

# Дерево-

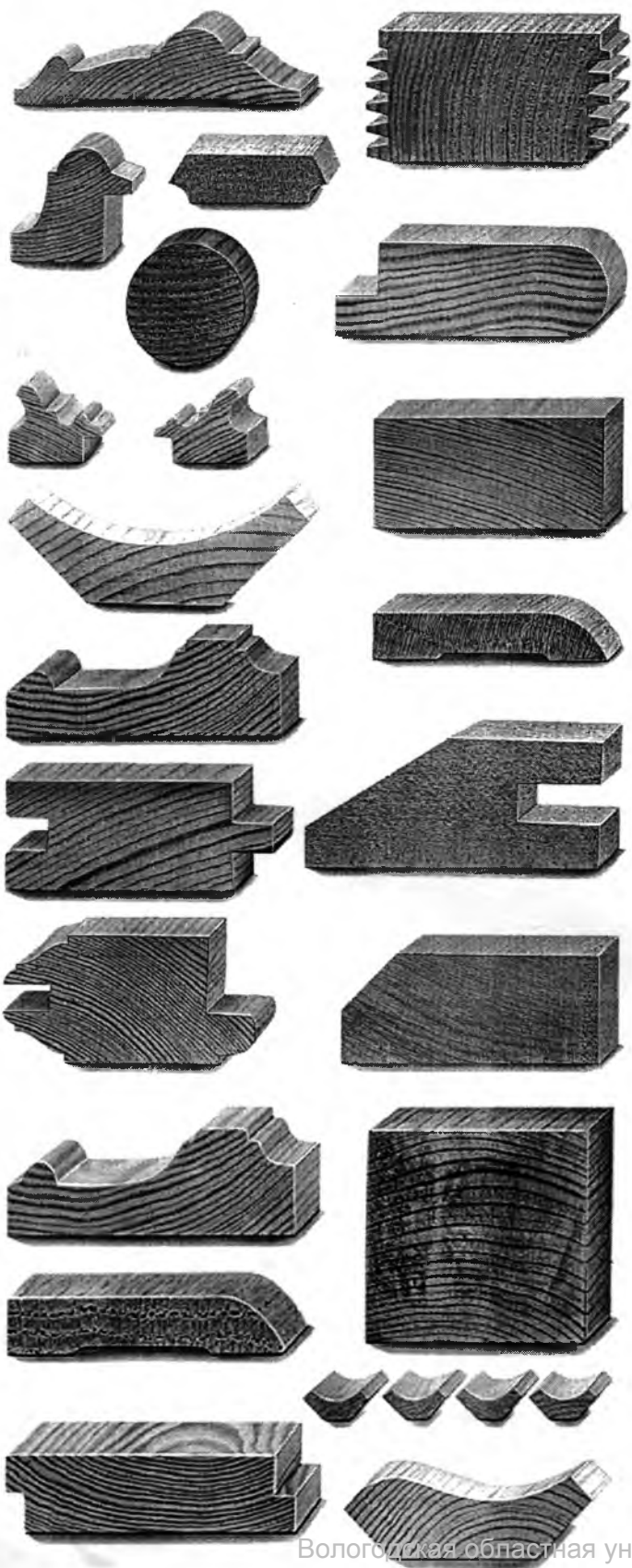
ISSN 0011-9008

# обработывающая промышленность

5/98



# Некоторые не поверят – но все эти и многие другие профили из древесины можно получить на станках **ВАЙНИГ**



Благородный, тёплый, живой материал. Так мы говорим о дереве, и у него нет достойных конкурентов. Прикоснитесь к умело изготовленной мебели или оконной створке из дерева, а потом, скажем, – из пластика, и Вы сами откажетесь от дальнейших сравнений.

Вряд ли кто-то способен сделать больше, чем ВАЙНИГ – мировой лидер по выпуску калёвочных станков, – чтобы и Вы начали производить самые совершенные изделия из древесины.

С предельной точностью.  
С красивой поверхностью.  
С большой прибыльностью.

Высокотехнологичный вайниговский станок в секунды превращает штабель шершавого пиломатериала в высококачественные продукты.

Знатоки определяют вайниговское качество с первого взгляда.  
И другого качества они не признают.

## Представительства:

Москва	4947019
Санкт-Петербург	9648994
Вологда	(812) 4665787
Новосибирск	213574
Екатеринбург	747305
Сыктывкар	425633
Ростов-на-Дону	535809
Красноярск	361611
Минск	2511060
Киев	5199589
Алматы	426907



**WEINIG**

**WACO**

**GRECON DIMTER**

**Обратись  
к «Вайнигу»!**

**С этого нужно начать**

Michael Weinig AG  
D-97941 Tauberbischofsheim  
Тел. (49) 9341/86-1677  
Факс (49) 9341/86-1693  
E-mail [weinig@t-online.de](mailto:weinig@t-online.de)  
Internet [www.weinig.com](http://www.weinig.com)

# Дерево

обработка  
промышленность

5/1998

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ

Я  
ГЬ  
НАЛ

**Учредители:**

Редакция журнала,  
Рослеспром,  
НТО бумдревпрома,  
НПО "Промысел"

Основан в апреле 1952 г.

Выходит 6 раз в год

**Редакционная коллегия:**

- В.Д.Соломонов  
(главный редактор),  
П.П.Александров,  
Л.А.Алексеев,  
А.А.Барташевич,  
В.И.Бирюков,  
В.П.Бухтияров,  
А.М.Волобаев,  
Г.А.Гукасян,  
А.В.Ермошина  
(зам. главного редактора),  
А.Н.Кириллов,  
В.М.Кисин,  
Ф.Г.Линер,  
Л.П.Мясников  
(консультант),  
В.И.Онегин,  
Ю.П.Онищенко,  
А.И.Пушков,  
С.Н.Рыкунин,  
Г.И.Санаев,  
Б.Н.Уголев

©"Деревообрабатывающая  
промышленность", 1998  
Журнал зарегистрирован в  
Роскомпечати  
Свидетельство о регистрации  
СМИ № 014990

Сдано в набор 26.08.98.  
Подписано в печать 15.09.98.  
Формат бумаги 60x88/8  
Усл. печ. л. 4,0. Уч.-изд. л. 6,6  
Тираж 900 экз. Заказ 1311  
Цена свободная  
ОАО "Типография "Новости"  
107005, Москва,  
ул. Фридриха Энгельса, 46

Адрес редакции:  
103012, Москва, К-12,  
ул. Никольская, 8/1  
Телефоны:  
923-78-61 (для справок)  
923-87-50 (зам. гл. редактора)

*Шалашов А.П., Стрелков В.П.* Концепция развития производства  
древесностружечных плит в России (основные положения) ..... 3

**НАУКА И ТЕХНИКА**

*Юркевич В.В., Гавриляка Е.Д.* Исследование движения оси шпинделя..... 6  
*Быстров А.Ф., Быстрова Э.С.* Методика теплотехнического и гидрав-  
лического расчета системы обогрева пресса..... 7

**ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

*Леонovich А.А., Царев Г.И., Кузнецов А.Г.* Экологически безопасная  
технология изготовления древесноволокнистых плит с использова-  
нием пены..... 11

**ЭКОНОМИТЬ СЫРЬЕ, МАТЕРИАЛЫ, ЭНЕРГОРЕСУРСЫ**

*Аношкин А.Н., Ханов А.М., Сиротенко Л.Д., Храпцов Ю.Д.,  
Чекменев А.В.* Прогнозирование эффективных показателей упруго-  
сти ацетилированной при термоуплотнении древесины ..... 13

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ОПЫТ**

*Рубцов А.С., Рабинович И.Н.* Система оперативного учета выполнения  
контрактов на отгрузку пиломатериалов..... 16  
*Журомский В.М., Журомский М.В.* Психрометр для промышленных  
сушильных камер..... 18

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА, УПРАВЛЕНИЕ, НОТ**

*Волобаев А.М., Сенькин А.Ю.* Антропометрический фактор в эргоди-  
заине деревообрабатывающих станков..... 21  
*Логвинов В.Н., Шевкаленко Г.И.* Применение деревянных конструк-  
ций в гибких строительных системах ..... 25  
*Самойлович К.Д.* Основные задачи по совершенствованию производ-  
ства древесностружечных плит на предприятиях концерна  
"Беллесбумпром" ..... 27

**ИНФОРМАЦИЯ**

*Барташевич А.А.* Минский мебельный салон..... 30

**КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ**

По страницам технических журналов ..... 32  
Новые книги ..... 10, 12

# CONTENTS

*Shalashov A.P., Strelkov V.P.* The concept of development of the wood particle boards in Russia (principal theses).....3

## SCIENCE AND TECHNOLOGY

*Yurkevich V.V., Gavrilyaka E.D.* The research of spindle axis movement .....6

*Bystrov A.F., Bystrova E.S.* The technique of thermal engineering and hydraulic calculation of the press heating system.....7

## PROTECTION OF ENVIRONMENT

*Leonovich A.A., Tsarev G.I., Kuznetsov A.G.* The foam-using ecologically safe process for producing wood fiber boards .....11

## TO SAVE RAW MATERIAL, MATERIALS, POWER RESOURCES

*Anoshkin A.N., Khanov A.M., Sirotenko L.D., Khrantsov Yu.D., Chekmenev A.V.* Forecasting the values of efficient resiliency constants of the wood acetylated under thermal condensation.....13

## PRODUCTION EXPERIENCE

*Rubtsov A.S., Rabinovich I.N.* The system of operational accounting of realizing sawn timber shipment contracts .....16

*Zhuromsky V.M., Zhuromsky M.V.* The psychrometer for industrial drying chambers.....18

## PRODUCTION ORGANIZATION, MANAGEMENT, SCIENTIFIC WORK ORGANIZATION

*Volobaev A.M., Senkin A.Yu.* The anthropometric factor in ergonomical design of woodworking machine-tools .....21

*Logvinov V.N., Shevkalenko G.I.* Application of wooden constructions in making varied building systems.....25

*Samoylovich K.D.* The principal tasks of improving the wood particle boards production at the concern "Bellesbumprom" plants.....27

## INFORMATION

*Bartashevich A.A.* Minsk furniture salon.....30

## CRITIQUES AND BIBLIOGRAPHY

Technical periodicals review .....32  
New books.....10,12

# INHALT

*Schalaschow A.P., Strelkow V.P.* Entwicklungskonzept der Holzspanplattenfertigung im Russland (Grundlagen).....3

## WISSENSCHAFT UND TECHNIK

*Jurkewitsch W.W., Gawriljaka E.D.* Forschung der Spindelachsbewegung .....6

*Bystrow A.F., Bystrova E.S.* Methodik der wärmetechnische und hydraulische Berechnung für Presseheizungssystem .....7

## UMWELTSCHUTZ

*Leonowitsch A.A., Tsarew G.I., Kusnezow A.G.* Ökologisch sichere Technologie der Holzfaserverplattenfertigung mit Schaumnutzung .....11

## ROHSTOFF, MATERIALEN, ENERGIERESSOURCEN SPAREN

*Anoschkin A.N., Chanow A.M., Sirotenko L.D., Chramzow Ju.D., Tschekmenew A.W.* Vorhersagen der effektive Biegsamkeitskennzahlen des Holzes das bei Thermoverdichtung acetylierend wird .....13

## BETRIEBSERFAHRUNG

*Rubzow A.S., Rabinowitsch I.N.* Operativ-berechnungssystem bei Kontrakterfüllung für Schnittholzverladen .....16

*Shuromski W.M., Shuromski M.W.* Psychrometer für industrielle Trocknungskammern .....18

## BETRIEBSORGANISATION, VERWALTUNG, WISSENSCHAFTLICHE ARBEITSORGANISATION

*Wolobaew A.M., Senkin A.Ju.* Antropometrischer Faktor in ergonomischer Holzbearbeitungsmaschinendesign .....21

*Logwinow W.N., Schewkalenko G.I.* Holzkonstruktionsnennutzung in vielseitig Bausystemen.....25

*Samojlowitsch K.D.* Hauptsächliche Vervollkommnungsaufgaben der Holzfaserverplattenfertigung auf Werken des Konzernes "Bellesbumprom" .....27

## INFORMATION

*Bartaschewitsch A.A.* Möbelsalon in Minsk .....30

## KRITIK UND BIBLIOGRAPHIE

Technische Zeitschriftenübersicht .....32  
Neue Bücher .....10,12

# КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ В РОССИИ (ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ)

*А. П. Шалашов, В. П. Стрелков* – ЗАО “ВНИИДрев”

В Российской Федерации производство древесностружечных плит в 1991 г. осуществлялось на 88 предприятиях на базе 97 линий, в 1996 г. – на 60 предприятиях на базе 75 линий. Суммарная мощность линий по производству ДСП (усл.) на 01.01.92. составляла 6163,2 тыс.м<sup>3</sup>, на 01.01.96. – 5333,4 тыс.м<sup>3</sup>. В 1996 г. было изготовлено 1,471, а в 1997 г. – 1,483 млн.м<sup>3</sup> ДСП, т.е. наблюдается некоторый рост объема их производства. Однако коэффициент использования производственных мощностей составил только 28%. Около половины всего объема ДСП в 1997 г. произведено в Московской, Пермской и Вологодской областях. В мире же производство и потребление ДСП ежегодно увеличиваются в среднем на 3%. По данным фирмы “FWI Wood International Ltd”, их потребление к 2000 г. составит 57 млн.м<sup>3</sup>/год.

Основные причины неудовлетворительной работы заводов ДСП в России делят на общеэкономические и технологические. Последние – это повышенные материало- и энергоёмкость продукции, обуславливающие ее повышенную себестоимость. Большинство плит не отвечают требованиям международных стандартов по токсичности и стабильности качества, недостаточен ассортимент выпускаемой продукции.

На действующих заводах по производству ДСП используются отечественные линии СП-25 проектной мощностью 25–35 тыс.м<sup>3</sup>/год, введенные в эксплуатацию в 60–70 годы, а также импортное оборудование различной мощности. Первые заводы на импортном оборудовании фирм “Зимпелькамп” и “Беккер ван Хюллен” (ФРГ) мощностью по 25–30 тыс.м<sup>3</sup> введены в эксплуатацию в начале 60-х годов. Спустя 10 лет были введены в строй заводы на базе финского оборудования: 5 линий фирмы “Раума-Репола” мощностью по 110 тыс.м<sup>3</sup> и 4 линии фирмы

“Валмет” мощностью по 250 тыс.м<sup>3</sup>. В 80-е годы началась эксплуатация 6 линий на базе одноэтажных прессов: фирмы “Бизон” (2 линии) и фирмы “Рауте” (4 линии).

Для сохранения производственного потенциала подотрасли ДСП и обеспечения его дальнейшего развития необходимо выполнить комплекс мероприятий по поддержанию работоспособности большинства действующих заводов ДСП, по реконструкции и техническому перевооружению части предприятий, а также по созданию новых производств на базе современных технологических линий.

К числу наиболее эффективных мер по поддержанию работоспособности действующих заводов по производству ДСП относятся:

- реконструкция участка формирования ковра с установкой новой формирующей станции типа “Классифермер” с роликовым классификатором (это обеспечивает уменьшение разнотолщинности плит и сокращение расхода древесного сырья и связующих на 10–13%);

- оснащение линии СП-25 разработанными ВНИИДревом автоматизированными системами подготовки и дозирования связующего (вместо традиционных аналогов), обеспечивающими поддержание оптимального соотношения стружка–клей (достигаемая при этом экономия связующего составляет до 10%);

- внедрение эффективных технологических процессов и оборудования для очистки сыпучего древесного сырья от минеральных и металлических включений;

- введение в технологический процесс производства ДСП дополнительной операции – измельчения сырой стружки;

- создание систем автоматического регулирования подачи сыпучего древесного сырья и оснащение ими узлов загрузки измельчающих уст-

ройств с целью оптимизации их работы;

- модернизация стружечных станков по вариантам, разработанным ВНИИДревом, – с переходом на безножевые способы измельчения древесного сырья для получения волокноподобной стружки (при прочих равных условиях применение такой стружки взамен игольчатой обеспечивает улучшение физико-механических показателей плит, а также снижение расхода смолы или плотности готовой продукции);

- максимальное вовлечение в производство ДСП опилок от лесопильных рам и круглопильных станков, стружки – отходов столярно-строительных производств, отсева технологической щепы, дробленки из шпон-рванины – с целью получения микростружки для формирования наружных слоев ДСП с мелкоструктурной поверхностью – на основе дооснащения линии ДСП системами приемки, хранения и дозированной подачи перечисленных древесных отходов и комплектами оборудования для сортирования древесных частиц, состоящими из ситовых, пневматических или роликовых сортировок и мельниц ДМ-8А для доизмельчения крупной фракции;

- расширение ассортимента выпускаемых ДСП путем организации на действующих технологических линиях производства следующих видов плит: атмосферостойких и водостойких для строительства, волокнисто-стружечных с улучшенными качественными показателями, бесформальдегидных (на изоцианатных связующих), трудногорюемых (на фосфатных связующих и антипиренах), плит “Супер Е1” для мебели и строительства, плит пониженной толщины и утолщенных – на основе дооснащения линии ДСП дополнительным химическим оборудованием, переоснащения стружечных центробежных станков для получения

волокноподобной стружки, проведения опытно-промышленного внедрения новых техпроцессов на технологических линиях ДСП, проведения исследований рынков сбыта новой продукции (выполнение этих работ позволит оперативно переводить линию ДСП на изготовление того или другого вида продукции – в зависимости от спроса рынка).

