданс источника.

Для расчетов потерь передачи в системе водоотделения составлена программа для ЭВМ.

Расчеты показывают, что разработанная модель применима для всех реальных размеров выхлопных систем вакуум – насосов с индивидуальными водоотделителями.

В рамках этой модели с ростом поперечного сечения имеется уменьшение амплитуды звукового давления, а также некоторое увеличение амплитуды звуковой скорости. Однако, импеданс передачи с ростом площадей поперечного сечения элементов водоотделителя возрастает быстрее, чем амплитуда скоростей, поэтому возрастания уровней звукового давления не происходит.

Из полученных зависимостей видно, что для увеличения потерь передачи звуковой мощности большее значение имеет увеличение площади камеры водоотделителя, чем изменение площадей входного и выходного патрубков системы.

Проведенная экспериментальная проверка разработанных акустических моделей вакуум – насосов и выхлопных систем с индивидуальными водоотделителями показала достаточную точность аппроксимации реальных процессов модельными.

Рассмотрен процесс взаимодействия звуковых волн в каналах выхлопной системы вакуумной магистрали при групповой установке вакуум – насосов.

Получено выражение, описывающее звуковое поле в канале с учетом прямых и отраженных волн и наблюдаемого на практике явления фазовой синхронизации источников.

Экспонента, отвечающая за характер распространения волн в вакуумной системе, имеет вид:

$$I = \exp \left[i \sqrt{k^2 - \frac{\pi^2 m^2}{a^2} - \frac{\pi^2 n^2}{b^2} + \delta_{mn}} \right] (z - z_0) \left[1 + \sum_{\gamma=1}^{q-1} e^{-i h \gamma + \delta_{mn} h \gamma} \right] + \exp \left[-i \sqrt{k^2 - \frac{\pi^2 m^2}{a^2} - \frac{\pi^2 n^2}{b^2} + \delta_{mn}} \right] (z - z_0) \left[1 + \sum_{\gamma=1}^{q-1} e^{-i h \gamma + \delta_{mn} h \gamma} \right], \quad (6)$$

где a, b – размеры поперечного сечения канала, м;

m, n – любые целые числа;

z_0 – координата расположения первого насоса на общей магистрали;

q – число насосов в системе;

γ – номер насоса в системе;

h – расстояние между насосами, м;

δ_{mn} – коэффициент затухания звуковой волны;

k – волновое число.

В аналитическом виде исследовать функцию (6) на экстремумы не представляется возможным. Для этой цели использованы численные методы. Составленная программа для расчетов на ЭВМ позволяет вычислить точки экстремумов (координату h) и определить вид экстремума (максимум или минимум).

Так, для насосов ВВН-3, установленных на общем канале сечением $I \times I$ м, первый минимум достигается при $h_1 = 1,4$ м. Таким образом, при расстоянии между вакуум – насосами, равном h_1 , достигается максимальный уровень излучаемой звуковой мощности.

На основе результатов проведенных исследований разработаны рекомендации по проектированию вакуумных систем бумагоделательных машин с улучшенными шумовыми характеристиками.

С акустической точки зрения наиболее перспективной является установка вакуум – насосов в отдельном звукоизолированном помещении с отводом мокровоздушной смеси в один герметический бетонный канал, из которого вода подается на заливку водяного кольца насосов, а воздух через воздухопроводы отводится за пределы рабочего помещения.

При выборе типа и количества вакуум – насосов предпочтение нужно отдавать насосам, имеющим при одинаковых технических характеристиках меньшую звуковую мощность излучаемого ими шума.

С целью снижения пульсации давления в трубопроводах вакуумной системы необходимо применять гибкие вставки. Длина их должна быть не менее 700 – 900 мм. Трубопроводы должны иметь не менее двух вставок, одна из которых располагается сразу после насоса.

Для предотвращения действий осевых стоячих волн следует избегать отрезков трубопроводов, которые имеют длину, кратную половине длины $\lambda/2$ волны звука основной частоты ($\lambda = C/f_0$, где $C = 340$ м с⁻¹ – скорость звука).

Для предотвращения действия стоячих волн в поперечном направлении резонансная частота отрезка трубы, не имеющей опоры, не должна совпадать с основной частотой гармонических колебаний рабочего процесса насоса, что достигается соответствующим подбором расстояния между опорами.

При проектировании каналов для разделения мокровоздушной смеси необходимо учитывать, что для достаточно хорошей звукоизоляции необходима их тщательная герметизация. Смотровые щели и люки должны закрываться герметичными крышками повышенной массивности (из железобетона или стали) с внутренними поверхностями, облицованными битумизированным войлоком (стекловатой) толщиной не менее 50 мм.

Приямок канала, откуда вода забирается насосом и подается на заливку водяного кольца вакуум-насосов, а излишки воды переливаются в канализацию, должен иметь надежный гидрозатвор, препятствующий проникновению шума при уменьшении уровня воды в канале.

Поперечное сечение канала для воздуха определяют исходя из расхода и допустимой скорости движения воздуха, которую можно принимать до 10 мс^{-1} . Желательно, чтобы поперечное сечение канала было возможно большим. В канале также должно быть учтено пространство для воды, попадающей в канал из вакуум-насосов вместе с воздухом.

Длина канала не должна быть кратна целому числу волн основной частоты шума вакуум – насоса, т.е. $K = lf_0 / C$ не должно быть целым, где l – длина канала.

Библиографический список

1. Старжинский, В. Н. Акустический расчет вакуумных систем [Текст] / В. Н. Старжинский, Зинин А.В. // Виброакустическое проектирование оборудования целлюлозно-бумажных и деревообрабатывающих производств/ УГЛТА; Под ред. Старжинского В. Н., Санникова А. А. – Екатеринбург, 1996. – С. 63 – 85.
2. Старжинский, В. Н. к расчету звукового поля в канале при совместной работе группы вакуум – насосов [Текст] / В. Н. Старжинский // Вибрация. Шум. Вибродиагностика / Материалы межгос. науч.-техн. семинара «Виброакустические процессы в технологиях, оборудовании и сооружениях отраслей лесопромышленного комплекса, 23 – 25 ноября 1999 г. – УГЛТА: Екатеринбург, 1996. – С. 77 – 81.

УДК 674 : 331.453

Чумарный Г.В.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) g09t@yandex.ru

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА РИСКОВ ПРИ ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

Приведенная последовательность этапов может быть рассмотрена в качестве основы при формировании методики анализа рисков на конкретном деревообрабатывающем предприятии, с учётом индивидуальных особенностей.

Исторически так сложилось, что предприятия деревообработки всегда характеризовались высоким уровнем травматизма и аварийности, и до сих пор обеспечение безопасности труда работников данных предприятий является актуальным. Разработка эффективных мероприятий по промышленной безопасности и охране труда должна базироваться на проведение анализа безопасности производственного объекта. Несмотря на разнообразие конкретных производств, методика анализа безопасности на них может быть разбита на следующие основные этапы:

- Этап 1: планирование и организация работ;
- Этап 2: идентификация опасностей;
- Этап 3: оценка рисков;
- Этап 4: разработка рекомендаций по уменьшению риска.

На первом этапе, кроме общего описания производственного объекта в контексте обеспечения безопасности, определяются:

- критерии приемлемого риска.
- цели и задачи проводимого анализа риска (уточняются для всех этапов жизненного цикла рассматриваемого производственного объекта.)
- методы анализа риска

Для осуществления поставленных задач необходимо подобрать группу исполнителей, определить источники информации об анализируемом производственном объекте, обозначить ограничения финансовых ресурсов, исходных данных и дополнительные параметры, определяющие содержание планируемого анализа риска.

Также отметим важность обоснования и определения критериев приемлемого риска. Основой для определения критериев приемлемого риска являются:

- Нормативные документы по охране труда на предприятиях деревообработки и промбезопасности (например: РД 03-418-01 «Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов»);
- Данные статистики о происшедших авариях, инцидентах и их последствиях;
- Данные о подобных производственных объектах;
- Данные экономических расчётов по сопоставлению предполагаемых затрат и получаемых выгод.

Основными задачами второго этапа (идентификации опасностей) является выявление и четкое описание всех источников опасностей и путей (сценариев) их реализации. При этом важно, вводя ограничения на анализ, не отбросить важные опасности, т.е. на данном этапе определяется, какие элементы, технические устройства, технологические блоки или технологические процессы требуют более детального рассмотрения, а какие представляют незначительный интерес с точки зрения безопасности.

На выходе второго этапа имеем:

- номенклатуру и детальное описание опасностей (существенных для данного объекта)
- список нежелательных исходов;
- вывод о достаточной или недостаточной полноте проведённого анализа
- решение о необходимости и возможности проведении более детального анализа
- предварительные рекомендации по уменьшению опасностей.

Затем идёт третий этап - оценка риска. Здесь за основу берутся критерии приемлемого риска и используются:

- статистические данные по аварийности и надежности станков и оборудования, с учётом специфики деревообрабатывающих производств;
- логические методы анализа «деревьев событий», «деревьев отказов», имитационные модели возникновения аварий в системе «человек-машина»;
- экспертные оценки специалистов в данной области.

Цель третьего этапа - получение обобщенной оценки риска нежелательного сценария (аварий и т.п.), отражающей состояние безопасности с учетом риска реализации всех возможных нежелательных событий. Эта оценка должна основываться на результатах:

- суммирования значений рисков всех нежелательных событий (сценариев аварий) с учетом их взаимного влияния;
- анализа неопределенности и точности полученных результатов;
- анализа соответствия условий эксплуатации требованиям промышленной безопасности и критериям приемлемого риска.

По ходу четвёртого этапа проводится разработка рекомендаций по уменьшению риска.

В сформированных рекомендациях должны быть представлены основанные на результатах оценок риска мероприятия. Они носят организационный и (или) технический характер. Очевидные ограничения на ассортимент и масштаб мероприятий обусловлены наличием (ограниченностью) ресурсов. Кроме того, учитывают приоритетность мероприятий с учётом технических, финансовых, социальных и других факторов. Для этого мероприятия ранжируют по показателю «эффективность-затраты».

Приведенная последовательность этапов может быть рассмотрена в качестве основы при формировании методики анализа рисков на конкретном деревообрабатывающем предприятии, с учётом индивидуальных особенностей.

ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИНЖИНИРИНГА В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ

УДК 372.881.111.1

Синегубова Е.С., Кириллович Н.Н.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) sinyes@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ЧТЕНИЮ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ

В данной статье рассматриваются основные виды чтения в отечественной и зарубежной методиках, а также задания для разных этапов работы с текстом. Внимание уделяется особенностям обучения чтению в неязыковом вузе и созданию условий для эффективного обучения чтению специализированных текстов.

Чтение на иностранном языке как вид речевой деятельности и как опосредованная форма общения является очень важным для студентов неязыкового вуза, так как так

как большинство иностранных технических журналов, публикации с международных конференций, аннотации к статьям, документация на технологическое оборудование и другие материалы издаются на английском языке.

Поэтому при обучении иностранному языку будущих инженеров необходимо уделять особое внимание развитию и совершенствованию навыков и умений в различных видах чтения, которые соответствуют их потенциальным потребностям. В зависимости от целевой установки различают просмотровое, ознакомительное, изучающее и поисковое чтение [1].

Каждый вид чтения связан, следовательно, с решением определенных коммуникативных задач. Изучающее чтение - направлено на проникновение в смысл текста при помощи его анализа, предполагается полнота и точность понимания. Ознакомительное чтение представляет собой извлечение основной информации, для него характерны большие тексты. Целью просмотрового чтения является получение общей информации о содержании текста. И, наконец, поисковое чтение направлено на извлечение конкретной информации.

В зарубежной англоязычной методике также выделяют несколько разновидностей чтения, связанных с использованием письменных текстов: skimming (понимание основного содержания прочитанного), scanning (извлечение необходимой информации), reading for detail (полное понимание прочитанного) [2].

Skimming включает обработку не всего текста, а только части текста за определенное время. В процессе skimming обучающиеся могут прочитать отдельные слова, или отдельные абзацы, или параграфы текста для выявления его основной идеи. Материал может быть разным. Например, сведения из энциклопедии, газетные и журнальные статьи. В отечественной методике используется термин ознакомительное чтение.

Цель scanning - помочь прогнозировать или предсказать ту или иную информацию, которая позволяет лучше следовать идеям автора и составить свое собственное мнение о прочитанном. При данном чтении текст прочитывается с целью нахождения относительно небольшого количества информации для последующего ее использования в определенных целях. В отечественной методике используются термины поисковое (при поиске конкретной информации) и просмотровое чтение (при беглом просмотре текста с целью выяснить, содержит ли этот текст какую-либо полезную читателю информацию).

Reading for detail – это детальное понимание текста не только на уровне содержания, но и на уровне смысла. Этот вид чтения предполагает полное и точное понимание всех основных и второстепенных фактов, их осмысление и запоминание. Обучающиеся должны уметь оценить, прокомментировать, пояснить информацию, сделать из прочитанного вывод. В отечественной методике используется термин изучающее чтение.

Таким образом, очевидно, что существующие различия между видами чтения в отечественной методике и в зарубежной, носят лишь терминологический характер.

Сформировать необходимые умения в каждом виде чтения помогают правильно подобранные предтекстовые, текстовые и послетекстовые задания. Предтекстовые задания направлены на устранение смысловых и языковых трудностей (например: прочтите заглавие и скажите, о чем (о ком), по вашему мнению, будет идти речь в тексте). В текстовых заданиях обучаемым предлагаются коммуникативные установки, в которых содержатся указания на вид чтения, необходимость решения определенных познавательных – коммуникативных задач в процессе чтения (например: прочтите текст и расположите пункты плана согласно логике повествования; прочтите текст и передайте его основную идею несколькими предложениями; прочтите текст, с тем, чтобы ответить на вопросы по

основному содержанию текста). Послетекстовые задания предназначены для проверки понимания прочитанного (например: разделите текст на смысловые части и озаглавьте их, назовите основные проблемы, затронутые в тексте) [3].

Информационные упражнения – основа для понимания просмотрового, ознакомительного и поискового чтения. Задания для просмотрового чтения: а) есть ли информация на интересующий вас вопрос в данном тексте; б) ответьте на поставленные вопросы к основным проблемам текста. Задания для ознакомительного чтения: а) выберите заголовок для каждого абзаца; б) расположите информацию в правильном порядке, руководствуясь содержанием текста. Задания для поискового чтения: а) являются ли утверждения правильными, неправильными или о них нет информации в тексте; б) найдите термины для нижеследующих дефиниций. Лексические и грамматические упражнения – ключ для усвоения техники изучающего чтения [4].

Обучение чтению студентов неязыкового вуза имеет ряд особенностей. В учебный процесс на первом курсе неязыкового вуза внедряются научно-популярные тексты (тексты по специальности), чтение и перевод которых даются обучающимся с большим трудом. Как показали наблюдения, данные трудности объясняются тем, что требуются знания не только языковых конструкций, специальной лексики, но также и знание общих технических вопросов и изучаемой технологии, с которыми студенты практически незнакомы на первом курсе.

В этой связи целесообразно создавать условия для снятия таких трудностей. Во-первых, начинать обучение чтению следует с изучающего чтения с целью достижения полного и точного понимания иноязычного научно-технического текста. На языковом уровне снимаются лексические и грамматические трудности, а на смысловом уровне происходит прогнозирование и структурирование содержания текста. Во-вторых, подбор аутентичных источников следует проводить на основе профессиональной заинтересованности с постепенным увеличением специализированной лексики. В-третьих, для облегчения понимания текста, следует приводить готовые опоры, схемы и таблицы. Например, таблица переводных коэффициентов англо-американских мер в метрические; список сокращений, широко принятых в данной отрасли; схема по сопоставлению основных правил пунктуации в русском и английском языках и др.

Библиографический список

1. Фоломкина С.К. Некоторые вопросы обучения чтению на иностранном языке в неязыковом вузе//из кн. Общая методика обучения иностранным языкам. Хрестоматия/сост. Леонтьев А.А. М.: Рус. язык, 1991.
2. Колесникова И., Долгина О. Англо-русский терминологический справочник. Издательство: Русско-Балтийский информационный центр "БЛИЦ", Cambridge University Press, 2001.
3. Азимов Э. Г., Щукин А. Н. Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам). ИКАР, 2009.
4. Василева Д.А., Гурская Л.В., Ободин Г.А. Растения и леса как один из определяющих аспектов познавательной, производственной и эстетической жизни человека. Екатеринбург: УГЛТУ, 2009.