Для предприятий с большим сроком службы основного технологического оборудования целесообразны техническое перевооружение и реконструкция заводов ДСП – с установкой новых высокоэффективных технологических линий на базе одноэтажных прессовых установок и прессов “Контироль” (непрерывного действия проходного типа), изготавливаемых германскими фирмами “Зимпелькамп”, “Квернер Панел Систем”, шведской фирмой “Сундс-Дефибратор” и другими фирмами, – а также создание новых производств по переработке древесных отходов и низкосортной древесины в высококачественные и эффективные древесноплитные материалы.

Такое оборудование целесообразно устанавливать как на действующих предприятиях (взамен морально устаревших и изношенных линий по производству ДСП), так и в лесозыбыточных регионах России – при условии обеспечения соответствующих инвестиций из различных источников финансирования, наличия возможностей по реализации продукции и с учетом других факторов. Применение вышеперечисленного оборудования для производства ДСП обеспечивает снижение материало-, энерго- и трудоемкости продукции, а также улучшение ее показателей качества.

Следовательно, при этом улучшатся экономические показатели заводов ДСП и будет обеспечена конкурентоспособность плит на внутреннем и внешнем рынках. Расчеты показывают, что инвестиции на реализацию предлагаемых мер достаточно эффективны: срок окупаемости капитальных вложений в реконструкцию заводов ДСП на основе применения вышеперечисленного импортного оборудования – 5–8 лет. Стоимость одного комплекта оборудования мощностью 80–100 тыс.м<sup>3</sup>/год составляет 40–60 млн. ДМ (марок ФРГ). Срок окупаемости таких вложений можно сократить до 2–3 лет путем дооснащения соответствующими

линий участками для ламинирования или переработки части плит в заготовки и отделанные мебельные детали.

Инвестиции на реконструкцию действующего завода ДСП по предлагаемым вариантам меньше инвестиций на строительство нового завода, так как сохраняются имеющиеся производственные площади, помещения, участки приемки и подготовки древесного сырья, связующих и химикатов, а также вся инфраструктура предприятия. Соответственно в первом случае меньше и сроки окупаемости инвестиций.

В связи с отсутствием в настоящее время в России производства основного технологического оборудования для изготовления ДСП, отвечающего современным требованиям, необходимо в ближайшие годы использовать в основном импортное технологическое оборудование, выпускаемое вышеперечисленными фирмами. Одновременно целесообразно налаживать производство аналогичных технологических линий в России – на основе создания совместных предприятий по изготовлению соответствующего оборудования, закупки лицензий на изготовление этого оборудования, а также на основе использования результатов отечественных разработок по созданию нового, высокоэффективного оборудования.

Последнее требует проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по следующим основным направлениям:

- по доводке технологических линий с одноэтажными прессовыми установками с применением метода продувки стружечного ковра газообразным теплоносителем (один из вариантов такой линии осваивается в настоящее время для производства плит МДФ в ЗАО “Плитспичпром”);
- по предлагаемому ЗАО “ВНИИ-Древ” варианту формовочно-прессовой двухкаландровой установки непрерывного действия проходного типа, имеющему ряд преимуществ перед известными аналогами;
- по созданию отдельного позиционного оборудования, соответствующего по техническому уровню зарубежным аналогам, и т.д.

Необходимость изготовления оборудования для производства ДСП на машиностроительных заводах России обусловлена также тем, что при поставке оборудования по импорту предприятие-покупатель вынуждено

нести дополнительные расходы: на НДС (20%) и на таможенную пошлину (до 15%), что означает суммарное удорожание такого оборудования на 25–35%.

Одно из основных направлений развития подотрасли ДСП – организация производства новых видов древесных плит для нужд строительства, для изготовления высококачественной мебели и для других целей. Анализ тенденций развития мирового рынка листовых материалов на древесной основе показывает: экономически целесообразна организация в России производства ДСП из ориентированной крупноразмерной стружки (ОСБ), “вафельно-стружечных” плит для строительства, а также древесноволокнистых плит средней плотности (МДФ), которые будут использоваться вместо ДСП при изготовлении высококачественной мебели.

ОСБ и МДФ широко распространены в мире с 1970 г. Объем производства ОСБ ежегодно возрастает в год на 16%. В 1993 г. мировой объем производства ОСБ составил 10 млн.м<sup>3</sup>/год, а к 2000 г., по прогнозам финской фирмы “FWI Wood International Ltd”, он удвоится. Мировой объем производства МДФ в 1993 г. составил 7,7 млн.м<sup>3</sup>/год, а к 2000 г. он увеличится примерно до 19 млн.м<sup>3</sup>/год. В России производство ОСБ отсутствует. Основной потребитель этих плит – строительство, где они используются взамен водостойкой фанеры. Эти плиты примерно в 1,5 раза дороже традиционных ДСП и по стоимости соответствуют фанере. С учетом этого можно предполагать, что сбыт российских ОСБ на внутреннем и внешнем рынках будет обеспечен – причем в России он будет более эффективен, чем за рубежом.

Первое производство МДФ в России появилось летом 1997 г. в пос. Шексна, Вологодской обл., где введена линия германской фирмы “Бизон” мощностью 50 тыс.м<sup>3</sup>/год. В ноябре 1997 г. начал действовать участок по производству МДФ мощностью 30 тыс.м<sup>3</sup>/год в г. Балабанове, Калужской обл. Ориентировочная потребность в МДФ по России в настоящее время составляет около 500 тыс.м<sup>3</sup>/год и в последующем, по мере выхода страны из кризиса, должна увеличиться в несколько раз. Изготавливаемые вышеуказанными двумя предприятиями МДФ толщиной

16 мм реализуются на внутреннем рынке по цене около 30 руб./м<sup>2</sup> (319 долл. США/м<sup>3</sup>), что на 12–22% больше по сравнению с уровнем цен на западноевропейском рынке. Это также подтверждает необходимость создания и расширения отечественного производства МДФ и целесообразность реализации его продукции преимущественно на внутреннем рынке. (В настоящее время этот рынок не заполнен. Некоторые предприятия по производству мебели,

расположенные в европейской части России, приобретают для своих целей МДФ в Западной Европе.)

#### Выводы

Для создания в России предприятий по производству вышеперечисленных новых видов древесных плит целесообразно первоначально использовать основы известных, хорошо зарекомендовавших себя импортных технологических линий, дополняя их имеющимся отечест-

венным оборудованием по отдельным участкам производства, в том числе: для приемки и подготовки древесного сырья и материалов, по размолу щепы на волокно, системами и средствами контроля и автоматизации и др. Одновременно следует проводить работы по созданию современных отечественных технологических линий, по техническому уровню соответствующих упомянутым зарубежным аналогам, и по организации их производства.

## ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

Напоминаем, что теперь подписная кампания проводится 2 раза в год (по полугодию).

В розничную продажу наш журнал не поступает, в год выходит 6 номеров, индекс журнала по каталогу газет и журналов Агентства "Роспечать" 70243.

Если вы не успели оформить подписку с января, это можно сделать с любого месяца.

Кроме того, по вопросам подписки читатели могут обращаться в редакцию журнала "Деревообрабатывающая промышленность" по адресу: 103012, Москва, Никольская ул., дом.8/1 (телефоны в Москве: (095) 923-7861, 923-8750).

Зарубежные читатели могут оформить подписку на журнал "Деревообрабатывающая промышленность" с доставкой в любую

страну по адресу: 117049, Москва, Россия, ул. Большая Якиманка, 39, АО "Международная книга", фирма "Периодика", телефон (095) 238-4967, факс 238-4634.

Подписка производится по экспортному каталогу АО "Международная книга", цены которого включают авиадоставку. Оплата – или в иностранной валюте, или в рублях с пересчетом по курсу ММВБ на день платежа.

Подписчикам в АО "Международная книга" предоставляется скидка 10%, доставка с любого срока, подписка может быть оформлена на любой срок.

Кроме того, подписаться на наш журнал можно через фирмы и организации любой страны, имеющие деловые отношения с АО "Международная книга".

Редакция

УДК 674.055:621.914.3.002.54

# ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ОСИ ШПИНДЕЛЯ

*В. В. Юркевич, Е. Д. Гавриляка*

Известно, что траектория движения оси вращающегося шпинделя является замкнутой кривой [1]. Форма и размеры траектории зависят от внешних сил, действующих на опоры шпинделя, конструкции опор, натягов в подшипниках, скорости вращения шпинделя, его теплового состояния и многих других факторов. Таким образом, траекторию можно считать интегральным показателем точности шпиндельного узла. С целью изучения зависимости параметров траектории от различных внешних факторов были проведены испытания шпинделя четырехстороннего продольно-фрезерного станка С16-1А, а также стендовые испытания станка в лаборатории диагностики и надежности машин МГТУ «Станкин».

При измерениях параметров траектории оси шпинделя станка С16-1А [2] на переднем конце шпинделя крепят

бронзовое кольцо – с ним взаимодействуют два вихретоковых датчика, расположенные под углом 90 град. друг к другу. Датчики соединены проводами с усилителем ИП-22. Усиленный последним первичный сигнал датчика подается на катодный осциллограф С-8-17. Результаты измерений приведены на рис. 1: а, в, д – это траектории за 60 об. шпинделя; б, з, е – за 1 об. Сопоставление траекторий показывает, что движение оси шпинделя имеет стохастическую природу.

Обработка экспериментальных данных методами математической статистики выявила: дисперсия  $\sigma$  составляет 4 мкм, что говорит о высокой устойчивости движения оси шпинделя. При нагружении шпинделя радиальной силой  $P_{xy} = 100$  Н (рис. 1, а, б) траектория приобретает форму неправильного эллипса – при этом направление действия силы  $P_{xy}$  совпадает с малой осью эллипса. На рис. 1, в, з приведены траектории при регулировке предварительного натяга в передней опоре шпинделя, равного 4 мкм, что соответствует требованиям технической документации на шпиндель ШУ-00.000. На рис. 1, д, е приведены траектории для тех же условий работы при регулировке опор до нулевого натяга. Как видно из сравнения рис. 1, д, е с рис. 1, в, з, при снижении натяга размер траектории увеличивается.

Проведенные расчеты [1] позволили определить, что снижение натяга с 4 мкм до 0 приводит к возрастанию ступенчатости обработки поверхности заготовки, которая возникает при прохождении четырех ножей фрезы, на величину до 16 мкм. Это еще раз подтверждает – выбор величины предварительного натяга в опорах шпинделя значительно влияет на точность обработки.

Экспериментальные исследования [3], проведенные на стенде, позволили выявить влияние других внешних факторов, которые приведены на рис. 2. При прокрутке шпинделя от руки (рис. 2, а) траектория движения его оси имеет вид, близкий к окружности. Эту траекторию описывает ось переднего конца шпинделя при отсутствии внешних силовых воздействий. Она результат кинематического взаимодействия шариков и дорожек внутреннего и наружного колец радиально-упорного однорядного шарикоподшипника 205 (ГОСТ 8338–75). Диаметр траектории равен 17 мкм, при этом отклонение от окружности не превышает 0,5 мкм.

На рис. 2, а представлены пять траекторий, каждая из которых соответствует одному из пяти оборотов шпинделя. Как видно из рисунка, все они наложились друг на друга, т.е. рассеивание не превышает толщины луча осциллографа, которая составляет примерно 0,5 мкм. На рис. 2, б приведены для сравнения две траектории – для различных условий работы шпинделя – вторая из них (во времени) получена путем наложения на первую после перехода на другой вид нагружения. Сравниваются траектории при частоте вращения шпинделя  $n$ , равной 1400 мин<sup>-1</sup>, нормальном дисбалансе (кривая 1) и нагружении центробежной силой  $P_c$ , равной 100 Н (кривая 2).

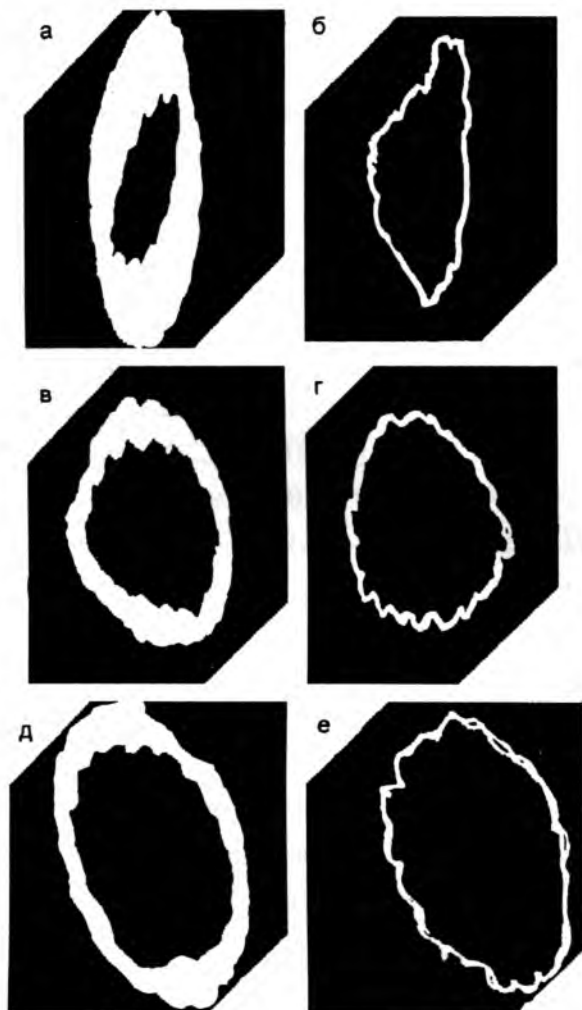


Рис.1. Траектории движения оси шпинделя продольно-фрезерного станка С16-1А при  $n = 3500$  мин<sup>-1</sup>

Центробежная сила развивалась с помощью груза, который закреплялся на шпинделе.

Как видно из рис. 2, б, дополнительная центробежная сила обуславливает возрастание диаметра траектории на 0,5–1,5 мкм, что объясняется дополнительной деформацией подшипникового узла. Также следует отметить: при вращении шпинделя с  $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$  траектория больше отличается от окружности, чем при его прокрутке от руки, а дисперсия увеличивается до 1,5 мкм.

На рис. 2, в приведены две траектории движения оси шпинделя при  $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$ : без радиального нагружения (кривая 1) и с радиальным нагружением силой  $P_{xy} = 50 \text{ Н}$  (кривая 2). Запись траекторий 1 и 2 производилась с промежутком времени не более 20 с. Как видно из рис. 2, в, траектория при действии радиальной силы приобретает форму эллипса и смещается в направлении действия силы  $P_{xy}$ . При этом большая ось траектории 2 равна диаметру траектории 1, а малая ось овала 2 на 6 мкм меньше диаметра траектории 1. Смещение траектории 2 относительно траектории 1 составляет 4 мкм. Оно объясняется дополнительной деформацией передней опоры шпинделя.

На рис. 2, г приведен тепловой тренд (изменение) траектории движения оси шпинделя при его непрерывной работе. Порядок испытаний был следующим. Сразу по включении холодного шпинделя снимали первую траекторию (самую нижнюю), затем траектории снимали через каждые 5 мин. Как видно из рис. 2, г, траектория под действием температурных деформаций деталей шпинделя и его крепления на основании перемещается вверх и вправо. Сначала перемещения значительны, но по мере выхода шпинделя на стабильный тепловой режим расстояние между траекториями становится все меньше и меньше. После 20 мин работы шпиндель выходит на установившийся тепловой режим. Общее смещение траектории при прогреве шпинделя составляет около 100 мкм, что в несколько раз превышает ее размер. Это говорит о том, что в процессе работы станка изменяется его настройка на размер.

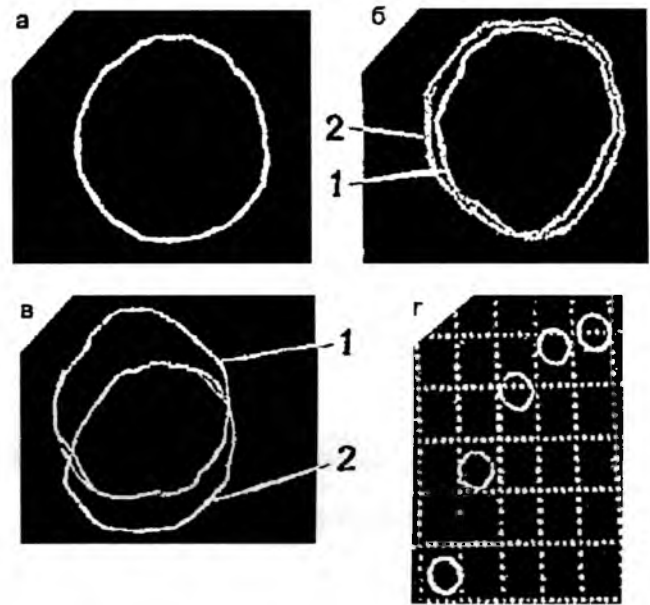


Рис. 2. Траектории движения оси шпинделя, полученные на стенде

Приведенный экспериментальный материал обеспечивает возможность более эффективного использования станка С16-1А.