УДК 378.147:514.18

Л.Г.Тимофеева, О.Ю. Арефьева, Т.В.Загребина, И.Т.Рогожникова, Черемных Н.Н.
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

НОВЫЕ ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ИНТЕРНЕТ-ТЕСТИРОВАНИЮ ПО ГРАФИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

Рассмотрены особенности подготовки к интернет-тестированию по геометро-графическим дисциплинам в 2013-2014 уч. году на кафедре начертательной геометрии и машиностроительного черчения

Об основополагающем значении геометро-графической подготовки у технологических и механических специальностей лесотехнического и дорожного образования, о ее роли при оценке качества инженерного образования, об оценке проводимого за последние 5-7 лет федерального интернет-тестирования мы писали в работах [1,2,3]. Отмечали, что при главенствующей роли в современной жизни экономистов и юристов, основу всех преобразований составляет высокотехнологическая инженерная деятельность. В высшей технической школе начальным звеном является традиционно блок инженерно-графических дисциплин: начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика. Выпускник технических специальностей всю жизнь сталкивается с большим объемом графического материала: чертежи, схемы, технологические планировки, графические символы, к примеру, в технологии «отверточной» сборки мебели, повсеместно вытеснившей заводскую технологию «под ключ».

При работе по ФГОС 3 поколения на кафедре начертательной геометрии и машиностроительного черчения, студенты всех факультетов при завершении изучения блока графических дисциплин выполняют тестирование, которое проводится в компьютерной форме с использованием сети Интернет в присутствии специалиста, осуществляющего контроль за соблюдением технологии проведения компьютерного тестирования в образовательном учреждении. Такой контрольно-оценочный процесс предполагает изменение организации и учебного процесса.

Возникла необходимость наряду с традиционными методами обучения и контроля знаний использовать новые формы организации учебного процесса и методические требования, учитывающие современную специфику работы студентов с использованием графических тестов и тестовых методов с компьютерной поддержкой. Технология обучения воспринимается, с одной стороны, как совокупность методов и средств подачи информации, а с другой – как способ контроля и самоконтроля полученных знаний. Отсюда, одной из основных задач учебного процесса является осуществление постоянного, оперативного и объективного контроля знаний студентов, как правило первого курса. Достаточно длительный опыт подготовки к итоговому интернет-тестированию показывает, что в течении всего учебного года следует регулярно проводить несколько видов тестирования. Учебный процесс на всех факультетах начинается с проведения *входного тестирования*. Этот вид тестирования позволяет проанализировать уровень подготовки вчерашних абитуриентов к изучению графических дисциплин.

Весь материал изучаемых графических дисциплин, включенных в итоговое тестирование, разделен на девять дидактических единиц. Аналогичное деление теоретического материала предлагается в тестах exam.ru. На кафедре была проведена большая

работа по разработке *тематического тестирования*. Методическая работа была заострена на создание базы графических тестов. Доценты кафедры (Тимофеева Л. Г., Арефьева О. Ю., Меньшикова А. И., Рогожникова И. Т.) составили и оформили тестовые задания по каждой дидактической единице. В конце изучения каждой дидактической единицы, независимо выполнялись ли по ней практические работы или были прочитаны только лекции, обязательно проводилось тематическое тестирование. Такая технология обучения повышает качество успеваемости студентов, дает возможность быстро и объективно оценивать уровень их знаний, а так же управлять учебным процессом, своевременно оценить степень усвоения каждой темы. При этом преподаватель имеет возможность скорректировать время для изучения наиболее сложных тем и разделов графических дисциплин, изменить характер и содержание самостоятельной работы. Студент, в свою очередь, может оценить уровень собственной подготовленности, определить затруднения и попытаться преодолеть их в процессе дальнейших занятий. После тестирования у большинства студентов отмечается устойчивое повышение мотивации к обучению.

В завершение изучения курса начертательной геометрии для студентов проводится полный контроль знаний с использованием графических тестов в электронном виде, разработанных преподавателями кафедры. Это тестирование можно рассматривать как *диагностическое*, т. к. студент получает полное представление о готовности к экзамену, о знании основных понятий, аксиом и теорем. На основании итогового тестирования студенты получают допуск к экзамену; поэтому, стремясь к положительным результатам, они проходят интенсивную подготовку к экзамену.

Перед итоговым интернет-тестированием, несмотря на серьезную подготовку в течении всего периода изучения цикла графических дисциплин, неукоснительно проводится *репетиционное* тестирование. По тестам с сайта exam.ru., как по логинам и паролям, взятым из личных кабинетов преподавателей, так и с использованием общего ключа.

Результаты тестирования по Инженерной графике 2013-2014 уч.г.

Направление	№ группы	Кол-во студентов в группе (чел.)	4 уровень		3 уровень		2 уровень		1 уровень		Общий результат тестирования %
			Кол-во ст.	%							
240100.62	ИХП 12	21	12	57,2	5	23,8	2	9,5	2	9,5	90,5
240100.62	ИХП 13	19	13	68,5	3	15,8	2	10,5	1	5,2	94,8
261700.62	ИХП 14	19	10	52,6	7	36,8	2	10,6	-	-	100
241000.62	ИХП 16	21	8	38,1	4	19,0	6	28,6	3	14,3	85,7
280700.62	ИХП 17	15	9	60	1	6,7	5	33,3	-	-	100
270800.62	ДС 10	13	9	69,2	3	23,2	1	7,6	-	-	100
151000.62	ТМ 11	18	12	66,7	4	22,2	1	5,6	1	5,5	94,5
151000.62	ТМ 13	19	10	52,6	5	26,3	4	21,1	-	-	100
250400.62	ДО 11	22	9	40,9	7	31,8	6	27,3	-	-	100
250400.62	ДО 13	21	11	52,4	2	9,6	8	38	-	-	100
190700.62	ИАТТС 17	14	3	21,4	7	50,0	3	21,4	1	7,2	92,8

Периодически проводимое в течение учебного года независимое тестирование является наиболее эффективным, экономичным и информативным способом при подготовке к итоговому интернет-тестированию. В таблице отражены результаты тестирования 11 академических групп по нашей кафедре в 2013-14 уч.г.

Библиографический список

1. Черемных Н.Н., О.Ю.Арефьева, Л.Г.Тимофеева, Т.В.Загребина, Р.М.Ларионова, А.И.Меньшикова, Т.С.Мышкина. Некоторые впечатления от результатов интернет-тестирования по геометро-графическим дисциплинам // Труды VII международного Евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века».- Екатеринбург.- УГЛТУ.- 2012.- с.326-330.
2. Черемных Н.Н., Л.Г.Тимофеева, О.Ю.Арефьева. О педагогическом тестировании инженерной графики в высшем лесотехническом образовании // Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Школа, ВУЗ: достижения и проблемы фундаментального образования. Екатеринбург, УРФУ, 2012, с.79-82.
3. Черемных Н.Н., Л.Г.Тимофеева. О проблемах корректировки базовых знаний по геометро-графическим дисциплинам бакалавров УГЛТУ// Материалы международной научно-методической конференции УГЛТУ «Современные технологии профессионального образования: проблемы и перспективы», УГЛТУ, Екатеринбург, 2014, с. 97-100.

УДК 378.146

А. А. Янушкевич, И. Г. Федосенко
(БГТУ, г. Минск, РБ) Ivan.fedosenko@mail.ru

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОПИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

Работа посвящена обобщению опыта внедрения модульной системы контроля знаний студентов по технологической дисциплине, приведены методика и результаты тестирования студентов, показана эффективность его в повышении качества подготовки специалистов.

Технология лесопильного производства является одной из основных технологических дисциплин специальности «Технология деревообрабатывающих производств». В лесопилении все шире применяют автоматизированные системы для оптимального раскроя лесоматериалов с использованием компьютерной техники и оборудования с программным управлением. Все это требует специальных знаний, которыми должны владеть специалисты лесопильных предприятий.

Для повышения качества подготовки специалистов, при интенсивном росте объема информации и сокращающемся учебном времени, необходимо применять инновационные образовательные технологии и новые формы и методы контроля уровня знаний обучаемых [1, 2].

С целью интенсификации процесса изучения учебного материала, активизации самостоятельной работы студентов и для систематического контроля знаний студентов по дисциплине, на кафедре технологии дерево-обрабатывающих производств А. А. Янушке-вичем и Д. Л. Рапинчуком разработан электронный вариант тестов по «Технологии лесопильного производства».

Модульная система контроля знаний по дисциплине включает 4 модуля (рис.1). По каждому модулю разработано по 15 вариантов, каждый из которых включает 10 заданий.