#### Список литературы

1. Юркевич В.В. Влияние траектории движения шпинделя на профиль обрабатываемой поверхности // Деревообрабатывающая пром-сть. – 1997. – № 2. – С. 5–6.
2. Юркевич В.В. Программные испытания шпинделей деревообрабатывающих станков // Новости машиностроительного производства: Информ. сб. – 1991. – Вып. 2. – С. 45–48.
3. Юркевич В.В. Испытательно-диагностический стенд для испытания шпинделей станков // Проектирование технологических машин. – 1997. – Вып. 6. – С. 77–78.

УДК 697.4

## МЕТОДИКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО И ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СИСТЕМЫ ОБОГРЕВА ПРЕССА

**А. Ф. Быстров**, канд. техн. наук, **Э. С. Быстрова** – ЗАО “Престиж”

Двустороннее облицовывание шпоном (на клеях горячего отверждения) древесностружечных плит (ДСП) – важная технологическая операция в производстве дверных полотен. Она реализуется с помощью горячих прессов, плиты которых должны иметь температуру в пределах 140–150°C.

ЗАО “Престиж” (С.-Петербург) был приобретен подержанный импортный двухэтажный пресс с паровым

обогревом плит. Была поставлена задача – разработать схему системы обогрева плит жидким теплоносителем, произвести тепловой и гидравлический расчет для разных режимов работы пресса, рассчитать и подобрать все элементы схемы.

В качестве теплоносителя выбрали ароматизированное масло АМТ-300Т, имеющее температуру кипения в пределах 250–450°C.

Схема системы обогрева плит пресса (см. рисунок) разработана по аналогии со схемой водяной насосной системы отопления. В качестве источника тепла был принят электродкотел 2, нагревательными приборами являются плиты пресса 12.

Циркуляционный насос 1 осуществляет движение теплоносителя по циркуляционному контуру 3. Расширительный бак 6 с расширительным 7 и переливным 15 трубопроводами оснащается системой дистанционного контроля верхнего и нижнего уровня масла 4, датчиками которой являются стержневые указатели уровня 5. Высотное расположение бака 6 и место подсоединения расширительной трубой на всасывающей стороне циркуляционного насоса исключают возможность вскипания масла и обеспечивают поддержание избыточного давления в циркуляционном контуре.

Бак 14 аварийного слива масла из системы через сливной трубопровод 16 – это дополнительный специфический элемент данной схемы. Он выполняет также функции приема перелива с расширительного бака и подпитки системы с помощью насоса 18 по трубопроводу подпитки 17. Схема укомплектована средствами 13 удаления воздуха и системой 8 автоматического поддержания температуры поверхности плит пресса на заданном уровне. Основные элементы системы – регулирующие клапаны 9 с электроприводом и терморпары 10, установленные в плиты. Пресс обеспечивает одновременную обработку двух изделий 11.

Расчет необходимой мощности электродкотла системы с учетом рабочих режимов сжатия и перезарядки выполняется путем решения уравнения баланса тепла

$$Q_3 = Q_n + Q_{\text{н}} + Q_{\text{т}}, \quad (1)$$

где  $Q_3$  – расход электроэнергии на нагрев системы обогрева в эксплуатационном режиме с учетом тепловых потерь, кВт;

$Q_n$  – потери тепла нагретой поверхностью плит пресса, кВт;

$Q_{\text{н}}$  – затраты энергии на нагрев изделий и компенсацию потерь тепла изделиями, кВт;

$Q_{\text{т}}$  – потери тепла элементами системы (трубопроводами, расширительным баком, электродкотлом и др.), кВт.

Уравнение составлено для условий, когда вся система уже нагрета, а температура поверхности плит  $t_{\text{н}} = 145^{\circ}\text{C}$  (эксплуатационный режим). Продолжительность рабочего цикла принята равной 4 мин: продолжительность загрузки – 0,5 мин, выдержки – 3 мин, выгрузки изделия – 0,5 мин. Часовое число циклов составляет 15.

Для подсчета тепла, теряемого нагретой поверхностью плит пресса, используется уравнение

$$Q_n = \alpha_n F_n (t_n - t_{\text{в}}), \quad (2)$$

где  $\alpha_n$  – коэффициент теплоотдачи нагретой поверхности, определяемый по [1] с учетом ее расположения (верхняя, боковая, нижняя), кВт/м<sup>2</sup>·°C;

$F_n$  – площадь поверхности теплоотдачи, м<sup>2</sup>;

$t_{\text{н}}, t_{\text{в}}$  – температура поверхности теплоотдачи и воздуха помещения соответственно, °C.

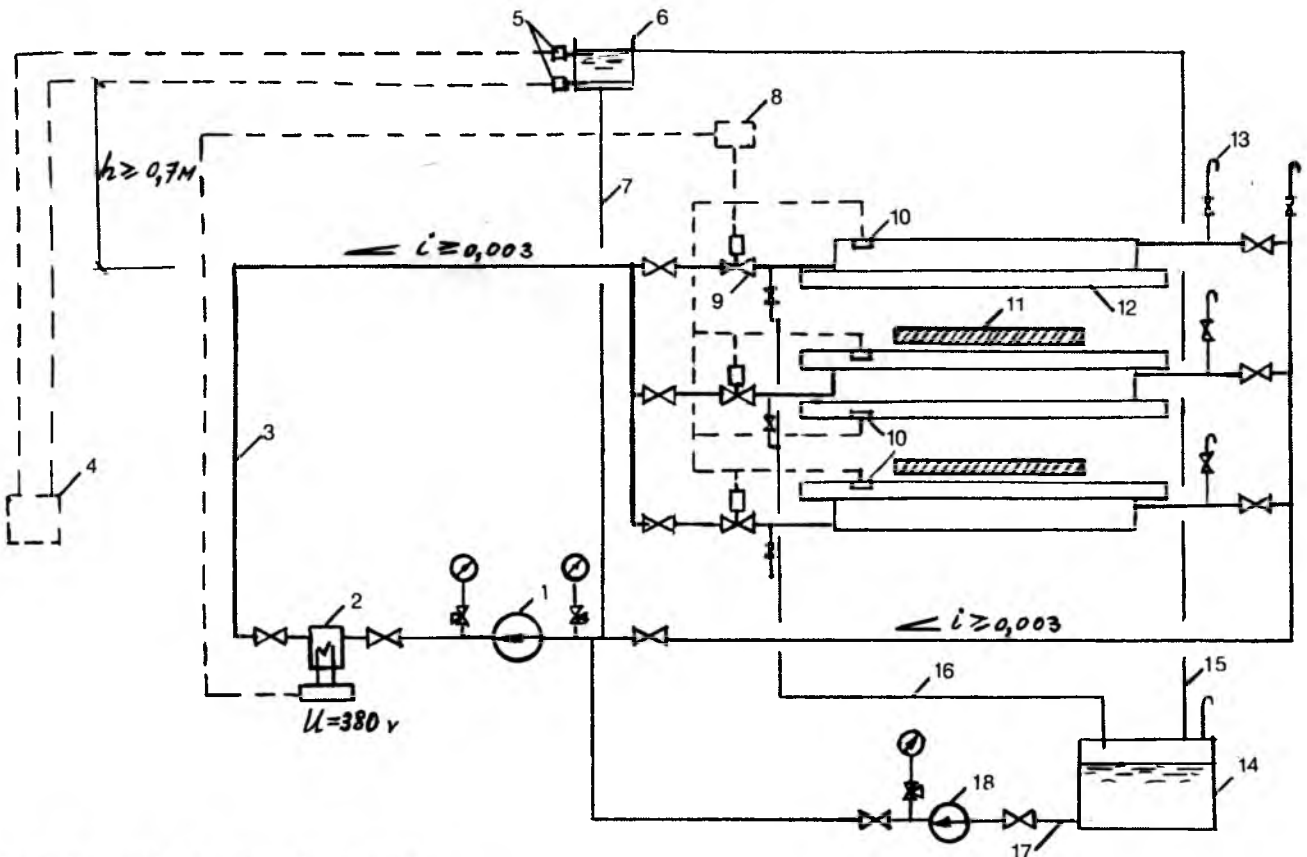


Схема системы обогрева плит пресса

Для подсчета затрат тепла на нагрев изделий и компенсацию потерь тепла элементами системы используется уравнение

$$Q_n = C \rho V \Delta t = C G \Delta t, \quad (3)$$

где  $C$  – массовая теплоемкость, кДж/кг · °С;  
 $\rho$  – плотность материала, кг/м<sup>3</sup>;  
 $V$  – объем материала, м<sup>3</sup>;  
 $G$  – масса материала, кг;  
 $\Delta t$  – перепад уровней температуры при нагреве массы, °С.

Переход к единой размерности в расчетах производится с учетом соотношения

$$1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ кДж}. \quad (4)$$

Используя формулы (1)–(4), расчет был выполнен в табличной форме. Получено, что  $Q_c = 14,2$  кВт,  $Q_p = 22,7$  кВт. Здесь  $Q_c$ ,  $Q_p$  – потребляемая мощность электродвигателя при сомкнутых и разомкнутых плитах пресса соответственно, кВт.

С учетом вышеприведенных величин продолжительности рабочего цикла и его составных частей потребляемая мощность электродвигателя

$$Q_3 = \left( \frac{3}{4} Q_c + \frac{1}{4} Q_p \right) 1,12, \quad (5)$$

где 1,12 – коэффициент, учитывающий нестационарность тепловых процессов и ряд других неучтенных факторов.

Для нашего примера расчета  $Q_3$  составила 18,3 кВт. С некоторым запасом потребляемая мощность электродвигателя была принята равной 20 кВт.

Используя выражения (3) и (4), было определено количество тепловой энергии  $E$ , необходимое для разогрева пресса при сомкнутых плитах, и теплоносителя из стартового положения, когда  $t_n = t_s$ . Оно составило 142 кВт·ч. Следовательно, при установленной мощности электродвигателя  $Q_3 = 20$  кВт время разогрева (ч)

$$\tau_p = E/Q_3 = 142/20 = 7. \quad (6)$$

В реальных условиях плиты пресса и теплоноситель к началу нового разогрева будут иметь  $t_n > 18^\circ\text{C}$ . Если продолжительность интервала между сменами обозначить через  $\tau_c$ , то величину  $\tau_p$  можно найти из уравнения баланса тепла

$$Q_t(\tau_c - \tau_p) = (Q_3 - Q_t) \tau_p, \quad (7)$$

где  $Q_t = 5,8$  кВт – средние потери тепла за время нагревания (остывания), кВт.

Отсюда

$$\tau_p = \tau_c Q_t / Q_3, \quad (8)$$

Анализ формулы (8) показывает: для того чтобы  $\tau_p$  уменьшилось, надо либо сократить  $\tau_c$  (например, перейти с односменной на двухсменную работу), либо увеличить установленную мощность электродвигателя  $Q_3$ , либо улучшить тепловую изоляцию всех элементов системы и тем самым снизить  $Q_t$ .

Было принято решение увеличить установочную мощность электродвигателя до 75 кВт и тем самым обеспечить сокращение продолжительности разогрева до 1,2 ч. Разогрев производился до начала смены.

Полезный объем расширительного бака определяется зависимостью

$$V_n^{PB} = \beta(t_m - t_s)V_c, \quad (9)$$

где  $\beta = 0,00072$  л/л·°С – коэффициент термического расширения масла АМТ-300Т [2];

$t_m, t_s$  – температура разогретого до рабочего состояния масла и воздуха помещения соответственно, °С;

$V_c$  – объем системы нагрева, л.

Полезный объем заключен между верхним и нижним уровнями масла в баке в разогретом состоянии. Верхний уровень располагается ниже верха бака на 100 мм (уровень переливной трубы), а нижний – выше днища на 150 мм.

$V_c$  определяется заполнением системы водой до переливной трубы расширительного бака и сливом с измерением количества. В нашем случае  $V_c = 1050$  л.

Полезный объем аварийного бака (л) определяется как сумма

$$V_n^{AB} = V_{nn} + V_n^{PB} + V_s + V_T, \quad (10)$$

где  $V_{nn}, V_n^{PB}, V_s, V_T$  – объем внутренних полостей плит, расширительного бака, электродвигателя и труб соответственно, л.

В нашем случае было принято, что

$$V_n^{AB} = V_c = 1050 \text{ л}.$$

При аварийном сливе масла в бак его уровень должен быть ниже крышки бака на 100–150 мм.

Требуемая производительность циркуляционного насоса (м<sup>3</sup>/ч)

$$G_m = 3,6 \cdot 10^3 Q_3 / c \rho \Delta t, \quad (11)$$

где  $Q_3$  равна в нашем случае 18,3 кВт;  
 $c = 1,9$  кДж/кг·°С – удельная теплоемкость масла при рабочей температуре  $t = 150^\circ\text{C}$  [2];

$\rho = 996$  кг/м<sup>3</sup> – плотность теплоносителя (масла) при  $t = 150^\circ\text{C}$  [2];

$\Delta t \leq 5^\circ\text{C}$  – рекомендуемый перепад температур теплоносителя (масла) на входе и выходе из плит пресса, °С [2].

Данный перепад обеспечивает равномерность прогресса плит по всей поверхности.

В насосных системах водяного отопления (например, 100-квартирного жилого дома) потери давления составляют 5–10 кПа. Давление, обеспечиваемое циркуляцион-

ным насосом, должно быть не ниже потерь давления при пропуске по циркуляционному контуру расчетного расхода теплоносителя  $G_m$ . Следует иметь в виду, что вязкость используемого теплоносителя (масла) при одинаковых условиях примерно в 5 раз выше вязкости воды. Достаточно велики потери давления в каналах греющих плит. Ориентировочные расчеты показывают, что давление, создаваемое циркуляционным насосом, должно быть не ниже 30–50 кПа. К установке был рекомендован насос с параметрами:  $G_m = 7 \text{ м}^3/\text{ч}$  (не ниже) и  $P = 50 \text{ кПа}$  (не менее).

Подпиточный насос должен создавать давление, превышающее гидростатическое давление системы на 50 кПа, и производительность ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) не ниже  $0,5 V_c$ .

### Выводы

Испытания пресса на высокотемпературном органическом теплоносителе с предложенной авторами схе-

мой системы обогрева показали большую сходимость экспериментальных данных с расчетными: разброс температур на поверхности греющих плит составлял  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

Предложенная схема системы обогрева пресса позволила получить филенку значительно более высокого качества, нежели при работе на прессах с электрообогревом.

Использование новой схемы системы обогрева пресса обеспечивает возможность более эффективно регулировать температурный режим его работы.

### Список литературы

1. Богословский В.Н., Сканава А.Н. Отопление: Учеб. для вузов. – М.: Стройиздат, 1991. – 735 с.
2. Отлев И.А., Штейнберг Ц.Б. Справочник по древесностружечным плитам. – М.: Лесная пром-сть, 1983. – 240 с.

## НОВЫЕ КНИГИ

### Экономика и право

**Зимин А.Ф.** Оценка качества индивидуальных и коллективных результатов деятельности на предприятиях. – Уфа: Фонд содействия развитию научных исслед., 1997. – 148 с.

**Лапина А.А.** Налогообложение физических лиц: Комментарии к проекту Налогового кодекса РФ. – М.: МЦФЭР, 1997. – 64 с.

**Лунев В.М.** Управление зарубежной промышленной фирмой: Учеб. пособ. – Новосибирск: Изд-во НГА-ЭиУ, 1997. – 165 с.

**Менеджмент.** Маркетинг. Персонал / Под ред. А.Г.Поршнева,

М.Л.Разу, Ю.В.Якутина – М.: АКДИ “Экономика и жизнь”, 1997. – 295 с.

**Мескон М., Альберт М., Федури Ф.** Основы менеджмента / Пер. с англ. – М.: Дело, 1997. – 701 с.

**Налоги:** в дорожные фонды, на имущество предприятий. Исчисление и уплата. – М.: Приор, 1997. – 48 с.

**Полонский Ю.** Предприниматель без образования юридического лица. – 4-е изд., перераб., доп. – М.: Ось-89, 1997. – 144 с.

**Подпорин Ю.** Налог на прибыль: порядок исчисления и ответственность. В вопр. и ответах для пред-

приятий всех форм собственности. – М.: Главбух, 1997. – 112 с.

**Принцип активизации в социальной работе /** Под ред. Ф.Парслоу; Пер. с англ. – М.: Аспект-Пресс, 1997. – 223 с.

**Фегеле З.** Директ-маркетинг: 99 практических советов, как найти потребителя / Пер. с нем. – М.: Интер-эксперт, 1998. – 254 с.

**Щадилова С.Н.** Расчет заработной платы на предприятиях всех форм собственности: Практ. руководство. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: ДИС, 1998. – 176 с.

## Вниманию ученых, специалистов и производителей-практиков, имеющих отношение к древесным плитам

Кафедра древесных пластиков и плит Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии проводит **17–18 марта 1999 г.** научно-практический семинар по теме “Древесные плиты: теория и практика”.

Тематика семинара: совершенствование технологий производства ДСП и ДВП, новые смолы и связующие, плиты со специальными свойствами, новое оборудование, повышение экономической эффективности производства плит, экологические аспекты.

К участию в семинаре приглашаются научно-исследовательские и проектные организации, производители плит, смол и оборудования. **По всем вопросам обращаться по адресу:** 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5, Лесотехническая академия, кафедра древесных пластиков и плит. Тел. 550-06-98, доб. 33; факс 550-08-15; тел. 249-44-84 (до 9 утра и после 21 ч.).

Отчет о предыдущем семинаре опубликован в журнале “Деревообрабатывающая промышленность”, 1997, № 4, С. 29–31.

УДК 674.817-41.02:66.01

# ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕНЫ

**А.А.Леонович, Г.И.Царев, А.Г.Кузнецов** – С.-Петербургская лесотехническая академия

По существующей технологии изготовления древесноволокнистых плит (ДВП) по мокрому способу на 1 т готовой продукции потребляется до 40 м<sup>3</sup> свежей воды – с обязательной очисткой сточных вод. Сокращение расхода воды достигают путем повышения степени замкнутости цикла водоиспользования и увеличения концентрации массы при ее транспортировании, хранении и отливке. Научно обоснована возможность повышения концентрации массы до 3–5% [1]. При этом предусматривалось дополнительно оборудовать отливную машину вибрационным столом для достижения равномерности распределения волокон в ковре. Другое направление повышения концентрации древесноволокнистой массы – ее вспенивание (пенная технология).

Подвижность и равномерность массы повышенной концентрации можно обеспечить введением в нее пузырьков пены размером 50–90 мкм при использовании неионогенных ПАВ типа ОП-10 и ОС-20 [2]. Они понижают вязкость массы, которая при 5%-ной концентрации и

кратности вспенивания 1,3 имеет ту же подвижность, что и традиционно применяемая в производстве ДВП. Однако этот способ не был реализован из-за значительных энергетических затрат на механическое перемешивание древесной массы, токсичности сточных вод, содержащих указанные ПАВ, и низкой прочности получаемых при этом ДВП.

Нами разработана технология изготовления ДВП из древесной массы повышенной концентрации с замкнутым циклом использования химической добавки. В качестве последней применили специально для этого модифицированное талловое масло (ТМ), обладающее свойством ПАВ. Вспенивание суспензии с химической добавкой обеспечивали барботированием воздуха при давлении 0,25±0,05 МПа через поток массы. Необходимую продолжительность существования вспененной трехфазной системы обеспечивали путем согласования двух скоростей: формирования и обезвоживания древесноволокнистого ковра. Наличие пены в ковре приводило к замедлению водоотдачи (рис. 1, кривая 1) и его значительной деформируемости на пресовой части отливной машины.

Для разрушения выполнившей свои функции пены использовали прием, заключающийся в создании условий нейтрализации поверхностно-активных свойств химической добавки. При использовании в качестве ПАВ омыленного модифицированного ТМ этого достигали введением в него сульфата меди (CuSO<sub>4</sub>) [3]. По разработанной технологии модифицированное ТМ в форме ПАВ переводили в водонерастворимую соль по реакции:

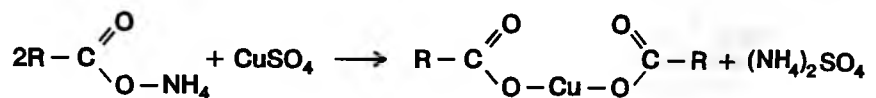
Образование соли сопровождалось резким изменением поверхностного натяжения жидкой фазы и разрушением пены с осаждением продуктов взаимодействия химических добавок на волокнах (см. рис. 1, кривая 3). Указанные превращения с полным разрушением пены протекали практически мгновенно: они завершались в течение 3 с после введения сульфата меди (на рассмотренном рисунке кривые 3 и 1 совпадают). Переводом ПАВ в водонерастворимую соль на данной стадии обеспечивали формирование волокнистого ковра по режиму традиционной технологии. При этом создавали условия для использования химических добавок по замкнутому циклу.

Авторами разработана схема технологического процесса производства ДВП, отличающаяся наличием операции разделения оборотных вод на два потока: один из них (с активным ПАВ) возвращается непосредственно в технологическую линию для проведения вспенивания, а второй, содержащий видоизмененное ПАВ, – на отстаивание (рис. 2). Образующийся осадок, в состав которого входят водонерастворимые соли высших жирных кислот, подается на распределительное устройство и наносится на поверхность ковра для улучшения физико-механических показателей ДВП. Осветленная вода направляется в основную технологический поток. Эти меры исключают попадание используемых химических добавок и продуктов их взаимодействия в сточные воды. При использовании данной схемы водоотребление свежей воды существенно уменьшается.



**Рис. 1.** Изменение водосодержания ковра (Y) в процессе его формирования:

1 – из массы по традиционной технологии; 2 – из вспененной массы; 3 – то же, после введения осадителя пены



Способ введения модифицированного ТМ	Предел прочности при изгибе, МПа		Разбухание по толщине, %		Водопоглощение, %	
	$\sigma$	$S_{\sigma}$	N	$S_N$	A	$S_A$
В массу	38	1,9	16	0,8	18	0,9
То же, с дополнительным нанесением на ковер	39	2,0	11	0,6	14	0,7
Контрольные образцы (без ТМ)	36	1,8	18	0,8	24	1,1

Примечание. S – среднее квадратичное отклонение выборочных средних по плите.

Осажденные на древесном волокне соли модифицированного ТМ при прессовании и термообработке ДВП играют роль связующего и гидрофобизатора. Физико-механические показатели ДВП плотностью  $940 \pm 30$  кг/м<sup>3</sup>, изготовленных из 5%-ной древесноволокнистой массы, соответст-

и несколько превосходят контрольные образцы плит, изготовленных по традиционной технологии – из массы 1%-ной концентрации с добавкой фенолоформальдегидной смолы (см. таблицу).

Дополнительное нанесение дисперсии солей меди ТМ на поверх-

качестве антисептика [4]. Введением катиона меди в состав древесины повышают ее биостойкость. Освоение в производстве данной технологии позволяет отказаться от использования токсичных фенолоформальдегидных смол, выполняющих роль упрочняющих добавок; парафина или гача, являющихся гидрофобизатором; серной кислоты как осадителя и химикатов (щелочи, олеиновой кислоты и др.) для приготовления эмульсии. Замыкание цикла использования химических добавок обуславливает экологическую безопасность технологии изготовления ДВП.

Разработка предлагается для совместного внедрения при модернизации существующего производства.

### Список литературы

1. Бирюков В.И. Теоретические основы и пути совершенствования древесноволокнистых плит и других листовых материалов целлюлозно-бумажного производства: Дис. на соиск. ученой степени д-ра техн. наук. – Л.: ЛТА, 1972. – 438 с. Машинопись.
2. Кузнецов А.Г., Багаев А.А., Ефимов В.П., Долгих А.В. Использование ПАВ для улучшения реологических свойств древесноволокнистой массы повышенной концентрации // *Деревообрабатывающая пром-сть.* – 1995. – № 5. – С. 2–4.
3. Царев Г.И., Некрасова В.Б. Побочные продукты производства сульфатной целлюлозы и их использование при получении древесных плит // *Обзорн. информ. (Лесохимия и подсочка, Вып. 3).* – М.: ВНИПИЭИлеспрот, 1985. – 40 с.
4. Горшин С.Н. Консервирование древесины. – М.: Лесная пром-сть, 1977. – 326 с.
5. Царев Г.И., Леонович А.А. Закономерности образования ДВП с использованием талловых продуктов // *Изв. СПбЛТА.* – 1995. – Вып. 3 (161). – С. 169–180.

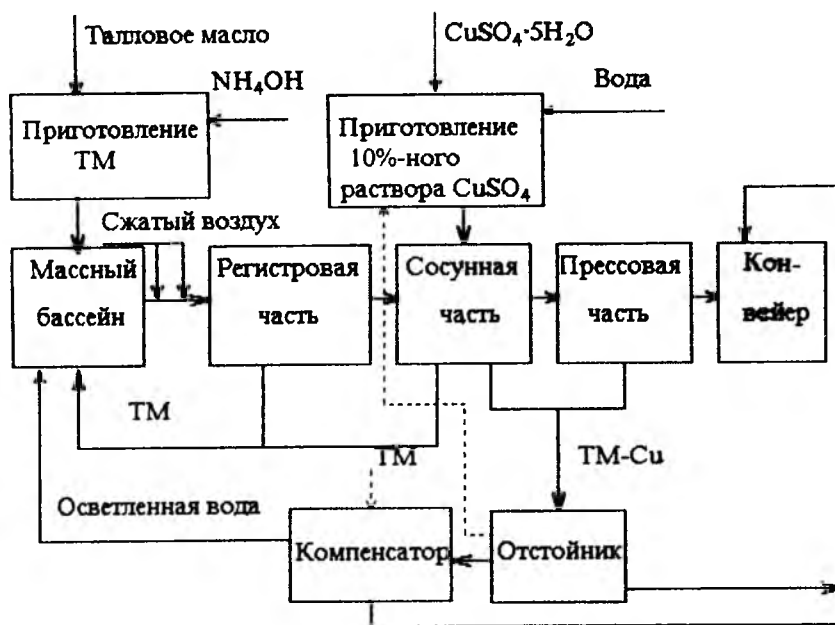


Рис. 2. Схема циркуляции модифицированного ТМ,  $\text{CuSO}_4$  и продуктов их взаимодействия (ТМ-Cu) в технологическом потоке на участке формирования ковра

вуют требованиям (ГОСТ 4598–86 “Плиты древесноволокнистые. Технические условия”) на твердые ДВП

ность ковра значительно улучшает показатели водостойкости плит. Как известно, сульфат меди применяют в

## НОВЫЕ КНИГИ

### Экономика и право

Бабченко Т.Н. Бухгалтерский учет внешнеэкономической деятельности. – М.: Главбух, 1997. – 168 с.

Баженов Ю.К. Создание и деятельность малого предприятия: Для вузов. – М.: Хронограф, 1997. – 41 с.

Беттджер Ф. Удачливый торговец, или Как я приумножил свои доходы и счастье, занимаясь продажей / Пер. с англ. – М.: Фаир, 1997. – 320 с.

Гончаров В.В. В поисках совершенства управления: руководство для высшего управленческого персонала. Опыт лучших пром. фирм США, Японии и стран Зап. Европы. В 2 т. – 2-е изд. доп. – М.: МНИИПУ, 1997.

Жоромская Н.Н., Долгая В.М. Бухгалтерский учет и налогообложение бюджетных организаций: Нор-

мат. документы. Комментарии. – М.: Межд. центр фин.-эконом. развития, 1997.

Карлик А.Е., Горбашко Е.А. Основы экономики фирмы: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 1997. – 224 с.

Кругов М. Технология власти: Мифы и реальность истории России. – М.: ДеКА, 1997. – 223 с.

УДК 674.812:539.37

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УПРУГОСТИ АЦЕТИЛИРОВАННОЙ ПРИ ТЕРМОУПЛОТНЕНИИ ДРЕВЕСИНЫ

*А. Н. Аношкин, А. М. Ханов, Л. Д. Сиротенко, Ю. Д. Храмцов, А. В. Чекменев*

В настоящее время в связи с сокращением запасов деловой древесины особую актуальность приобретает проблема использования в качестве промышленного сырья древесины быстрорастущих малоценных пород. В технологии ее переработки широко применяют различные методы уплотнения древесины с целью улучшения ее физико-механических свойств. При этом возникает необходимость разработки теории соответствующего технологического обеспечения – возможности получения уплотненной древесины с заданными показателями упругости и прочности.

В последнее время достаточно подробно разработаны три метода термомеханического уплотнения древесины с использованием в качестве ее пластификаторов следующих веществ: воды (как в не обогреваемых пресс-формах, так и в пресс-формах, обогреваемых насыщенной водой) [1], аммиака (производство лигнамона) [2, 3] и аминов, преимущественно мочевины (производство дестама) [4]. Все эти способы включают такие общие стадии обработки: насыщение древесины пластификатором, прессование нагретой пластифицированной древесины и удаление пластификатора с фиксацией материала в прессованном состоянии.

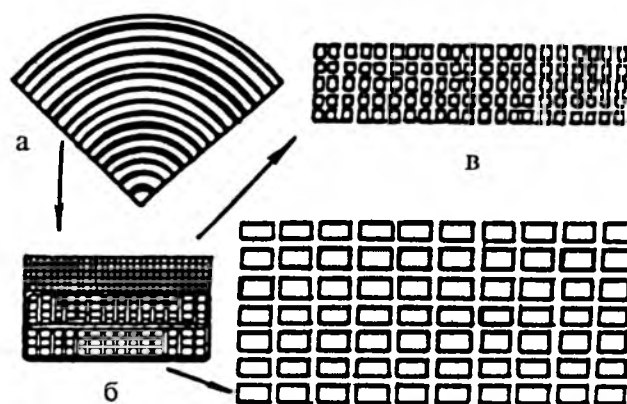
Наиболее часто древесину модифицируют путем ее ацетилирования. Замена гидроксильной группы в целлюлозе и лигнине на эфирную обеспечивает снижение влагопоглощения древесины, а также возрастание ее стойкости к биологическим воздействиям и формостабильности. Однако более объемная эфирная группировка способствует снижению пластичности древесины, что отрицательно сказывается на процессе ее термоуплотнения. При этом использование таких пластификаторов, как аммиак и амины, в сочетании с ацетилирующими реагентами затруднено из-за их склонности к химическому взаимодействию между собой.

Лучшими пластификаторами являются низкомолекулярные органические кислоты. Процессы деформирования древесины в присутствии ацетилирующего агента и органических кислот частично исследованы в работе [5]. В ней рассчитаны упругие податливости ортотропного композита – по известным показателям упругости трансверсально-изотропного материала матрицы – с помощью модели К.А.Роценса. Она недостаточно полно описывает реальные процессы, происходящие в древесине во время ее модифицирования, но в данный момент не существует приемлемой модели, с помощью которой можно было бы прогнозировать величины показателей упругости и прочности древесины как в исходном состоянии, так и после ее модифицирования.

Таким образом, цель исследований авторы определили как разработку многоуровневой структурно-феноменологической модели древесины и расчет показателей упругости последней, а также создание моделей ячейки древесины при термомеханическом уплотнении и расчет эффективных показателей упругости модифицированной древесины.

В конструктивном отношении древесина – материал сложного слоисто-трубчатого (хвойные и лиственные кольцесосудистые) или просто трубчатого (лиственные рассеянно-сосудистые) строения. В поздней зоне годичного слоя группируются толстостенные клетки, в ранней – тонкостенные. Клетки годичных слоев, имеющие вид трубок, вытянуты вдоль оси ствола. Сердцевинные лучи связывают годичные слои древесины, образуя сложную пространственную систему, обладающую значительной жесткостью, что особенно четко проявляется при продольном сжатии образца материала. Основными составляющими элементами оболочек клеток являются тончайшие волокна – фибриллы целлюлозы, образующие скелет и ориентированные определенным образом, а также лигнин и гемицеллюлозы – наполнители этого скелета. Последние как бы цементируют целлюлозный скелет.

Одна из важных проблем, связанных с прессованием различных деталей машиностроения, – это получение древесины с заранее заданными стабильными физико-механическими показателями.



**Рис. 1. Структурные модели древесины:**

*а* – многослойная, состоящая из различных годичных слоев; *б* – двухслойная структура годичного слоя; *в* – соответственно ранней и поздней части годичного слоя

Для прогнозирования (предэкспериментального расчета) показателей упругости древесины авторы разработали многоуровневую структурно-феноменологическую модель древесины (рис. 1). Первый уровень создают модели соответственно ранней и поздней части годичного слоя, представляющие собой систему прямоугольных пор, ориентированных вдоль осевого направления (рис. 1,в). При этом предполагается, что величины объемной доли пустот в ранней и поздней частях древесины различны. Второй уровень представляет собой двухслойную структуру годичного слоя (рис. 1,б), каждый слой которой является соответствующей моделью первого уровня. При этом общая модель древесины представляет собой многослойную структуру, состоящую из различных годичных слоев – моделей второго уровня (рис. 1,а).

Механическое поведение рассмотренных моделей можно описать с помощью методов теории упругости анизотропного неоднородного тела с периодической структурой. Математически задача сводится к системе уравнений:

$$\begin{aligned} \sigma_{ij}(\vec{r}) &= 0, \\ \varepsilon_{ij}(\vec{r}) &= \frac{1}{2} [u_{i,j}(\vec{r}) + u_{j,i}(\vec{r})], \\ \sigma_{ij}(\vec{r}) &= C_{ijkl}(\vec{r}) \varepsilon_{kl}(\vec{r}), \end{aligned} \quad (1)$$

где  $\sigma_{ij}(\vec{r})$  – тензор напряжений;  
 $\varepsilon_{ij}(\vec{r})$  – тензор деформаций;  
 $u_i(\vec{r})$  – вектор перемещений.