Задания составлены как в виде вопросов по теории, так и в виде минизаданий. По каждому заданию предусмотрены многовариантные ответы. В качестве примера приведем основные типы заданий:

– выбор расчетной формулы (задание на логику):

Укажите формулу для определения коэффициента сбега бревен.

$$а) K = \frac{\sqrt{\frac{8 \cdot 10^4 \cdot V}{\pi L} - d^2} - d}{L}; \quad б) K = (d + cL) / d; \quad в) K = d / D;$$

$$г) K = D / d; \quad д) K = (D - d) / L.$$

– выбор важных для решения значений из спецификации (табличный тип условия, аналитический тип решения):

Принимая во внимание данные размеров и качества бревна, представленные в таблице, указать, какую маркировку необходимо поставить на его торце.

Порода	Сорт	Диаметр в вершине, см		Диаметр в комле, см		Длина, м
		d_1	d_2	D_1	D_2	
Сосна	2	22,9	23,4	27,2	27,3	5,88



Рис. 1. Схема модульной системы дисциплины

а) 22; б) 24; в) II2; г) II4.

– расчет (задание на усвоение алгоритма технологических расчетов):

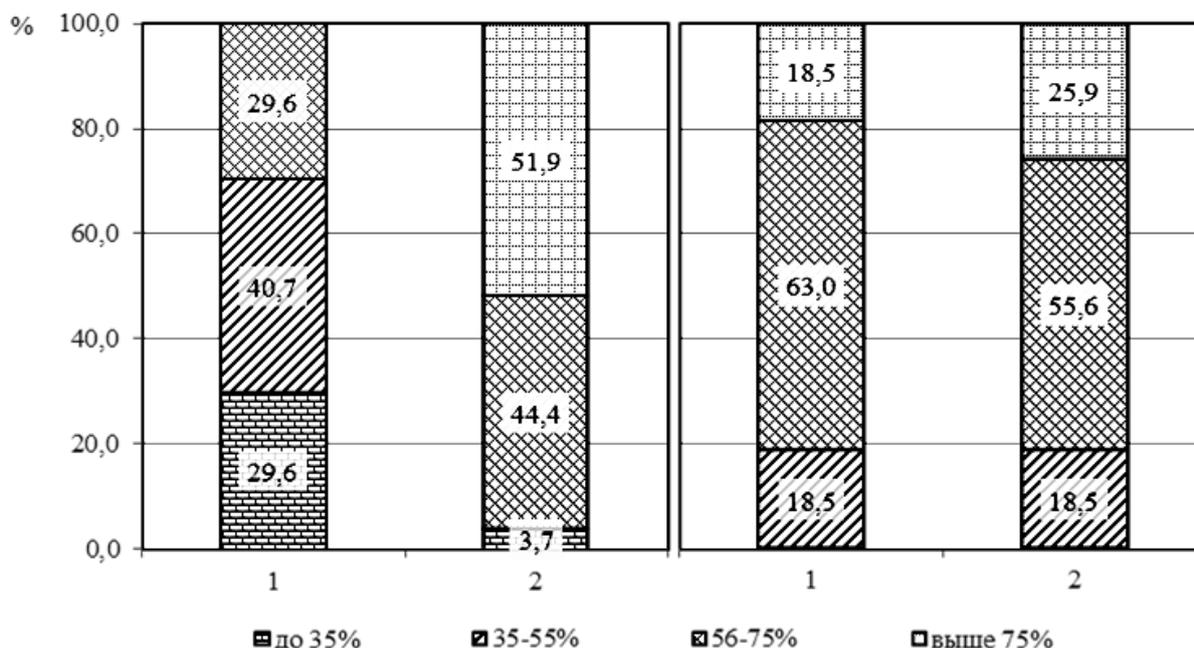
Определить фактическое процентное отношение объема сбеговой зоны хвойного бревна $d\phi = 24,6$ см; $D\phi = 31,3$ см; $L\phi = 5,06$ м к объему всего бревна. Форму бревна принять за усеченный параболоид вращения

а) 22,90%; б) 25,95%; в) 28,0%; г) 23,63%.

Очевидно, что выполнение этих заданий требует от студента как визуальной оценки и анализа приведенных ответов, так и необходимости прибегнуть к решению мини-задач с применением расчетных формул.

Таким образом, исключается вероятность отгадывания правильных ответов. Студенты, понимая это, начинают заранее готовиться к рубежному контролю, т.е. достигается поставленная цель – мотивация студента к систематической работе над учебным материалом.

Результаты рубежного контроля студентов III курса специальности «Технология деревообрабатывающих производств» по первому модулю показали следующее (рис.2). Успешно прошли тестирование (выполнение более 60% заданий) с первого раза только треть студентов. Результаты повторного тестирования оказались лучшими, т.к. студенты поняли, что пройти тест «на удачу» невозможно.



1 – первая попытка; 2 – вторая попытка; I - первый модуль; II – второй модуль
Рис. 2. Оценка успеваемости студентов

По второму модулю результаты тестирования оказались лучшими. Студенты, имея опыт тестирования по первому модулю, гораздо ответственнее отнеслись к подготовке и рубежному контролю по второму модулю.

Анализируя ответы студентов, преподаватель выявляет наиболее сложные элементы заданий, проводит дополнительные консультации по разъяснению студентам трудноусваиваемых вопросов. Стоит отметить, что сами студенты в ходе тестирования обнаруживают проблемы в структуре своих знаний и стараются их ликвидировать в будущем.

Так, анализ ответов по первому модулю показал, что наиболее трудными оказались вопросы, содержащие требования к размерно-качественной характеристике лесоматериалов, а также мини-задачи на определение объема пиломатериалов.

По второму модулю затруднение вызвали вопросы по определению размеров необрезных досок, предельного охвата диаметра бревна поставом, а также мини-задачи по расчету поставов.

Таким образом, тестирование можно рассматривать не только как контролирующий, но и как обучающий фактор, который стимулирует студентов к активной равномерной учебной работе в течении семестра.

После тестирования было проведено анкетирование студентов с просьбой высказать мнение о результативности рубежного тестирования по модулям дисциплины.

Большинство студентов отметили, что результаты тестирования заставляют задуматься об уровне подготовки по модулю дисциплины (44,4%), способствуют выявлению неизученных или слабоизученных вопросов (55,6%), направляют и помогают освоить отдельные вопросы учебного материала (55,6%). При этом, стоит учитывать, что один студент мог выбрать несколько вариантов оценки эффективности тестирования.

Высказанные студентами в анкетах предложения по совершенствованию тестирования сводятся к конкретизации и расширению вопросов по отдельным модулям и уменьшению вариантов приводимых ответов.

Анализ результатов анкетирования показывает, что студенты поддерживают модульный принцип контроля знаний.

Внедрение в учебный процесс модульной системы контроля знаний мотивирует студентов к систематической работе над учебным материалом, самоконтролю знаний, а также способствует организации самостоятельной подготовки. При этом, повышается качество обучения за счет своевременного выявления трудноусваиваемого учебного материала и проведения дополнительных занятий, а также корректировки методики организации учебного процесса.

Литература

1. Щербина А. Э. и др. Комбинированное клиент-серверное тестирование по теоретическим разделам органической химии // Труды БГТУ. 2012. № 8: Учеб.-метод. работа. С. 42–44.

2. Болвако А.К., Радион Е.В. Компьютерное тестирование с использованием клиент-серверного программного обеспечения при изучении курса аналитической химии // Труды БГТУ. 2012. № 8: Учеб.-метод. работа. С. 49–52.

АННОТАЦИИ СТАТЕЙ, ПОМЕЩЕННЫХ В СБОРНИКЕ
SUMMARIES OF ARTICLES PLACED IN THE COLLECTION
ENTERPRISE MANAGEMENT, EFFICIENCY AND
COMPETITIVENESS OF THE FOREST COMPLEX

Birjukov P.A.

ABOUT PURPOSES OF DEVELOPMENT OF THE ENTERPRISES

In the article considers the problem of choice the reference points of development of forest industry enterprises in modern conditions

Damari R., Pishhulov V.M., Prjadilina N.K.

DEVELOPMENTS IN THE PRODUCTION AND INTERNATIONAL TRADE OF
TIMBER AND PROCESSED PRODUCTS

In this paper, some issues concerning production and international trade in timber and timber products are examined, along with the place of Russia in international timber trade and its problems to optimize its position in the world timber market.

Kljuev A.V. Vas'kin D.G., Sergeev V.V.

FOREST BUSINESS. WE USE THE BIRCH AND THE ASPEN

Is prove need and possibility of increase of production efficiency by involvement in processing of wood of a birch and an aspen on the basis of mass application of the «drevit»-technology and processing of waste in biofuel.

Kuz'mina M.V., Afanasieva I.N., Bulah S.A.

ESSENCE AND PROSPECTS OF THE SMALL FOREST BUSINESSES

Views of leading economists of business and small business are considered. Features of small forest business for their account are listed when developing programs of the state support.

Leonovich A. O.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF ADMINISTRATIVE DECISIONS TO
PROMOTE FOREST PRODUCT COMPLEX ON FOREIGN MARKETS

Article efficiency managerial proposed solutions achieved by improving the management system of forest industry by transferring much of the power to the regions, the establishment of associations by industry to provide deep wood processing and certification of finished products (slabs, plywood, furniture) at national and international standards.

Pashkov V.K.

CALCULATION OF EFFICIENCY OF USE OF THE HARD-ALLOY WOODCUT-
TING TOOL

The technique of definition of annual economic effect of introduction of the hard-alloy tool is stated.

Rostovskaja Ju.N., Velieva O.V., Kapustina Ju.A.

STATUS AND PROSPECTS OF WOOD ENTERPRISES

The article presents the results of the state and prospects of development of woodworking enterprises of Russia in World Trade Organization accession

Teterina M.A.

**OSTSILYATION INTEROPERATIONAL AND MOVED STOCKS IN MOBILE
TIMBER INDUSTRY SYSTEMS**

The basic principles of synchronization of machines in transporting-processing forestry systems on the basis of development of the hypothesis on descriptions of interoperational and relocatable supplies oscillations in this systems with methods of the theory of self-oscillations are given.

Tjumencev V.Ja.

**CONDITION, PROSPECTS AND MEASURES OF THE STATE SUPPORT OF
TIMBER PROCESSING COMPLEX OF SVERDLOVSK REGION**

The analysis of a condition of timber processing complex is carried out following the results of 2013 and the first quarter 2014. Is are designated prospects and measures of the state support from the Government of Sverdlovsk region.

Shpak N.A.

**SPECIAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
PARKS OF RUSSIAN FEDERAL DISTRICTS ON THE EXAMPLE OF UrFD, SFD
AND VFD.**

Research objective is the analysis of features of the development of science and technology parks of various federal districts on the example of UrFO, SFO and VFD. In the article are considered questions of development of modern Russian science and technology parks, their common features and distinctions. The author drew a conclusion that studied science and technology parks have many common features and the problem of protection of the rights for their intellectual property is especially actual for them today. All science and technology parks participating in poll unambiguously declared the intentions to develop their project and to attract the investments from different sources on the purpose of their development.

**NEW TECHNOLOGICAL DECISIONS IN PREPARATION,
PROCESSING AND WOOD FINISHING**

Agapov V. P.

**RESEARCH OF STANDARD METHOD OF GETTING AIR WITH ADJUSTED
PARAMETERS IN WOOD DRYING CAMERA**

Significant defects of standard method of controlling wood drying camera, which lead to surcharge of thermal energy and decrease of drying quality, are shown.

Agapov V. P.

ANALYSIS OF RELATIONSHIP BETWEEN EQUILIBRIUM MOISTURE CONTENT OF WOOD AND AIR CHARACTERISTICS.

Equilibrium moisture content diagram is described. It is shown that equilibrium moisture content of wood depends uniquely on the psychrometric humidity of the air.

Vadbol'skaja Ju.E., Azarenok V.A.

TO QUESTION THE VALIDITY OF THE BASIC TECHNOLOGICAL PARAMETERS MACHINES FOR CUTTING CARE FOR CONDITIONS SVERDLOVSKAYA OBLAST

Basic ecological and technological parameters for logging trucks in the range of thinning class I-III age will ensure sustainable forest management and minimizing the damage a forest.

Vasil'ev G.L., Chameev V.V.

RATIONAL TECHNOLOGICAL FLOWS WOOD-WORKING SHOPS FOR CUTTING OF ROUND TIMBER SAWN TIMBER

The article describes the state of production of sawn timber and a small volume of logging, as well as the methods of improvement of the technological process for production of lumber. The work shows the scheme for small sawmill on the basis of the head frame hardware P63-4B, substantiation of technological process due to the type of sawing round timber and economic efficiency of the process streams. The set-program "ZECH", created at the Ural state forestry University. The program allows you to simulate on a computer course of technological processes of processing round timber. Results of research are available for use technologists on existing wood industries.

Gazeev M.V., Iljushin V.V.

THE MOBILE RACK FORCED FOR DRYING LACQUER COATING ON WOOD AND WOOD MATERIALS

The mobile rack supplied with the aero ionization device will allow to reduce time of drying of lacquer coating on wood and to reduce need for floor spaces on finishing sites.

Gazeeva E.A., Urazova A.F.

CLASSIFICATION OF HARVESTERS AND FORWARDERS

The article describes the classification of harvesters and forwarders. Proposed a classification of machine with indicating the manufacturer and model of the machine.

Gamrekely M. N., Purgina P. S.

REALISATION PATH OF LOW-GRADE WOOD FUEL POTENTIAL IN FORESTRY TERRITORIES

The fuel resource and power potential of wood energetics of Russia and Sverdlovsk forestry area are considered. Expected economic benefit, principles and organization forms of wood power using are resulted.

Kazanceva N.K., Kazanceva T.V., Nagibina E., Vikulova A., Sinegubova E.S.

MARKING SIGNS FOR PRODUCTS IN RUSSIA AND GERMANY

Comparison of signs of the address in the market and marks of conformity of the goods accepted in the markets of Russia, the Customs union and Germany is carried out.

Kirilina A.V., Vetoshkin Ju.I.

THE DIFFERENCE AND FEATURES HOT AND COLD EMBOSsing OF WOOD

The stamping is a formation of relief drawing on a wood surface by pressing. Distinguish hot and cold pressing. Technological process begins equally. Preparation under pressure maintain certain time for print creation on a detail. Then technological operations differ, but the result turns out one. On a surface the relief pattern which can be subjected to protective and decorative processing turns out. In every way of a stamping there are advantages and shortcomings which are opened in article.

Lavrov M.F., Mestnikov A.E., Levinskij Ju.B.

DETERMINATION WOOD SPECIFIC GRAVITY AND RING GROWING BY RESISTOGRAPH

Results of research of distribution of density of wood are given in a trunk of growing wood.

Mazanik N.V., Babich D.P.

REDUCTION OF ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION DURING LUMBER DRYING

The possibility of using of fan frequency converters in convective drying kilns is investigated. The rational speed of the drying agent movement through the stack is defined. The efficiency of using frequency converter for reduction of energy consumption is shown.

Parinov D.A., Shamaev V.A.

STATE AND PROBLEMS OF RECEIPT OF RAILWAY SLEEPERS OF WOOD MODIFICATION

We have proved the possibility of obtaining railway sleepers of wood modification from soft wood by impregnation, pressing and drying. Insertion of pressure-treated wood density between 1000 and 1100 kg / m³ with surface in places of fastening of rails for sleeper provides service life sleepers 35-50 years.

Savinovskih A.V., Rudnevskaja Ju.I., Maslennikova E.V, Buryndin V.G.

INFLUENCE OF PLANT AND WOOD WASTE ON THE PROPERTIES WOOD PLASTIC WITHOUT USING SYNTHETIC RESIN

Researches have been carried out to prove the possibility wood plastic without using resin with the use of plant and wood waste by the method of hot pressing in closed molds.

Sovina S.V., Jacun I.V.

MODERN TRENDS IN THE DECORATION OF FURNITURE

Current trends in application of finishing materials and technologies of finishing of elements of furniture are studied.

Stenina E.I., Chesnokova T.Ju.

PROSPECTS OF WOOD MODIFICATION OF NANOMATERIALS

The article summarized the experience in application of nano-sized colloidal systems and theoretically the possibility of using them to create the modified wood.

Tjutikov S.S., Dozhdikova Ju.Je.

PLATES AFFECTED ROTS WOOD INCLUSIONS OF PEAT DEPOSITS AND DEADWOOD WITHOUT BINDERS

Physic mechanical properties of the ligno-carbohydrate plates made of struck гнилями of wood inclusions, without application of the binding are studied.

Fridrih A.P., Kostjuk O.I.

PECULIARITY OF MACHINING OF WOOD THE METHOD OF FLAT GRINDING, HER EFFECT ON CUTTING POWER

Article is devoted to features of processing of wood by a grinding method. Research of influence of breeds of wood on cutting power is considered at variable modes of grinding.