Величины показателей упругости в исследуемой области можно найти с помощью соотношения:

$$C_{ijkl}(\vec{r}) = \sum_{p=1}^2 C_{ijkl}^{(p)} \lambda^{(p)}(\vec{r}), \quad (2)$$

где  $C_{ijkl}(\vec{r})$  – тензор упругих модулей;

Тогда

$$\lambda^{(p)}(\vec{r}) \begin{cases} 1, \vec{r} \in V^{(p)} \\ 0, \vec{r} \notin V^{(p)} \end{cases}, \quad (3)$$

где индикаторные функции  $\lambda^{(p)}(\vec{r})$  описывают конкретную геометрическую структуру модели.

Поставленную задачу можно решать для отдельных ячеек системы повторяющихся слоев либо фрагментов структуры различными методами механики композитов, используя соответствующие граничные условия и условия периодичности. Средняя найденные поля напряжений и деформаций по исследуемой области, находят эффективные постоянные упругости неоднородной среды.

Предварительный этап прогнозирования свойств модифицированной древесины – это расчет показателей упругости древесинного вещества. Его осуществляли в обратной постановке – находили константы упругости древесинного вещества, соответствующие известным эффективным показателям древесины в исходном состоянии. Предполагали, что уровни констант упругости древесинного вещества соответствуют трансверсальной

системе симметрии, а величины констант в ранней и поздней зонах годичных слоев древесины могут различаться. Данную задачу решали по модели первого уровня методом локального приближения – при этом расчет производили для структурных фрагментов, содержащих девять периодических ячеек.

Сравнение результатов расчетов и экспериментальных данных показывает следующее: при хорошем совпадении расчетных и экспериментальных величин модуля Юнга наблюдается некоторое различие коэффициентов Пуассона и модулей сдвига, характерное практически для всех рассмотренных вариантов. Снижение этого различия возможно лишь при уменьшении пористости до 0,3 и ниже, что нереально: экспериментальная величина пористости древесины составляет 0,5–0,6 [1]. Возможная причина названного различия – расхождение между реальной схемой ориентации годичных слоев в испытываемых образцах и ее модельным представлением.

Далее на основе найденных констант упругости древесинного вещества вычисляли эффективные показатели упругости системы повторяющихся годичных слоев, состоящей из ранней и поздней древесины в заданной пропорции. По данным работ [6, 7], ширина ранней зоны больше ширины поздней зоны и составляет 60–80% общей ширины годичного слоя (на ширину поздней зоны приходится соответственно 20–40%). Считая, что данные пропорции постоянны во всей исследуемой области, полученные величины принимали за искомые уровни показателей упругости древесины. Эту задачу решали по модели второго уровня, в которой годичный слой представлен двухслойной структурой.

Результаты анализа полученных данных свидетельствуют: расчетные величины эффективных модулей упругости и коэффициентов Пуассона близки к экспериментальным значениям [6], однако геометрически получаемые модели ячеек древесины отличаются от последних. Одно из возможных объяснений этого: используемая в расчетах исходная модель структурного элемента (см. рис. 1,б) не учитывает наличия уплотняющих элементов в древесине.

Прогнозирование величин эффективных показателей упругости и геометрических характеристик древесины при ее уплотнении в радиальном направлении выполняли на нескольких геометрических моделях ячеек (рис. 2). Приняли, что в 1-й геометрической модели остается постоянным горизонтальный размер поры, а все другие параметры ячейки изменяются в процессе прессования. Во 2-й модели приняли постоянным наружный размер ячей-

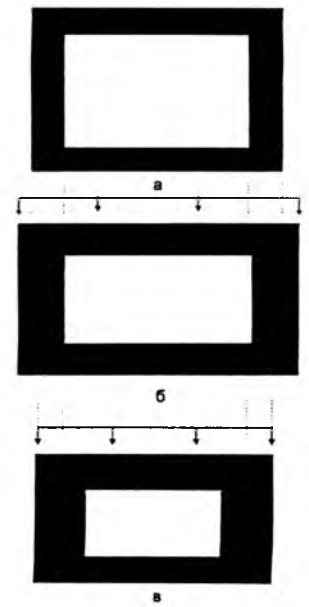


Рис. 2. Геометрические модели древесины:  
 а – исходная; б – модель 1;  
 в – модель 2

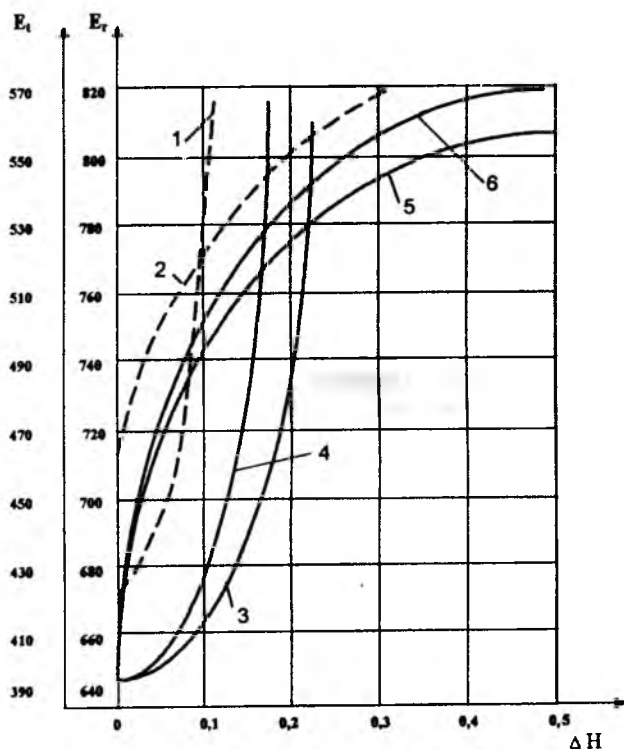


Рис. 3. Зависимость модулей упругости в тангенциальном ( $E_t$ ) и радиальном ( $E_r$ ) направлении от степени уплотнения древесины:

1 ( $E_t$ ), 2 ( $E_r$ ) — экспериментальные величины; 3 ( $E_{t1}$ ), 4 ( $E_{r2}$ ); 5 ( $E_{t1}$ ), 6 ( $E_{r2}$ ) — расчетные величины для 1-й и 2-й модели соответственно

ки, а все другие ее параметры изменяются в процессе прессования. Как в 1-й, так и во 2-й модели остается постоянной площадь древесинного вещества: предполагается, что оно несжимаемое. Полагаем, что в обеих моделях изменение высоты поры пропорционально изменению параметров ячейки.

Расчетные и экспериментальные величины эффективных показателей упругости древесины на различных стадиях уплотнения приведены на рис. 3.

Из рисунка видно, что по 2-й геометрической модели уплотнения древесины прогнозируемые модули упругости ближе к экспериментальным, чем по 1-й модели. Вот возможное объяснение этого: в процессе деформирования древесины стенки клеток, параллельные направлению сжатия, претерпевают S-образный изгиб, что точнее учтено во 2-й геометрической модели уплотнения древесины. То, что расчетные величины модулей упругости меньше экспериментальных, можно объяснить неучтенностью в структурно-феноменологической модели древесины наличия в ней радиальных лучей.

Таким образом, результаты сравнения расчетных величин эффективных показателей упругости древесины при уплотнении с экспериментальными данными подтверждают возможность использования структурно-феноменологических методов механики неоднородных сред для моделирования поведения древесины в процессе модифицирования и прогнозирования ее показателей упругости. Полученные экспериментальные данные позволяют

на стадии выбора схемы технологического процесса производства прогнозировать величины показателей упругости модифицированной различными способами древесины и, как правило, направленно создавать новые материалы с заданными свойствами.

#### Список литературы

1. Хухрянский П.Н. Прессование древесины. — М.: Лесная пром-сть, 1964. — 351 с.
2. Берзиньш Г.В., Лавандел Э.Э., Липиньш Я.Я., Шавелис В.А. Некоторые реологические свойства обработанной 25%-ным раствором аммиака древесины березы при сжатии // Модифицированная древесина и исследование ее свойств / Под ред. М.С.Мовнина. — Л., 1968. — С. 41–47.
3. Берзиньш Г.В. Некоторые вопросы теории и исследования уплотнения древесины, обработанной аммиаком // Пластификация и модификация древесины: Матер. Всес. науч.-техн. совещ. — Рига: Зинатне, 1970. — С. 75–79.
4. Шамаев В.А. Модификация лиственной древесины. — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1980.
5. Сиротенко Л.Д., Ханов А.М., Храмов Ю.Д. Прогнозирование и химико-технологическое обеспечение свойств модифицированной древесины // Деревообрабатывающая пром-сть. — 1996. — № 2. — С. 5–9.
6. Ашкенази Е.К., Мыльникова О.С. Исследование прочности анизотропных древесных материалов при сложных напряженных состояниях // Модифицированная древесина и древесные пластики. — Л.: РИО ЛТА, 1974. — С. 9–13.
7. Роценс К.А., Берзон А.В., Гулбис Я.К. Особенности свойств модифицированной древесины. — Рига: Зинатне, 1983. — 298 с.

## “Лесдревмаш-98”: неожиданные подарки

На выставочном стенде Министерства экономики ФРГ информационная служба была организована Ассоциацией производителей деревообрабатывающего оборудования (FG Holz), входящей в состав Союза немецких машиностроителей (VDMA) — координатор Контактной службы Ассоциации для СНГ и стран Балтии Т.В.Зилотова.

Помимо каталогов и проспектов был подготовлен видеокаталог — короткие фильмы о фирмах, входящих в Ассоциацию.

В это непростое для России время на выставку приехали специалисты из всех регионов страны. Особого отношения заслужили представители лесотехнических учебных заведений: Архангельского, Дальневосточного, Марийского государственных технических университетов, МГУ леса, С.-Петербургской ЛТА, Уральской государственной лесотехнической академии, а также Белорусского государственного технологического университета, Украинского государственного лесотехнического университета и др.

Ассоциация учредила главный приз для лесотехнических вузов — телевизор с видеомagneфоном. Его получил Архангельский государственный технический университет. Кроме того, каждый представитель вуза, посетивший стенд Министерства экономики ФРГ, увез поощрительный приз — комплект материалов, состоящий из каталога-справочника немецкого оборудования для деревообработки, видеокаталога VDMA, немецко-русского словаря по деревообработке и изготовлению мебели. Такой же комплект направлен в Центральную научно-техническую библиотеку лесной промышленности РФ.

Немецкие изготовители деревообрабатывающего оборудования заинтересованы в сотрудничестве с российскими специалистами-деревообработчиками. До встречи на новых выставках!

УДК 674.09:658.5.012.7

# СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО УЧЕТА ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРАКТОВ НА ОТГРУЗКУ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

*А. С. Рубцов, И. Н. Рабинович*

В предыдущей работе\* подробно описана система учета движения пиломатериалов – важная часть разработанной нами и внедренной на нашем комбинате (Лесосибирский ЛДК № 1) системы оперативного учета выполнения контрактов на отгрузку пиломатериалов. Именно эту комплексную систему – основу действующей у нас системы оперативного управления работой лесопильного комбината – мы опишем в данной статье.

Основной целью, преследовавшейся нами при создании этой системы, было исключение возможности ошибки при отгрузке пиломатериалов. Цена такой ошибки слишком велика. Так, если вместо пакета пиломатериалов V сорта будет отгружен пакет пиломатериалов IV сорта, потери составят от 300 до 700 долл. США. При этом ежедневно отгружаются сотни пакетов, а летом, в навигацию, – тысячи. В отгрузке задействованы десятки людей. Их действия зачастую обезличенны. Поэтому внедренная нами система абсолютно необходима. Ее основные принципы:

1. Любая информация должна вводиться в систему только 1 раз и проверяться во всех подсистемах, где это возможно.

2. При разработке любых указаний система должна позволять их выбор только из заранее оговоренных возможностей. Так, при разработке наряда на отгрузку можно выдавать задания, только выбирая соответствующий контракт, коносамент, строку коносамента, а не вводя все заново.

3. В систему должна вводиться вся первичная информация, которая может потребоваться в дальнейшем.

Описываемая ниже система отвечает, как нам кажется, всем этим

требованиям. Вначале приведем необходимые в дальнейшем термины и их определения, а также коротко опишем существующую систему ведения контрактов. Отметим при этом, что мы не стремились изменить саму эту систему – нашей задачей было автоматизировать ее.

**Коносамент** – минимальная неделимая часть контракта. При отгрузке готовой продукции пиломатериалы, составляющие конкретный коносамент, должны грузиться на один теплоход. Для каждой страны-покупателя существуют свои разрешенные нормы отклонения от стоящих в контракте объемов (обычно это 10–15% при больших объемах отгрузки в коносаменте). При этом отклонения могут быть в обе стороны: меньших и больших объемов. К сожалению, и это приходится учитывать на практике, иногда коносаменты все-таки разделяются. Но это возможно только по согласованию с покупателем.

**Строка коносамента** – это строка, в которой расписан конкретный объем поставки. Например: порода – сосна, сорт – IV, стандарт – ГОСТ 26002, тип пиломатериала – доски 2,7 и длиннее, толщина 25 мм, ширина 150 мм, объем поставки 75 м<sup>3</sup>. Каждый коносамент состоит из нескольких таких строк. Обычно их от одной до трех. Отметим, что при продаже пиломатериалов на экспорт практически всегда все позиции строки коносамента сформулированы достаточно точно. Однако при продаже внутри РФ допускается большая расплывчатость: толщина, например, может задаваться от 50 до 75 мм, порода – хвойные пиломатериалы и т.д.

**Тип пиломатериала** – это набор видов продукции, которую выпускает данный лесопильный комбинат.

Есть стандартные типы, общие для всех комбинатов. Например, доски 2,7 и более длинные. Это доски длиной 2 м 70 см, 3 м, 3 м 30 см и т.д. (шаг – 30 см). Другой стандартный тип – дилены. Это те же доски, но длиной 1 м 50 см, 1 м 80 см, 2 м 10 см и 2 м 40 см. При отгрузке коносамента досок допускается определенную их часть грузить диленами. Дилены в коносаменте досок называются стоважными, а в коносаменте дилен – стокнотными. Так как дилены дешевле соответствующих досок, комбинат заинтересован грузить максимально возможное количество стоважных дилен. Есть и другие типы пиломатериалов, зачастую различные на разных комбинатах.

**Стокнот** – коммерческое предложение с указанием объемов для конкретного рынка. Например, для продажи в Данию предлагаются 300 м<sup>3</sup> основных дилен V сорта по ГОСТ 26002. Стокнот, как правило, состоит из большого количества подобных строк. Контроль контрактов по стокнотам необходим на этапе их составления, чтобы избежать продажи одного и того же пиломатериала в разные места.

Система ведения контрактов реализована у нас на базе компьютеров I486 и больших номеров, сети Ethernet, модемной связи и с использованием СУБД FoxPro 2.0 для ДОС. Естественно, в принципе возможен переход на операционную систему (ОС) Windows, но пока для нас это нецелесообразно: на некоторых малоответственных участках системы у нас еще работают старые компьютеры (I386 и даже кое-где I286), которые с этой ОС несовместимы.

Информационная часть системы включает в себя следующие справочники: стран, портов, ГОСТов, ти-

\* Рубцов А.С., Горелик Д.М. Бирочная система учета наличия и движения пиломатериалов на деревообрабатывающем предприятии // Деревообрабатывающая промышленность. 1998. № 1. С. 15–17.

та пиломатериалов, сортов, комбинатов (для случая отгрузки на другой комбинат), толщин и ширин, станций отгрузки и др., а также базы данных (БД): стокнотов, контрактов, нарядов и пакетов. Все справочники наращиваемые, но менять либо добавлять информацию в них разрешается только соответствующим специалистам. Все базы, кроме базы данных пакетов, состоят из двух файлов. Последняя же состоит из одного файла.

Каждая из первых трех баз данных состоит из файла шапок и файла тел соответственно стокнотов, контрактов и нарядов. Файл шапок контрактов содержит по одной строке для каждого контракта, в которой записана общая для него информация: покупатель, страна и порт отгрузки, дата заключения контракта, пункт перевалки для экспортных контрактов (Новороссийск, Санкт-Петербург, Игарка и др.), условия контракта (СИФ, КАФ, ФОБ и т.д.), стоимость фрахта, стоимость портовых услуг, суммы либо проценты отчислений (если они существуют), период отгрузки (от и до), а также валюта, в которой заключен контракт. При вводе каждого нового контракта сначала заполняется строка соответствующего файла шапок и ей присваивается индивидуальный код, называемый кодом шапки. Так как система позволяет переносить выполненные контракты в архив, а затем, в случае надобности, возвращать их из архива – предусмотрено, что коды шапок будут индивидуальными по крайней мере в течение 20 лет.