Hamitova L.V. Trakalo Ju.I.

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF VACUUM-PULSE DRYING OF OAK WOOD

The technology of vacuum and pulse drying of wood of an oak is described and recommendations about its improvement are made.

Jacun I.V., Shishkina S.B., Sovina S.V.

RESEARCH OF PROCESS OF DRYING OF A REINFORCING LAYER COMPOSITE X-RAY PROTECTION MATERIAL ON THE BASIS OF WOOD

Results of research of process of drying of a reinforcing layer of X-ray protection of a composite material on the basis of wood are given. Recommendations about process acceleration are made.

Jacun I.V., Sinegubova E.S., Pjatkova P.O.

WOOD WASTES HONEYCOMB SLABS

The new constructional material possessing improved properties of warm and sound insulation is described.

WOODWORKING IN LOW AND INDUSTRIAL HOUSING CONSTRUCTION

Leonovich O. K.

INCREASED ENVIRONMENTAL SAFETY AND THERMAL RESISTANCE OF WALL PANELS HOUSES OF FRAME TYPE

In the article the thermotechnical and strength calculation of the enclosing structure for frame type houses. For thermal insulation is proposed to use an environmentally safe thermal fiberboard.

Men'shikov B. E.

THE ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL CAPABILITIES AND AN APPLICATION CONDITION AT THE LOGGING ENTERPRISES, MACHINES FOR PRODUCTION OF THE ROUNDED DETAILS OF CONSTRUCTION APPOINTMENT

The main technological features and conditions of use of machines for production of the rounded details of construction appointment are considered.

Sergeev V.V., Vas'kin D.G., Kljuev A.V., Borisov Ju.V.

ETERNAL WOOD "DREVIT" ON THE BASIS OF BIRCH AND ASPEN

Is invited to consider the innovative development of DREVIT based on wood of birch and aspen for house building.

Fedosenko I. G., Tubalec T. M.

PROPERTIES OF WOOD-CEMENT COMPOSITE BUILDING MATERIAL FROM DRY WASTE WOOD

The article review the recycling possibility of dry waste wood to give the environmentally friendly building material. An analysis of the chips obtained from these wastes. Problem solved waterproof material when exposed to water, which prevents the loss of his critical load capacity. Offers optimal fractional composition of chopped wood for arbolit.

Filippova A. O., Levinskij Ju. B., Levinskaja G.N.

PROTECTED FROM FIRE PLYWOOD ON THE BASIS OF THE PINE INTERLINE INTERVAL IMPREGNATED WITH THE PREPARATIONS "PIRILAKS" AND "OGNEBIO"

Results of comparative tests of the plywood processed by Pirilaks and Ognebio fire-retarding agents are given. The second showed higher efficiency.

PROGRESSIVE WOODWORKING EQUIPMENT AND TOOL

A. F. Anikeenko

MODES OF DRILLING CHIPBOARD AFFECTING THE CAPACITY AND QUALITY OF PROCESSING

Influence of depth of drilling, frequency of rotation of a drill and giving speed on the power and quality of processing is experimentally investigated.

Garanin V.N.

USE OF MOBILE INTERACTION OF MILLS WITH THE DRIVE CUTTING MECHANISM OF THE MACHINE TOOL FOR WOOD PROCESSING

Influence of additional degree of mobility of a mounted mill on formation of kinematic roughnesses of processing is theoretically investigated.

Glebov I.T.

THE GEOMETRY OF THE CUTTING LAYER AT CUTTING WOOD

The conclusion of the formulas for calculation of average thickness of cutting layer for cutting wood. The analysis of the obtained formulas shown their use in the example. Conclusions are made and it is shown, that application of the proposed formula will improve the accuracy of cutting.

Glebov I.T.

MILLING CYLINDRICAL CUPS IN LOGS LOG HOUSES

The article defines the geometrical volume cylindrical of cap, cut the logs of log cabins and wooden houses. It also describes the way of forming Cup mechanical cutter, direction of filing of which is perpendicular to the longitudinal axis of a log. The wedges and screws fix the design of cutters, consisting of a body with the slots into which you inserted the cutting blades.

It is shown that the main mechanical cutting edge of knives do transverse-longitudinal-mechanical cutting. Angle cutting of fibres equal to the angle of the bevel blades and is approximately 45 degrees. The methods of the calculation of specific work of cutting and capacity required to process cup.

Grinevich S.A., Alifirovec G.V.

FEATURE WEAR KNIVES MILLING-CANTING MACHINE

Process of wear of edges of knives depending on the volume of the processed material and the direction of a cutting edge concerning wood fibers is experimentally investigated.

Grishkevich A. A., Anikeenko A. F., Kukresh A. S.

DESIGN OF THE MILL OF THE NATIONAL TEAM WITH CHANGEABLE ANGULAR PARAMETERS

In work the construction modular mills with changeable front and inclination angles are presented. The theoretical dependence of the influence of the angle of inclination on the λ value of flatness deviation ΔR at different length of the cutting edge of the blade and the height of the workpiece are obtained. The criterion possible angle of inclination at a specific length and width of its milling are determined.

Krasikov A.S.

MAINTENANCE AND REPAIR OF MACHINERY TODAY

Different systems of maintenance and repair of equipment are compared. The recommendation regarding an increase in the duration of the repair cycle of contemporary equipment is given.

Lukash V.T., Grinevich S.A., Grishkevich A.A.

POWER OF LAMINATED CHIPBOARDS SAWING CARBIDE CIRCULAR SAWS WITH FLAT-TRIANGULAR PROFILE OF TEETH AND CURVED FRONT FACE

Mathematical models of the second order of influence of the major variable factors on initial and final capacities of cutting are received when processing the laminated plates by disk hard-alloy saws with plainly triangular profile of teeth with a concave forward side.

Lukash V.T., Grinevich S.A.

THE EFFICIENCY OF CARBIDE CIRCULAR SAWS WITH FLAT-TRIANGULAR PROFILE OF TEETH AND CURVED FRONT FACE IN THE PROCESSING OF LAMINATED WOOD PARTICLE PLATES ON THE CRITERION OF QUALITY

The mathematical model of the second order of influence of the major variable factors on technological firmness (a way of cutting to emergence of chips on a surface of a processed material) is received at sawing up of the laminated wood plates by hard-alloy disk saws with plainly triangular profile of teeth with a concave forward side.

Pashkov V.K.

CONVERSATION OF PROFESSOR A.L.BERSHADSKIY ON WOOD CUTTING

Article is prepared by professor V. K. Pashkov on correspondence materials with young scientists of chair of machines and tools (1972). The content of work and structure are kept in the text of the author. In 2015 to one of founders of science of cutting of wood A.L.Bershadsky 120 years since birth are executed.

Poljakova T.V., Novoselov V.G.

DEFINITION OF THE PERIOD OF FIRMNESS OF WOODCUTTING TOOL PARAMETER «ACCURACY»

In article influence of degree of wear of cutting tools for machining accuracy for the longitudinal milling of wood. The operating time to failure on this criterion of quality products. Formulas to calculate the gamma-interest period, the resistance of the cutting tool. The resistance depends on the type of cutting tool and machining: the thickness of the stratum, cutting speed, and the size of the part. This method of determining the period of resistance can be used in the calculation in the case of rigid requirements on precision machining parts.

Raevskaja L.T.

SHORT DATA ON RELIABILITY OF PNEUMOMOTORS

The generalized data on the axial-piston pneumomotors, their reliability, parameters, features of a design and scope are provided. We need the conducted researches to assess a possibility of use of pneumomotors in tools, machinery and the equipment for a forest complex and the wood-working industry.

Rapovec V. V., Grishkevich A. A.

PILOT STUDIES OF THE PERIOD OF FIRMNESS OF TWO-EDGES KNIVES WITH THE FIRM ALLOY WHEN PROCESSING WOOD ON MILLING MAKING BAR MACHINES

The article contains the results of experimental research of resistance period of double-blades knives new of composite structures, equipped with metal-ceramic hard alloys, including tungsten-cobalt group when you aggregate logs for chipper canter machines. Confirmed expediency of equipment of the cutting tool of chipper canter machines hard alloys.

Remnev G.E., Linnik S.A., Uglov V.V., Kuleshov A.K., Grishkevich A.A., Chaevskij V.V. STRUCTURE AND LIFE-TIME OF WOOD-CUTTING HARD ALLOY TOOL AFTER POWERFUL ION TREATMENT AND DEPOSITED DIAMOND COATINGS

Preliminary powerful ion impact forming surface alloyed layer on WC-Co tools decreases texturing and coefficient of friction in diamond coating formed by subsequent alternating high-current glow discharge deposition. The adhesion of diamond coatings to wood cutting inserts increases. As a result the life-time of inserts cutting edge during milling of chipboard fundamentally increases.