Каждая строка файла тел контрактов содержит всю информацию об одной строке коносамента. Во-первых, она содержит код шапки контракта, которому она принадлежит. Кроме того, она содержит имя коносамента, стокнот, по которому продан товар, номер ГОСТа, тип пиломатериала, название породы, индекс сорта, максимальную и минимальную толщину и ширину, код цены в валюте контракта, объемы отгрузки: на палубу, в трюм и суммарный объем отгрузки (если часть пиломатериала может отгружаться в трюм или на палубу по усмотрению грузоотправителя, вводимые объемы отгрузки на палубу и в трюм в сумме могут быть меньше суммарного объема). Эти поля файла тел контрактов заполняются при получении контракта экспортным отделом комбината.

Другие поля заполняются в процессе отгрузки. Заполняются поля отгрузки в пункт перевалки (отдельно в трюм и на палубу). Фактически в этом файле хранятся отдельно две величины отгрузки: на первое число данного месяца и в текущем месяце – чтобы легче было вносить исправления при случайных ошибках. Так как эти поля корректируются автоматически в конце каждой рабочей смены – на основании дневной части БД пакетов, есть возможность пересчитать содержимое этих полей в любое время. Но поскольку БД пакетов очень велика (за год накапливается до 100 тыс. записей), то пересчитывать каждый раз – это очень трудоемко. Поэтому в начале нового месяца, после выверки отгрузки за предыдущий, система совершает переход на новый период, суммируя отгрузку за прошедшие месяцы с отгрузкой текущего, а последнюю регистрирует как нулевую. Такой способ хранения информации удобен и для контроля за текущей работой комбината. Рационально и то, что при вводе каждой новой строки в файл тел контрактов ей автоматически присваивается индивидуальный код записи, по которому эта строка однозначно идентифицируется в дальнейшем.

Технологически обновление информации в файле тел контрактов происходит следующим образом. В места отгрузки пакетов пиломатериалов посылается запрос на информацию о пакетах, отгруженных за интересующий период (например, с 23.09.97. по 26.09.97.). Там из большой БД пакетов извлекается подбаза с пакетами только за этот период, затем она – по модему либо на дискете – передается в коммерческий отдел, где на ее основе обновляется информация в файле тел контрактов. В принципе этой информации достаточно, чтобы оперативно управлять ходом выполнения контрактов. А для того чтобы система помогла повысить эффективность взаимодействия комбината с пунктами (портами) перевалки, в эту БД добавлены поля для занесения реальной отгрузки из пункта перевалки. Это позволяет, во-первых, самим получать инвойсы (счета), а, во-вторых, иметь информацию об остатках в портах.

На основании баз данных контрактов и наличия готовых пиломатериалов на складе готовой продукции коммерческий отдел регулярно вы-

дает наряды на отгрузку. Выдача наряда – чрезвычайно ответственное дело. При его разработке необходимо учитывать большое количество факторов: время движения пиломатериалов до станции перевалки, стоимость ожидания в пункте перевалки, время прибытия корабля за товаром, наличие готовых пиломатериалов на складе готовой продукции и возможность доукомплектования отгрузки путем переработки речных пакетов, возможности собственной службы отгрузки, график подачи вагонов и многое другое. Поэтому целью разработчиков рассматриваемой системы было максимальное облегчение работы по составлению наряда на отгрузку.

Файл шапок нарядов содержит информацию, относящуюся к наряду в целом: его номер, тип отгрузки (баржами, железной дорогой или автомашинами), название баржи (если баржами), название теплохода (если в дальнейшем – отгрузка морем), дату наряда. Файл тел нарядов содержит, во-первых, номер наряда, по которому эта строка связывается с соответствующей строкой файла шапок нарядов, и код записи файла тел контрактов, по которому происходит связь с БД контрактов. Кроме того, в файле тел нарядов частично дублируются поля файла тел контрактов: приводятся номер ГОСТа, порода, тип пиломатериалов, сорт, толщина, ширина – для того чтобы в случае необходимости при выдаче наряда информация по контракту уточнялась. Например, если в контракте в названии породы стоит “хвойные”, то в наряде может стоять “ель”.

Самое главное: при разработке наряда система не позволяет изменять требования контракта – разрешается только их уточнять. Достигается это тем, что при вводе наряда в компьютер сотрудник коммерческого отдела может только выбирать соответствующие позиции в составляемых системой меню (перечнях требований). Т.е. система каждый раз сама анализирует обрабатываемый контракт и на базе результатов этого анализа готовит соответствующее меню. Этим достигается полное соответствие наряда контракту. Если же необходимы изменения, они должны в первую очередь вводиться в контракт – и только на основании измененного (по согласованию с покупателем) контракта можно составить измененный наряд. Позиции, контроль

над которыми не такой жесткий, – это объем отгрузки в трюм, на палубу и суммарный. Здесь система только рекомендует контрактные цифры и, в случае их замены, требует подтверждения. Но при этом, если отгрузка по наряду выходит за пределы допустимых для данной страны отклонений, система выдает соответствующие предупреждения.

БД стокнотов очень проста. Фактически ее структура – это часть структуры БД контрактов. Поэтому между файлом тел контрактов и файлом тел стокнотов легко устанавливается взаимная связь. Файл тел стокнотов по наименованию стокнота имеет взаимную связь с файлом шапок стокнотов.

БД пакетов, как уже было сказано, состоит из одного файла. Но при этом она содержит взаимные связи со всеми остальными базами данных. При этом, естественно, не всегда эти связи прямые. Так, связь с файлом шапок контрактов осуществляется через файл их тел. Она обеспечена наличием в строках БД пакетов двух полей: для записи кода контракта и номера наряда. Связь с файлом тел нарядов осуществляется по совокупности этих полей.

Нам пришлось достаточно много экспериментировать при разработке структуры БД пакетов. Потому что эта база очень велика и если в нее записывать все подряд, то ее объем станет необозримым. Кроме того, записываемая в нее информация большей частью различна для разных типов пиломатериалов. Например, для

пакетов совсем коротких досок (они называются копейками) надо указывать не только количество досок разной длины в пакете (соответствующие величины, кстати, автоматически берутся из специальной базы данных), но и число и размер досок, на которые эти копейки укладываются, а также досок, накрывающих их сверху (эти доски называются соответственно – поддон и крыша).

Но если начать излишне экономить на длине одной записи БД пакетов – резко возрастает время обработки. Поэтому остановились на следующем компромиссном решении. С одной стороны, структура этой БД такова, что для нормальных пакетов обычных пиломатериалов типа доски 2,7 и более длинные остаются достаточно много свободных мест: предусмотрены поля для запоминания количества досок любой возможной длины (от 2,7 до 6,3 м). С другой стороны, для прочих пакетов информация записывается в эти же поля. Ввиду этого, в отличие от других баз данных, в БД пакетов некоторые поля (в зависимости от типа пиломатериалов) содержат различную информацию. Это, конечно, усложняет программирование, но делает данную БД более обозримой. Кстати: везде, где это было возможно, все программы, работающие с БД пакетов, делались однопроходными (т.е. результат достигался одним проходом по базе); и только в некоторых особых случаях – двухпроходными. При этом пришлось отказаться от ряда удобств, предоставляемых язы-

ком программирования (например, – от функций, встраиваемых непосредственно в программы-отчеты).

В каждой строке БД пакетов имеются поле для записи кода контракта (полностью идентифицирующего строку контракта, которой принадлежит пакет), а также поле для записи номера наряда. По совокупности этих полей БД пакетов связывается с файлом тел нарядов. Вообще же строка БД пакетов слишком велика, так что описывать ее здесь нет смысла. Желающие подробно ознакомиться со структурой этой базы данных (да и всех других) могут это сделать на нашем комбинате.

### Выводы

В результате внедрения описанной системы нам удалось полностью достичь поставленных перед собой целей. Система практически сводит к нулю вероятности ошибок. Кроме того, она резко облегчила труд работников: любые выходные документы выдаются за время от нескольких секунд до нескольких минут. Нам удалось в нынешнее очень непростое время увеличить объем продаж, уменьшив при этом число работников, обслуживающих систему.

Система продолжает развиваться. Так, сейчас она уже охватывает модемную связь с портами отгрузки, обеспечивая контроль последней и остатков в портах. В дальнейшем для улучшения оперативной работы с контрактами планируется осуществлять модемную связь и с покупателями.

УДК 674.047.002.56

## ПСИХРОМЕТР ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СУШИЛЬНЫХ КАМЕР

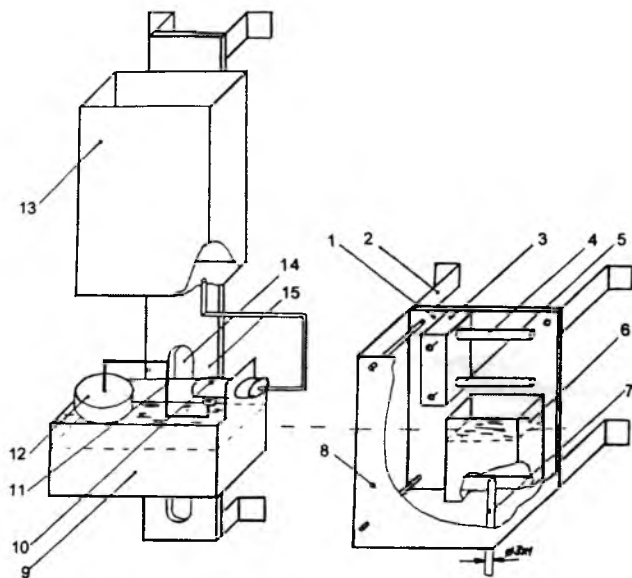
**В. М. Журомский** – ДОК-1, **М. В. Журомский** – МИФИ

По данным [1], более 60% общего числа деревообрабатывающих предприятий России не имеют дистанционных средств контроля в установках для проведения одного из базовых технологических процессов отрасли – сушки пиломатериалов. В настоящее время в России не производятся измерители влажности [2], пригодные для дистанционного измерения относительной влажности потока агента сушки (и автоматического управления ею) в промышленных лесосушильных камерах, циркулиру-

ющего со скоростью до 5 м/с при температуре до 120°C и относительной влажности 0–100%.

Известны, например [3–5], около 40 методов измерения влажности газов, базирующихся на различных физических принципах. Однако основной метод, используемый в сушильной технике для измерения относительной влажности агента сушки, – психрометрический.

Это объясняется тем [6], что в теории и технологии сушки пиломатериалов задействованы термические и коли-



Конструкция психрометра

ческие характеристики психрометрической разности, а сами психрометры просты в изготовлении, имеют хорошо воспроизводимые метрологические характеристики, неприхотливы в эксплуатации и при соблюдении ряда условий, сформулированных ниже, не требуют ни первоначальной, ни промежуточной градуировки по параметру относительной влажности агента сушки [3–6].

Психрометрический метод измерения относительной влажности агента сушки основан на измерении разности температур в потоке агента сушки: сухого термометра (реальной температуры агента сушки) и смоченного термометра (температуры полностью увлажненной поверхности, с которой вода испаряется в ненасыщенный влажный поток агента сушки).

Рассмотрение имеющегося опыта проектирования и термодинамических основ работы психрометров [3–5], а также специфики их применения в сушильной камере [6] показывает необходимость выполнения следующих требований при их разработке.

Тепло, необходимое для испарения воды из фитиля смоченного термометра, должно отбираться только из воздуха. Поэтому приборы надо снабжать противорадиационным экраном, для того чтобы в тепловом балансе мокрого термометра преобладал конвекционный теплообмен. В этих же целях скорость потока агента сушки должна быть не менее 2 м/с [6].

В сушильной камере существует естественная аспирация из-за циркуляции агента сушки. При скорости циркуляции более 2 м/с дополнительные меры по обеспечению аспирации не нужны [3–5].

Поскольку вода поступает к влажному термометру непрерывно – необходимо, чтобы участок фитиля контактировал с воздухом для сокращения поступления тепла (вследствие теплопроводности) со стороны резервуара с водой.

Рекомендуемое расстояние между смоченным термометром и уровнем воды в ванночке для смачивания фитиля – 40 мм [6, 7].

Уровень воды в ванночке фитиля смоченного термометра должен автоматически стабилизироваться.

При наличии высококачественных изолированных проводов с тефлоновым покрытием (например, проводов типа МГТФ), которые неограниченно долго могут работать при температуре до 150–200°C при 100%-ной влажности, целесообразно расположить датчики температуры психрометрического блока целиком внутри камеры, а наружу вывести только провода. Такое решение упрощает конструкцию психрометра и исключает те погрешности измерения температуры, которые обусловлены тепловыми потоками через крепления датчиков [8, 9].

При разработке психрометров целесообразно ориентироваться на типовые размеры стандартных термодатчиков, применяемых в сушильных камерах: длина погружной (рабочей) части датчика – около 60–80 мм, диаметр – до 10 мм.

Предлагаемая конструкция психрометра (см. рисунок) состоит из устанавливаемого внутри камеры держателя датчиков сухого и смоченного термометров с ванночки для смачивания фитиля; наружной части (устанавливаемой вне камеры), из которой осуществляется подача питающей воды к внутренней ванночке для смачивания фитиля; системы автоматической стабилизации уровня воды в ванночке фитиля смоченного термометра.

Внутренний блок смонтирован на плате 1 размерами 120x150x(5–10) мм из материала с малой теплопроводностью (гетинакса, текстолита, твердой древесины). Держатель крепится к внутренней стенке сушильной камеры (расстояние между ним и стенкой – около 100 мм, а между держателем и полом – обычно 1,5 м) скобами 2 – в месте, указанном техническим проектом камеры.

Держатель датчиков 3 размерами 20x40x60 мм имеет сквозные отверстия диаметром 10 мм с винтами М6 для крепления датчиков. Сухой 4 и смоченный 5 термодатчики вынесены над ванночкой 6 питания водой фитиля на расстояние 60 мм. Длина ванночки – 60, ширина – 40, глубина – 80 мм. Ванночка из нержавеющей стали толщиной не менее 0,8 мм жестко крепится к основанию 1 винтами не менее М3 и металлическим хомутом. Расстояние от оси датчика смоченного термометра 5 до поверхности воды в ванночке 6 составляет 40 мм. Жесткое крепление ванночки необходимо для того, чтобы она выдерживала механическую статическую нагрузку, создаваемую водопроводной трубкой 7 диаметром 6–8 мм и длиной до 2–3 м, которая соединяет внутреннюю часть психрометра с наружной через стену сушильной камеры. Трубка 7 крепится к дну ванночки стандартным штуцером с накидной гайкой. Соединение штуцера с дном ванночки пропаивается свинцово-оловянным припоем. Датчики и ванночка с питающим фитилем закрыты противорадиационным экраном 8 из материала с малой теплопроводностью.

Наружная часть психрометрического блока содержит питательную емкость 9 размерами 110x90x240 мм с устройством автоматической стабилизации уровня воды в ней. Автоматическое поддержание уровня воды в емкости 9 – вне зависимости от расхода питающей воды в ванночке 6 и уровня воды в напорном баке 13 вместимостью 3–5 л – осуществляется доработанным сантехническим поплавковым стабилизатором уровня 10. Доработка заключается в показанном на рисунке укорочении фигурного изгиба рычага 11 поплавок 12. Точность стабилизации уровня воды в емкости 9 и, следовательно, в сообщающейся с ней ванночке 6 (расположенной внутри су-

Тип термосопротивления	Размер погружной части	Сухой при скорости потока 2 м/с	Смоченный при скорости потока 2 м/с	Сухой при неподвижном воздухе	Определение в воде
ТСП-0879	Ø8x60 мм	$\frac{Ke^{-0,18P}}{2,01P + 1}$	$\frac{Ke^{-0,64P}}{3,13P + 1}$	$\frac{Ke^{-0,5P}}{7,2P + 1}$	$\frac{K}{0,32P + 1}$

шильной камеры) составляет  $\pm(1,5-2)$  мм относительно заданного уровня, установленного подгибом рычага 11 держателя поплавка 12.

Трубка 7 соединяется с питательной емкостью 9 через врезанную в дно последней оливу коротким гибким шлангом, позволяющим осуществлять перемещение емкости 9 относительно расстояния, на которое вынесена трубка 7 из толщи стенки сушильной камеры. Перемещение емкости 9 по вертикали на расстояние от 0 до 100–150 мм реализуется с помощью простейшего продольного паза 14 в планке-держателе 15 емкости 9. Напорный бак 13 неподвижно закреплен в верхней части планки-держателя 15.

Перемещение емкости 9 по вертикали необходимо для обеспечения возможности юстировки уровня питательной воды в ванночке фитиля смоченного термометра: при монтаже наружного блока психрометра в сушильной камере практически нельзя точно выдержать расстояние 40 мм между осью смоченного термометра 5 и поверхностью воды в ванночке 6 при смонтированной внутрикамерной части психрометра. Перемещение же внешнего из этих двух (6 и 9) сообщающихся сосудов позволяет легко отрегулировать расстояние 40 мм в цеховых условиях. Предусмотрена фиксация положения емкости 9 в пределах указанного диапазона перемещений. Бак 13 соединен с входом стабилизатора уровня воды в емкости 9 гибким шлангом Ø10x1.

Психрометры описанной конструкции безотказно работают в течение более 5 лет на ДОК-1, Москва – в системах управления параметрами агента сушки в камерах непрерывного и периодического действия ЦНИИМОД-32, УЛ, СВП [8, 10, 11].