Rogozhnikova I. T., Novoselov V. G.

GAMMA-INTEREST PERIOD OF WOODCUTTING TOOL PARAMETER «ROUGHNESS OF THE PROCESSED SURFACE»

Influence of wear of edges of the tool on change of a roughness of the processed surface when milling of wood is considered. The operating time to the full is determined by this criterion of quality of production. Need of the to take into account of factors of processing is proved: thickness of a cut-off layer and cutting speed, requirements to quality of a received surface for definition of the period of firmness of the cutting tool.

Chaevskij V.V., Grishkevich A.A., Zhilinskij V.V., Kuleshov A.K.

COMBINED GALVANIC AND ION PLATING TREATMENT OF SHEARS EDGES KNIVES OF THE WOOD CUTTING TOOL

Durability period of milling cutters with ZrN-coatings on shears knives increases to 50% when cutting wood chipboard. The microhardness of Fe-Ni-Co-coatings is 2 times greater than steel substrate. There are heat and abrasive types of shear edges wear.

SAFETY AND ECOLOGY PROBLEMS IN WOOD PROCESSING

Balakin V.M., Galljamov A.A., Smol'nikov M. I., Abdullina K. D.

FLAME RETARDANTS WOOD BASED PRODUCT DESTRUCTION POLYURETHANES DI- AND POLYAMINES

On the basis of products of destruction of NDI polyurethane by 3937 aliphatic amines are received highly effective nitrogen - phosphorus - containing fireproof structures for wood.

Gamrekely M. N, Purgina P. S.

CHOICE OF THE EQUIPMENT AND SAFE OPERATION CONDITIONS OF AUTONOMOUS MINI THERMAL AND ELECTRIC POWER STATIONS (TES) FOR WOOD ENERGETICS

Indexes comparison of reliability and ecological safety of the equipment for autonomous mini thermal and electric power stations (TES) with wood fuel using is executed and the optimum variant choice is made. Requirements on the safe service organization of autonomous mini TES are defined.

Starzhinskij V.N., Zinin A.V., Sovina S.V.

TO A QUESTION OF NOISE GENERATION AT WORK OF CROSS-PAPER RULING UNIT OF A WRITING-BOOK MAKING AGGREGATES.

In article the data on noise condition on all workplaces in writing-books manufacturing shops are indicated and the theoretical analysis of aerodynamic noise sources of paper-ruling section is given.

Starzhinskij V.N., Zinin A.V.

INFLUENCE OF EXHAUST SYSTEM OF VACUUM INSTALLATION ON ITS ACOUSTIC CHARACTERISTICS.

Influence of a design of exhaust systems vacuum-pump on it noise characteristics is investigated.

Chumarnyj G.V.

THE MAIN STAGES OF RISK ANALYSIS TECHNIQUES IN THE ASSESSMENT SAFETY AT THE WOODWORKING PLANT

Are considered the basics of risk analysis techniques in wood processing factory.

PROBLEMS OF PROFESSIONAL EDUCATION AND ENGINEERING IN THE WOODWORKING

Sinegubova E.S., Kirillovich N.N.

SPECIFIC FEATURES OF TEACHING READING THE FOREIGN LANGUAGES AT TECHNICAL UNIVERSITIES

The article is devoted to the main reading strategies in national and foreign methodologies, the pre-text exercises, text exercises and post-text exercises. The attention is paid to the specific features and key conditions of teaching to read scientific-technical texts at a technical university.

L.G.Timofeeva, O.Ju. Aref'eva, T.V.Zagreбина, I.T.Rogozhnikova, Cheremnyh N.N.

NEW FORMS OF ORGANIZATION OF EDUCATIONAL PROCESS IN PREPARATION FOR THE ONLINE TESTING GRAPHICS DISCIPLINES

Peculiarities of preparation for Internet testing of geometro-graphic disciplines in 2013-2014 school year, the Department of descriptive geometry and engineering drawing.

Janushkevich A. A., Fedosenko I. G.

EXPERIENCE OF MODULAR CONTROL SYSTEM OF STUDENTS KNOWLEDGE ON DISCIPLINE "TECHNOLOGY SAWMILL"

Work is devoted to the generalization of experience implementing modular control system of students' knowledge of technological discipline, given the methodology and results of testing students, shows its effectiveness in improving the quality of training.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
МЕНЕДЖМЕНТ ПРЕДПРИЯТИЯ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА	
Бирюков П.А. О ЦЕЛЕВЫХ УСТАНОВКАХ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ	4
Дамари Р., Пищулов В.М., Прядилина Н.К. К ВОПРОСУ О МИРОВОЙ ТОРГОВЛЕ ДРЕВЕСИНОЙ И ПРОДУКЦИЕЙ ИЗ НЕЕ	6
Клюев А.В., Васькин Д.Г., Сергеев В.В. ЛЕСНОЙ БИЗНЕС. ИСПОЛЬЗУЕМ БЕРЕЗУ И ОСИНУ	11
Кузьмина М.В. Афанасьева И.Н., Булах С.А. СУЩНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ МАЛОГО ЛЕСНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА	14
Леонович А.О. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПРОДВИЖЕНИЮ ПРОДУКЦИИ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА НА ВНЕШНИЕ РЫНКИ	17
Пашков В.К. РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	23
Ростовская Ю.Н., Велиева О.В., Капустина Ю.А. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ	26
Тетерина М.А. ОСЦИЛЯЦИИ МЕЖОПЕРАЦИОННОГО И ПЕРЕМЕЩАЕМОГО ЗАПАСОВ В МОБИЛЬНЫХ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМАХ	30
Тюменцев В.Я. СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ И МЕРЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	32
Шпак Н.А. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОПАРКОВ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РОССИИ НА ПРИМЕРЕ УрФО, СФО И ПФО	37
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ЗАГОТОВКЕ, ПЕРЕРАБОТКЕ И ОТДЕЛКЕ ДРЕВЕСИНЫ	
Агапов В. П. ИССЛЕДОВАНИЕ СТАНДАРТНОГО СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ В ЛЕСОСУШИЛЬНОЙ КАМЕРЕ ВОЗДУХА С ЗАДАННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ	40
Агапов В. П. АНАЛИЗ СВЯЗИ РАВНОВЕСНОЙ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ С ПАРАМЕТРАМИ ВОЗДУХА	45
Вадбольская Ю.Е., Азаренок В.А. К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАШИН ДЛЯ РУБОК УХОДА ДЛЯ УСЛОВИЙ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	48
Васильев Г.Л., Чамеев В.В. РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОТОКИ ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХОВ ПО РАСКРОЮ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ НА ПИЛОПРОДУКЦИЮ	51
Газеев М.В., Илюшин В.В. ПЕРЕДВИЖНОЙ СТЕЛЛАЖ ДЛЯ УСКОРЕННОЙ СУШКИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДРЕВЕСИНЕ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛАХ	57
Газеева Е.А., Уразова А.Ф. КЛАССИФИКАЦИЯ ХАРВЕСТЕРОВ И ФОРВАРДЕРОВ	60
Гамрекели М.Н., Пургина П.С. ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ ТОПЛИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА НИЗКОСОРТНОЙ ДРЕВЕСИНЫ НА ЛЕСНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ	65