Вариант выполнения составной части психрометра, обеспечивающей дистанционные измерения, выбирается с учетом материальных возможностей предприятия и уровня квалификации работников служб КИПиА.

Весьма удобны для применения в качестве сухого и смоченного термометров термосопротивления Луцкого ПО “Электротермия” типа ЭЧМ-0183 градуировки 50М, 100М с гибкими выводами, имеющие размеры Ø5x(60–80) мм [2].

Возможно применение стандартных для сушильных камер термосопротивлений ТСП-0879, ТСП-5071 с длиной погружной части 60–80 мм и соответствующими измерительными приборами. Регистрирующие средства могут быть любыми – от стрелочного прибора или самопишущего моста следящего уравновешивания типа КСП-2, РП-160 до промышленного компьютера. В частности, авторами применен регулятор типа ТМ (производства АО “ОРЛЭКС”, Орел), имеющий встроенный индикатор измеряемой температуры и выход для дистанционной передачи сигнала в стандарте 0–5 мА постоянного тока (пропорционального текущей температуре). Это устройство может работать [9] как автоматический регулятор температуры агента сушки (модификация ТМ-8) или психрометрической разности (модификация ТМ-12).

Применение психрометра в информационных и автоматических системах управления требует знания мате-

матической модели этого прибора как динамического элемента названных систем.

Авторы экспериментально определили реальные переходные функции термосопротивлений типа ТСП-0879, ТСП-5071 (используемых в камерах УЛ, УЛМ, СКП) на специальном стенде, позволяющем имитировать работу термодатчиков в сушильной камере с циркуляцией агента сушки со скоростью около 2 м/с и создавать скачкообразные изменения температуры и влагосодержания воздушного потока.

Переходные функции сухого и смоченного термометров при ступенчатом изменении температуры потока воздушной среды хорошо аппроксимируются экспонентой с чистым запаздыванием, или передаточной функцией вида

$$W(P) = Ke^{-\tau P} / (TP + 1),$$

где  $K$  – коэффициент передачи;

$\tau$ ,  $T$  – чистое запаздывание и постоянная времени соответственно;

$P$  – оператор Лапласа.

Результаты определения представлены в таблице (динамические константы выражены в мин).

Динамические свойства смоченного термометра ТСП-0879 (соответствующие константы даны в мин) при изменении влагосодержания потока среды характеризуются передаточной функцией

$$W(P) = K_1 e^{-1,18P} / (1,21P + 1),$$

где  $K_1$  – коэффициент передачи, равный отношению изменения температуры смоченного термометра к изменению влагосодержания среды.

Анализ представленных количественных данных показывает следующее. При выявлении динамических свойств термодатчиков по каталогами Государственной Системы Приборов [2], где показатели инерционности термосопротивлений рассматриваемого класса обычно даются по результатам их экспериментального определения в воде (см. таблицу), получаем такие величины, которые более чем на порядок занижены относительно реальных уровней тех же показателей термодатчиков, установленных в сушильной камере; они не позволяют судить о чистом запаздывании и зависимости динамических констант термосопротивлений от скорости потока агента сушки.

Величины показателей инерционности стандартных датчиков температуры агента сушки сравнимы с соответствующими характеристиками собственно сушильной камеры – объекта управления по каналам воздействия на температуру и влажность агента сушки [9] – и должны учитываться при проектировании высококачественных систем автоматического управления параметрами агента сушки [10, 11].

### Список литературы

1. Соколов П.В., Харитонов Г.Н., Добрынин С.В. Лесосушильные камеры. – М.: Лесная пром-сть, 1987.
2. Приборы и средства автоматизации (генеральный каталог). Приборы для измерения и регулирования температуры. – М.: Информприбор, 1992.
3. Аш. Ж. Датчики измерительных систем. Книга 2. – М.: МИР, 1992.
4. Воронец Д., Козич Д. Влажный воздух (термодинамические свойства и применение) – М.: Энергоатомиздат, 1984.
5. Туричин А.М. Электрические измерения неэлектрических величин. – Л. – М.: ГЭИ, 1951.
6. Кречетов И.В. Сушка древесины. – М.: Лесная пром-сть, 1980.

7. Агапов В.П., Богданов Е.С. Система автоматического регулирования режима сушки древесины // Деревообрабатывающая пром-сть. – 1977. – № 5.

8. Информационный листок / Моск. гор. центр НТИ. – М., 1997. – № 77–97: Психрометрический датчик для сушильных камер / Сост. В.М.Журомский, В.А.Немчинов, М.В.Журомский.

9. Богданов Е.С. Автоматизация процессов сушки пиломатериалов. – М.: Лесная пром-сть, 1979.

10. Журомский В.М., Журомский М.В., Ткаченко А.В. Автоматическое управление параметрами агента промышленной сушки древесины без автоколебаний // Деревообрабатывающая пром-сть. – 1997. – № 3.

11. Журомский М.В. Автоматическое управление параметрами агента сушки при его импульсной циркуляции // Деревообрабатывающая пром-сть. – 1998. – № 2.

УДК 674.05:371.63.001

## АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЙ ФАКТОР В ЭРГОДИЗАЙНЕ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ

*А. М. Волобаев, А. Ю. Сенькин* – Московский государственный университет леса

Метод эргодилайна – наиболее современный метод проектирования техники, обслуживаемой человеком-оператором, обеспечивающий ее конкурентоспособность и комфортность. Его особенность состоит в том, что в нем одновременно задействованы три переплетающиеся, влияющие друг на друга “ветви” проектирования: инженерно-конструкторско-технологическая, эргономическая, эстетическая. Конечной целью, продуктом эргодилайнерской деятельности является изделие, обладающее высокими технико-экономическими (функциональными), инженерно-психологическими (эргономическими) и художественными (эстетическими) показателями качества, которые и обеспечивают его конкурентоспособность – важнейший критерий сбыта продукции в условиях рыночной экономики.

Не случайная, а гармоничная форма деревообрабатывающего (д/о) станка (отражающая его функцию и комфортность) – визуальный индикатор его качества – может возникнуть лишь в результате ее системного построения, например, по мало распространенным пока в д/о машиностроении современным дизайн-методикам, среди которых наиболее перспективна методика базовых формообразующих элементов: точек, линий, поверхностей, объемов [1]. Координаты последних и “поставляются” каждой из “ветвей” проектирования.

Эргономическая ветвь, наряду с конструкторско-технологической, может внести существенные коррективы в техническую структуру д/о станка (которая, безусловно, является ведущей в его формообразовании), но может стать и преобладающей – в зависимости от назначения и, самое главное, степени механизации и автоматизации оборудования. Какое оно, это оборудование?

В настоящее время как в российском, так и в зарубежном д/о станкостроении заметна тенденция отказа от дорогостоящего автоматизированного оборудования (с загрузкой и подачей заготовок без участия человека) и перехода, точнее массового возврата, к выпуску относительно дешевых полумеханизированных и механизированных станков с ручными загрузкой, базированием и подачей заготовок: общего назначения, комбинированных и универсальных. Это возврат к ситуации в д/о станкостроении 40-летней давности, но с улучшением (у нас – с попытками улучшения) дизайна и с оснащением (у нас – с попытками оснащения) станков системами быстрой перенастройки на любые типоразмеры заготовок, обеспечивающими возможность экономически выгодной обработки мелкосерийных партий и даже отдельных деталей.

Именно такое оборудование закупается, например, многочисленными производителями мебели. По данным журнала “Деревообрабатывающая пром-сть” (1996. – № 1. – С. 3), только в этой отрасли за последнее время возникло примерно 400 частных – как правило, мелких – предприятий (аналогичная ситуация и в домостроении). Да и в числе полутора тысяч производителей мебели, входящих в Рослеспром, средние и мелкие предприятия составляют около 90%.

Работа на таком неавтоматизированном оборудовании, которым оснащены большинство названных предприятий, требует значительных затрат биоэнергии оператора вследствие испытываемых им статических и динамических физических перегрузок. Это вызывает его утомляемость и отрицательные эмоции со всеми вытекающими отсюда последствиями: снижаются безопасность, на-

Таблица 1

Интервал роста, мм	Среднее значение интервала $x_i$ , мм	Количество измерений $n_i$
1590–1610	1600	1
1610–1630	1620	0,5
1630–1650	1640	0,5
1650–1670	1660	4
1670–1690	1680	6
1690–1710	1700	12
1710–1730	1720	7
1730–1750	1740	18
1750–1770	1760	26,5
1770–1790	1780	28
1790–1810	1800	30,5
1810–1830	1820	22
1830–1850	1840	15,5
1850–1870	1860	11
1870–1890	1880	5
1890–1910	1900	4,5
1910–1930	1920	3
1930–1950	1940	1,5
1950–1970	1960	1,5

Примечание. Если результаты измерений попадали на границу интервалов, то количество измерений делилось поровну между соседними интервалами

дежность и эффективность системы человек – машина – среда (ЧМС) [2].

Как отмечает акад. В.В.Амалицкий [3], в перечне обязательно оцениваемых показателей качества станков остались, к сожалению, лишь показатели безопасности, обусловленной работающим станком запыленности помещения и его шумовые характеристики. Однако “сдавший” такой “экзамен” станок не обязательно будет конкурентоспособным: просто он будет “допущен” на рынок сбыта, где решающую роль играют и другие показатели качества, в том числе гармоничность формы и комфортность станка.

Известно, что комплексный показатель эргономичности станка, косвенно отражающий степень комфортности работы на нем, определяется рядом единичных эргономических показателей [4], среди которых ведущим – для неавтоматизированного оборудования – является антропометрический. По данным экспертов, “удельный вес” последнего может составлять от 30 до 50% (!), оказывая решающее влияние на оценку эргономичности станка.

Величины обобщенных показателей, входящих в комплексный показатель и характеризующих соответствие станка размерам, форме и массе тела человека-оператора, рассчитываются с учетом единичных показателей эргономичности станка, которые отражают соответствие анатомическому строению человеческого тела отдельных формообразующих элементов станка (прежде всего основной рабочей поверхности (ОРП) – той реальной или условной поверхности или линии, с которой оператор взаимодействует в течение смены наиболее длительное время). Это технологические базы поверхности рабочих органов, кареток, конвейеров; это плоскости пультов и панелей управления, электрошкафов; это линии центров токарного станка и др.

Координаты именно этих элементов оказывают решающее влияние на рабочую позу оператора и связанную с

ней его утомляемость, а также на характер формообразования станка.

Для обеспечения оптимальной рабочей позы в уравнения, связывающие антропометрические (АП) и конструктивные (КП) параметры системы ЧМС [6], должны быть введены численные значения статических АП как базовых; динамические АП, как правило, являются от них производными [7]. Поскольку перемещения тела и частей тела оператора д/о станка осуществляются в пространстве по трем координатам, должны вводиться величины трех статических АП: продольных, поперечных и переднезадних – и учитываться маскирующие антропометрические факторы (МАФ). Существующие стандарты и методические рекомендации по проектированию д/о оборудования, пультов управления и рабочих мест основываются на статистических данных, полученных в 1964 г. (!) и опубликованных Институтом антропологии МГУ и ВНИИТЭ в 1966 г. [8]. К сожалению, до сих пор по этим устаревшим данным изготавливаются мебель и оборудование студенческих аудиторий, транспортные средства (рассчитываются высота салонов автобусов, длина полок в железнодорожных пассажирских вагонах и др.). Исследования охватывали контингент операторов в возрасте 21–55 лет. Даже самые молодые из них сейчас уже на пенсии. Более поздние данные ВНИИТЭ (за 1977 г.) также уже устарели и требуют корректировки [9].

О составе нынешних и потенциальных операторов информацию может дать только современное полномасштабное (образца 1964 г.) статистическое исследование по определению АП, позволяющее выявить процентное соотношение возрастных групп в выборке с целью прогнозирования АП и, соответственно, параметров оборудования. Однако для установления предельных значений АП (и, таким образом, КП) можно ограничиться выборкой, состоящей из молодых людей – потенциальных операторов д/о (и другого) оборудования.

Такое исследование 198 юношей и 218 девушек проведено в МГУЛЕ в 1997–1998 гг. среди русской молодежи 17–22 лет (1976–1981 годов рождения), проживающих в Москве и Московской обл. (в том же регионе, что и в исследованиях 1964–1966 гг., что позволяет говорить о сопоставимости результатов). Ниже приводятся данные по главным (и наиболее наглядным) АП, какими являются длина тела (рост) человека и его масса, которая характеризует телосложение (т.е. степень “стандартности” фигуры). Последнее обстоятельство позволяет использовать результаты исследования для построения стандартизованных (плоских шарнирных и объемных) манекенов в соматографических схемах и при моделировании операторской деятельности в динамике с помощью макетов оборудования.

В табл. 1 приведены результаты измерений роста юношей 1976–1981 годов рождения. Отсюда:

$$\begin{aligned} \text{объем выборки} \quad n &= \sum n_i = 198; \\ \text{среднее значение роста} \quad \bar{x} &= \frac{1}{n} \sum x_i n_i = \\ &= \frac{1}{198} \sum (1600 \cdot 1 + 1630 \cdot 1 + 1660 \cdot 4 + \dots \\ &\dots + 1960 \cdot 1,5) \approx 1786,3 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{дисперсия} \quad \sigma^2 &= \frac{1}{n-1} \sum n_i (x_i - \bar{x})^2 = \\ &= \frac{1}{198-1} [1 \cdot (1600-1786,3)^2 + 1 \cdot (1620-1786,3)^2 + \\ &+ \dots + 1 \cdot (1960-1786,3)^2] \approx 3741,3 \text{ мм;} \end{aligned}$$

среднее квадратичное отклонение (стандарт)

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{3741,3} \approx 61,2 \text{ мм;}$$

$$\text{коэффициент вариации} \quad v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\% = \frac{61,2}{1786,3} \cdot 100\% = 3,42\%.$$

Аналогично рассчитывают среднее значение (результат – 72,1 кг) и стандарт (результат – 9,1 кг) массы юношей. У девушек средний рост составляет 1661,7 мм, стандарт роста – 53,4 мм, средняя масса – 56,4 кг, стандарт массы – 7,8 кг.

Графическое отображение распределения юношей по величинам роста человека  $X_m$  представлено на рис. 1 (а), а девушек (по  $X_{ж}$ ) – на рис. 2 (а).

Для выявления закона распределения (проверки гипотезы нормальности распределения) и определения достоверности полученных данных последние были сопоставлены со стандартной кривой нормального распределения – с использованием следующих критериев согласия: Колмогорова (для генерального среднего  $X_m$ ) и Пирсона (для генеральной дисперсии  $\sigma_x^2$ ). Подтвердилось

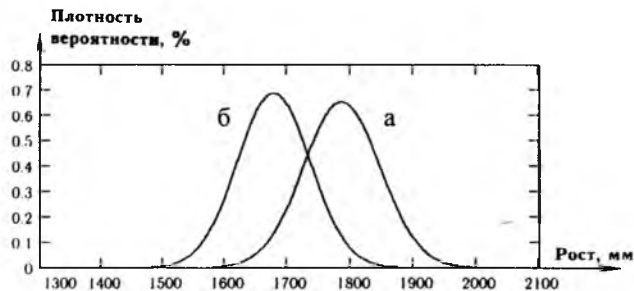


Рис. 1. Зависимость плотности вероятности величины роста человека (характеризующая распределение людей по величинам роста) для юношей по данным за 1998 г. (а) и для мужчин, занятых в промышленности, по данным за 1964–1966 гг. (б)

Параметры	Обозначения	Значения
Критерий согласия	–	Колмогорова
Уровень значимости	p	0,2
Квантиль теоретический	$\lambda_{1-p}$	1,073
Квантиль эмпирический	$\lambda$	0,410
Вид распределения объектов исследования по величинам роста	–	Нормальное
Доверительные границы:		
генерального среднего (по квантилю нормального распределения)	a	1781,9; 1790,6
генеральной дисперсии (по квантилю распределения Пирсона)	$\sigma^2$	2994,9; 4792,7
генерального стандарта	$\sigma$	52,8; 69,5
Выборочные величины:		
среднее	$\bar{X}_m$	1786,3
дисперсия	$S_m^2$	13741,3
стандарт	$S_m$	61,2

предположение о нормальном характере распределения объектов исследования в рамках полученных данных (табл. 2, 3). Оценка значимости несовпадения величин АП за 1998 г. с уровнями АП за 1964–1966 гг., заложенными в стандарты, и с величинами АП за 1977 г. была проведена с использованием критерия согласия Фишера

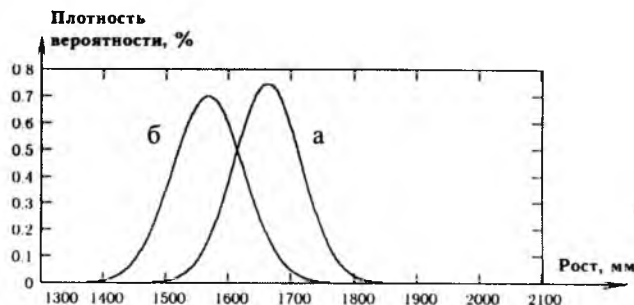


Рис. 2. Зависимость плотности вероятности величины роста человека для девушек по данным за 1998 г. (а) и для женщин, занятых в промышленности, по данным за 1964–1966 гг. (б)

Таблица 3

Антропометрический параметр, мм	СССР, русские, Москва и Моск. обл., 21 год – 55 лет, 1966, МГУ – ВНИИТЭ				СССР, русские, 18 лет – 21 год, 1977, ВНИИТЭ*				Россия, русские, Москва и Моск. обл., 17 лет – 22 года, 1998, МГУЛ			
	М		Ж		М		Ж		М		Ж	
	X	$\sigma$	X	$\sigma$	X	$\sigma$	X	$\sigma$	X	$\sigma$	X	$\sigma$
Рост в положении "стоя"	1680	58	1567	57	1720	66,2	1600	51,6	1786,3	61,2	1661,7	53,4
Рост в положении "сидя"	1310	43	1211	45	1360	26	1200	26	1378*		1259**	
Высота глаз над полом в положении "стоя"	1560	58	1458	55	1600	63	1473	51,2	1674*		1551**	
Высота глаз над полом в положении "сидя"	1192	30	1095	28	1230	26	1080	26	1266*		1256**	
Высота сиденья	422	22	370	22	454	24	420	24	459**		433*	

\* По данным А.А.Барташевича и А.Г.Мельникова (за 1970 г.):  $X_m = 1741$ ,  $\sigma_{X_m} = 61$ ,  $X_{ж} = 1625$ ,  $\sigma_{X_{ж}} = 55$ .