Казанцева Н.К., Казанцева Т.В., Нагибина Е., Викулова А. Синегубова Е.С. ЗНАКИ ДЛЯ МАРКИРОВКИ ПРОДУКЦИИ В РОССИИ И ГЕРМАНИИ	69
Кирилина А.В., Ветошкин Ю.И. РАЗЛИЧИЕ И ОСОБЕННОСТИ ГОРЯЧЕГО И ХОЛОДНОГО ТИСНЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ	73
Лавров М.Ф., Местников А.Е., Левинский Ю.Б. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ДРЕВЕ- СИНЫ И ПАРАМЕТРОВ МАКРОСТРУКТУРЫ МЕТОДОМ СВЕРЛЕНИЯ	77
Мазаник Н. В., Бабич Д. П. СОКРАЩЕНИЕ РАСХОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ СУШКЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ	82
Паринов Д.А., Шамаев В.А. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖ- НЫХ ШПАЛ ИЗ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ	88
Савиновских А.В., Рудневская Ю.И., Масленникова Е.В, Бурьиндин В.Г. ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ СВЯЗУЮЩИХ	92
Совина С.В., Яцун И.В. СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ОТДЕЛКЕ МЕБЕЛЬНЫХ ЭЛЕ- МЕНТОВ	94
Стенина Е.И., Чеснокова Т.Ю. ПЕРСПЕКТИВЫ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ НАНОМАТЕРИАЛАМИ	95
Тютиков С.С., Дождикова Ю.Э. ПЛИТЫ ИЗ ПОРАЖЕННЫХ ГНИЛЯМИ ДРЕВЕСНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ВАЛЕЖНИКА БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ	100
Фридрих А.П., Костюк О.И. СПЕЦИФИЧНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕ- СИНЫ МЕТОДОМ ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ, ЕЕ ВЛИЯЩИЕ НА МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ	102
Хамитова Л.В. Тракало Ю.И. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВАКУУМ – ИМ- ПУЛЬСНОЙ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА	108
Яцун И.В., Шишкина С.Б., Совина С.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ АРМИРУЮ- ЩЕГО СЛОЯ РЕНТГЕНОЗАЩИТНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ	111
Яцун И.В., Синегубова Е.С., Пяткова П.О. ЯЧЕИСТЫЕ ПЛИТЫ ИЗ ОТХОДОВ ДРЕВЕ- СИНЫ	115
ДЕРЕВООБРАБОТКА В МАЛОЭТАЖНОМ И ИНДУСТРИАЛЬНОМ ДОМОСТРОЕНИИ	
Леонович О.К. ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ТЕРМОУСТОЙЧИВО- СТИ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ ДОМОВ КАРКАСНОГО ТИПА	117
Меньшиков Б.Е. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕ- НИЯ НА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ, СТАНКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОЦИЛИНДРОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	123
Сергеев В.В., Васькин Д.Г., Ключев А.В., Борисов Ю.В. ВЕЧНАЯ ДРЕВЕСИНА - «ДРЕ- ВИТ» НА ОСНОВЕ БЕРЕЗЫ И ОСИНЫ	128
Федосенко И.Г., Тубалец Т.М. СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ЦЕМЕНТНОГО КОМПОЗИЦИОН- НОГО СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ИЗ СУХИХ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ	130

Филиппова А.О., Левинский Ю.Б., Левинская Г.Н. ОГНЕЗАЩИЩЕННАЯ ФАНЕРА НА ОСНОВЕ СОСНОВОГО ШПОНА, ПРОПИТАННОГО ПРЕПАРАТАМИ «ПИРИЛАКС» И «ОГНЕ-БИО» 135

ПРОГРЕССИВНОЕ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ

Аникеенко А.Ф. РЕЖИМЫ СВЕРЛЕНИЯ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ВЛИЯЮЩИЕ НА МОЩНОСТЬ И КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ 138

Гаранин В.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДВИЖНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФРЕЗ С ПРИВОДОМ МЕХАНИЗМА РЕЗАНИЯ СТАНКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ 141

Глебов И.Т. ГЕОМЕТРИЯ СРЕЗАЕМОГО СЛОЯ ПРИ РЕЗАНИИ ДРЕВЕСИНЫ 146

Глебов И.Т. ФРЕЗЕРОВАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЧАШЕК В БРЕВНАХ СРУБА ДОМА 150

Гриневич С.А., Алифировец Г.В. ХАРАКТЕР ИЗНОСА НОЖЕЙ ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩЕЙ МАШИНЫ 154

Гришкевич А.А., Аникеенко А.Ф., Кукреш А.С. КОНСТРУКЦИЯ ФРЕЗЫ СБОРНОЙ С ИЗМЕНЯЕМЫМИ УГЛОВЫМИ ПАРАМЕТРАМИ 158

Красиков А.С. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ СЕГОДНЯ 162

Лукаш В.Т., Гриневич С.А., Гришкевич А.А. МОЩНОСТЬ ПИЛЕНИЯ ЛАМИНИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ТВЕРДОСПЛАВНЫМИ ДИСКОВЫМИ ПИЛАМИ С ПЛОСКО-ТРЕУГОЛЬНЫМ ПРОФИЛЕМ ЗУБЬЕВ И ВОГНУТОЙ ПЕРЕДНЕЙ ГРАНЬЮ 164

Лукаш В.Т., Гриневич С.А. РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ДИСКОВЫХ ПИЛ С ПЛОСКО-ТРЕУГОЛЬНЫМ ПРОФИЛЕМ ЗУБЬЕВ С ВОГНУТОЙ ПЕРЕДНЕЙ ГРАНЬЮ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЛАМИНИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ПО КРИТЕРИЮ КАЧЕСТВА 170

Пашков В.К. БЕСЕДА ПРОФЕССОРА А.Л.БЕРШАДСКОГО ПО РЕЗАНИЮ ДРЕВЕСИНЫ 175

Полякова Т.В., Новоселов В.Г. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДА СТОЙКОСТИ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПО КРИТЕРИЮ «ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ» 181

Раевская Л.Т. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО НАДЕЖНОСТИ ПНЕВМОМОТОРОВ 184

Раповец В.В., Гришкевич А.А. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРИОДА СТОЙКОСТИ ДВУХЛЕЗВИЙНЫХ НОЖЕЙ С ТВЕРДЫМ СПЛАВОМ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ НА ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩИХ СТАНКАХ 188

Ремнев Г.Е., Линник С.А., Углов В.В., Кулешов А.К., Гришкевич А.А., Чаевский В.В. СТРУКТУРНЫЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА В РЕЗУЛЬТАТЕ МОЩНОЙ ИОННОЙ ОБРАБОТКИ И ОСАЖДЕНИЯ АЛМАЗНЫХ ПОКРЫТИЙ 192

Рогожникова И. Т., Новоселов В. Г. ГАММА-ПРОЦЕНТНЫЙ ПЕРИОД СТОЙКОСТИ ФРЕЗЕРНЫХ НОЖЕЙ ПО КРИТЕРИЮ «ШЕРОХОВАТОСТЬ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ» 198

Чаевский В.В., Гришкевич А.А., Жилинский В.В., Кулешов А.К. КОМБИНИРОВАННАЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ И ИОННО-ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА ЛЕЗВИЙ НОЖЕЙ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА 202

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИИ В ПЕРЕРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ

Балакин В.М., Галлямов А.А., Смольников М. И., Абдуллина К.Д. АНТИПИРЕНЬ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИУРЕТАНОВ ДИ- И ПОЛИАМИНАМИ	208
Гамрекели М.Н., Пургина П.С. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И УСЛОВИЯ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ АВТОНОМНЫХ МИНИ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ (ТЭС) ДЛЯ ЛЕСНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	214
Старжинский В.Н., Зинин А.В., Совина С.В. К ВОПРОСУ ШУМООБРАЗОВАНИЯ ПРИ РАБОТЕ УЗЛА ПОПЕРЕЧНОГО ЛИНОВАНИЯ БУМАГИ В ТЕТРАДНЫХ АГРЕГАТАХ	218
Старжинский В.Н., Зинин А.В. ВЛИЯНИЕ ВЫХЛОПНОЙ СИСТЕМЫ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ НА ЕЕ АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.	223
Чумарный Г.В. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА РИСКОВ ПРИ ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ ДЕРЕВООБРАБОТКИ	227
ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИНЖИНИРИНГА В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ	
Синегубова Е.С., Кириллович Н.Н. ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ЧТЕНИЮ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ	229
Тимофеева Л.Г., Арефьева О.Ю., Загребина Т.В., Рогожникова И.Т., Черемных Н.Н. НОВЫЕ ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ИНТЕРНЕТ-ТЕСТИРОВАНИЮ ПО ГРАФИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ	232
Янушкевич А. А., Федосенко И. Г. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОПИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА»	234
АННОТАЦИИ СТАТЕЙ	
	238

ДЕРЕВООБРАБОТКА:

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ, МЕНЕДЖМЕНТ XXI ВЕКА

ТРУДЫ
IX МЕЖДУНАРОДНОГО
ЕВРАЗИЙСКОГО СИМПОЗИУМА
23-25 сентября 2014 г.

Под научной ред. В.Г. Новоселова

ISBN 978-5-94984-475-5



Подписано в печать 18.09.2014 Формат 60×84 1/8

Бумага тип № 2 Печать офсетная

Усл. печ. л. 15,81

Тираж 120 экз.

Заказ № _____

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37

Размножено с готового оригинал-макета