\*\* Расчетные величины.

Таблица 4

Параметры	Обозначения	Антропометрический параметр (рост)	
		Мужчины	Женщины
Оценка значимости расхождения генеральных дисперсий			
Критерий согласия	—	Фишера	Фишера
Квантиль распределения:			
теоретический	$F_{1-p}$	1,357	1,39
эмпирический	$S_2^1/S_2^2$	1,112	1,140

Вывод: различие двух генеральных дисперсий: по данным за 1966 г. и по данным за 1998 г. – незначительно.

Параметры	Обозначения	Антропометрический параметр (рост)	
		Мужчины	Женщины
Оценка значимости расхождения генеральных средних			
Критерий согласия	—	Стьюдента	Стьюдента
Квантиль распределения:			
теоретический	$t_{1-p} \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}$	2,576	2,576
эмпирический	$ \bar{X}_1 - \bar{X}_2 $	19,946	19,159

Вывод: генеральные средние: по данным за 1966 г. и по данным за 1998 г. – существенно различаются.

(табл. 4), поскольку распределения АП по данным за 1964–1966 гг. и за 1977 г. были нормальными [8], [9].

Антропометрические данные разных лет сведены в табл. 2. Следует отметить, что величины АП приводятся для людей без обуви и одежды. Поэтому при расчетах КП следует учитывать величины МАФ, среди которых важнейшими являются следующие корректирующие

продольные (вертикальные) размеры (в мм):

- высота вибропор станка  $Z_v \cong 50$
- высота деревянных решеток (при сечениях реек 30x40)  $Z_p \cong 60-80$
- высота изолирующих ковриков  $Z_w \cong 10-20$
- высота каблучков  $Z_k \cong 25-50$

Рассмотрим пример использования новейших данных по величинам АП, приведенных в настоящей работе. Рассчитаем высоту ОРП шипорезного станка – поверхности каретки, на которую укладывают брусковые заготовки толщиной  $Z_0 = 50$  мм. Оптимальная высота ОРП определяется по формуле [6] с учетом МАФ

$$Z = 0,537X - Z_0 - Z_v + Z_p + Z_k.$$

Поскольку на станке могут работать и мужчины, и женщины – не регулируемая по высоте поверхность каретки должна быть рассчитана на высокого оператора-мужчину, с тем чтобы верхняя граница соответствовала 97,5 перцентилю. Рост такого оператора

$$X_{max}^{97,5} = \bar{X}_M + z\sigma = 1786,3 + 2 \cdot 61,2 = 1908,7 \text{ мм.}$$

Тогда

$$Z = 0,537 \cdot 1908,7 - 50 - 50 + 80 + 25 \cong 1030 \text{ мм.}$$

Ближайший размер из ряда предпочтительных чисел (R40) – 1060 мм, тогда как большинство стандартов для д/о оборудования рекомендует  $Z_{max} = 900...1000$  мм.

Аналогично рассчитываются и другие параметры.

Проиллюстрируем существенно расхождение данных за 1964–1966 гг. с данными за 1998 г. Проведем эргономическую оценку рабочих поз двух операторов

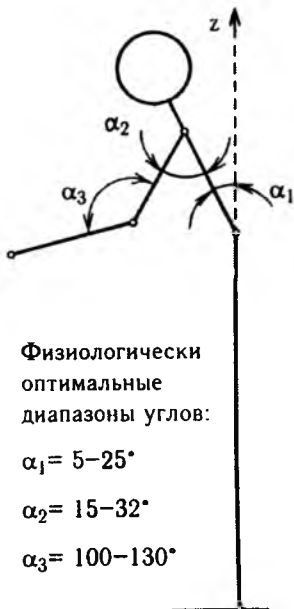


Рис. 3. Определение суставных углов шарнирной модели оператора

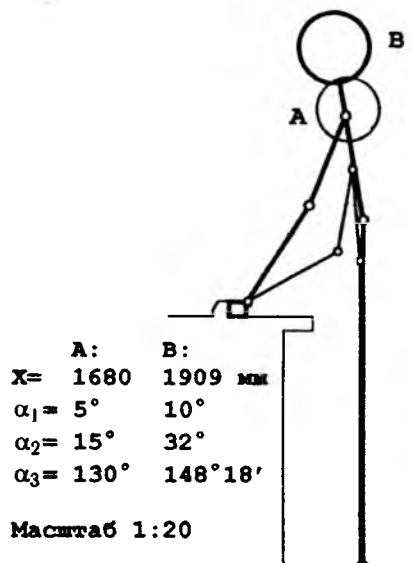


Рис. 4. Соматографическая схема. Эргономические оценки рабочих поз двух операторов:

А – удобное положение всего тела;

В – неудобное положение рук

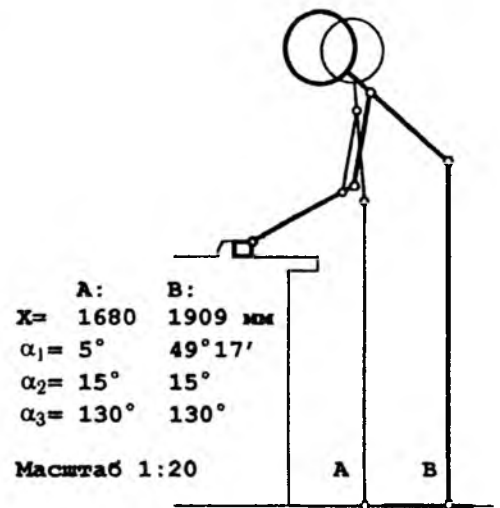


Рис. 5. Соматографическая схема. Эргономические оценки рабочих поз двух операторов:

А – удобное положение всего тела;

В – неудобный наклон туловища

сверлильно-фрезерного станка (подробнее см. [6]), рост одного из которых (оператора *A*) равен 1680 мм (средний рост по данным за 1964–1966 гг.), другого (оператора *B*) – 1909 мм (97,5 перцентиль по уточненным данным за 1998 г.), причем высота ОРП станка рассчитана на первого – на “среднего” оператора по данным за 1966 г. С точки зрения физиологии, оптимальны следующие значения суставных углов (в скобках приводится диапазон допустимых значений) (рис. 3):

угол наклона туловища вперед  $\alpha_1 \cong 5^\circ (5-25^\circ)$   
 угол подъема руки вперед  $\alpha_2 \cong 15^\circ (15-32^\circ)$   
 угол между плечом и предплечьем  
 (т.е. в локтевом суставе)  $\alpha_3 \cong 130^\circ (100-130^\circ)$

При физиологически удобном для оператора *B* угле наклона туловища (рис. 4) при долговременной работе повышенную нагрузку будут нести мышцы рук ( $\alpha_3 \approx 148^\circ \gg 130^\circ$ ). Если же держать руки в наиболее удобном положении (рис. 5), то низкая для оператора *B* высота ОРП приведет к чрезмерному наклону оператора вперед (что может закончиться потерей равновесия), т.е. к высокой нагрузке мышц-разгибателей позвоночного столба. Сила последних влияет на механическую нагрузку на позвоночник: например, сила, действующая на III поясничный позвонок, у человека весом 700 Н в положении “стоя” равна 700 Н, а при наклоне вперед под углом  $20^\circ$ –1200 Н [10]. Долговременная работа в таком положении невозможна. При прочих рабочих позах оператора *B* и мышцы рук, и мышцы спины будут нести повышенную статическую нагрузку, приводящую к недостатку кислорода в мышцах, накоплению в венах нижних конечностей крови и лимфы, излишней нагрузке межпозвоночных дисков поясничной области.

### Выводы

1. Проведенное в 1998 г. исследование АП подтвердило гипотезу о нормальности распределения объектов исследования по величинам АП.
2. Данные по величинам АП за 1998 г. значительно отличаются от данных за 1964–1966 гг., нормативно учтен-

ных в большинстве стандартов, связанных с проектированием д/о оборудования и организацией рабочих мест.

3. При задании предельных величин конструктивных размеров при проектировании станков (особенно – “на перспективу”) следует ориентироваться на последние (за 1998 г.) данные по величинам АП.

4. Формообразование д/о станков должно проводиться с учетом координат базовых формообразующих элементов, определенных путем эргономических расчетов на базе последних антропометрических данных.

### Список литературы

1. Волобаев А.М. Дизайн-методы (эргодизайн) в современном машиностроении. – М.: МГУЛ, 1993. – 42 с.
2. Амалицкий В.В., Волобаев А.М. и др. Надежность машин и оборудования лесного комплекса: Учеб. для вузов. – М.: МГУЛ, 1998. – 305 с.
3. Амалицкий В.В. К вопросу о техническом уровне и сертификации д/о оборудования и инструмента в России. // Лесной вестник. – 1998. – № 1. – С. 93–94.
4. Волобаев А.М. Художественное конструирование. Эргономика. – М.: МЛТИ, 1979. – 48 с.
5. Шкляева З.А. Исследование деревообрабатывающих станков с целью согласования их конструкции с анатомическими и физиологическими особенностями станочника: Дисс... канд. техн. наук. – М., 1969. – Машинопись.
6. Волобаев А.М. Методика расчета параметров основных рабочих поверхностей деревообрабатывающих станков // Деревообрабатывающая пром-сть. – 1990. – № 7. – С. 4–6.
7. Справочник по инженерной психологии. Под ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Машиностроение, 1982. – 368 с.
8. Успенский С., Якубова С. Антропологический фактор в промышленном планировании и эргономике // Техническая эстетика. – 1967. – № 12. – С. 4–9.
9. Белов А.А., Янов В.В. Художественное конструирование мебели. – М.: Лесная пром-сть, 1985. – 216 с.
10. Аруин А.С., Зацюрский В.М. Эргономическая биомеханика. – М.: Машиностроение, 1988. – С. 97.

УДК 674.2.02

## ПРИМЕНЕНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ГИБКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

**В. Н. Логвинов, Г. И. Шевкаленко** – ТОО “Инженер-ЮГ”

Древесина с давних пор выполняла важную роль в жизни человека. Запасы ее в России велики. Деревянные конструкции широко используются в строительстве домов и жилищ любого назначения.

Опыт показывает, что массовое домостроение, включая малоэтажное, наиболее эффективно при использовании гибких строительных систем. Такой подход обеспечивает высокую технологичность и ста-

бильность индустриального производства, а значит, конкурентоспособность и сбыт выпускаемой продукции.

Часто при организации индустриального производства строительных конструкций и систем российские

технологии, которые оказываются далеко не лучшими по сравнению с отечественными разработками. В ряду последних отметим архитектурную конструктивно-технологическую систему “Деревянный объемно-модульный индустриальный каркас” (“ДОМИК”), которая по степени унификации, универсальности технологий изготовления

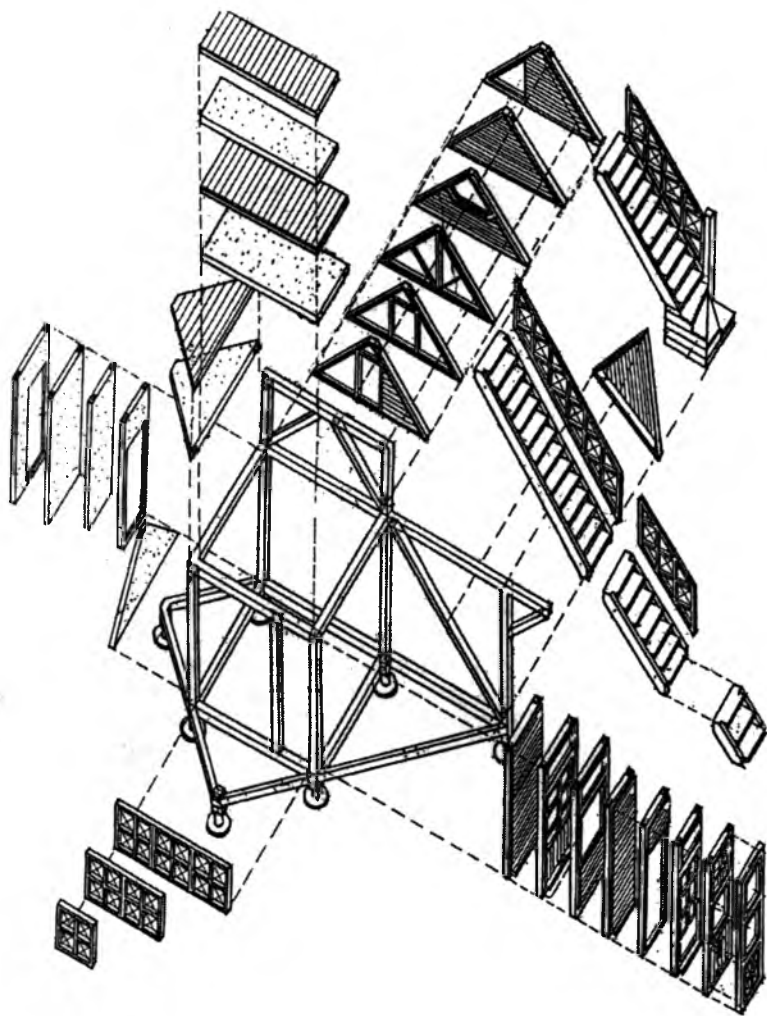


Рис. 1. Номенклатура изделий конструктивно-технологической системы "ДОМИК"

ния и сборки изделия не имеет себе равных.

Система "ДОМИК", созданная авторами статьи и другими российскими специалистами, удостоена первой премии в 1996 г. на конкурсе

Минстроя России "Свой дом" (рис. 1). Ее технологические решения защищены патентами РФ.

Из трех десятков различных легких изделий, как из элементов детского конструктора, можно быстро



Рис. 2. Сооружения, выполненные по системе "ДОМИК"

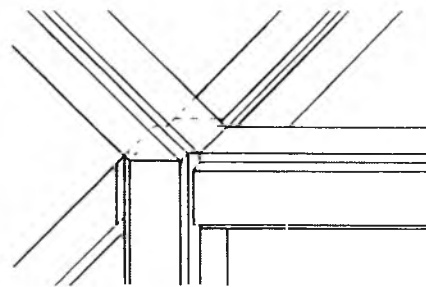


Рис. 3. Универсальный узел соединения элементов каркаса строительных конструкций

собрать без кранов и громоздких приспособлений здания и сооружения самых различных форм и размеров: мансарды городских многоэтажных зданий в одном и двух уровнях – сборка производится без отселения жителей этих домов; сельские жилые дома (до трех этажей); дачи; общественные здания культурного, спортивного и другого назначения (рис. 2).

Широкие формообразующие возможности системы "ДОМИК" обеспечены наличием в ней универсального узла (рис. 3), позволяющего получить соединения элементов каркаса практически в любых направлениях модульной сетки 3х3х3.

Каркас собирают из унифицированных клееных деревянных элементов (бруса) сечением 150х150 и 150х128 мм. При заполнении каркаса (т.е. при сооружении перекрытий, перегородок, стен) используют изделия полной заводской готовности (утепленные щиты) или местные строительные материалы. Отделка зданий зависит от вкуса и финансовых возможностей заказчика – в качестве отделочных могут служить любые материалы вплоть до кирпича и камня (рис. 4).

Элементы системы (каркас, щиты), как уже говорилось, могут быть полностью изготовлены в заводских условиях, а это значит, что по уровню качества они могут соответствовать европейским аналогам. Клееный брус сечением 150х150 или 150х128 мм представляет собой многослойную конструкцию (рис. 5), состоящую из двух или трех слоев древесины хвойных пород (ель, сосна), склеенных между собой по пласти так, чтобы волокна в соседних слоях имели одинаковое направление. Брусья изготовляют из сухой древесины одной или разных пород, но с одинаковыми показателями при усушке и раз-



Рис. 4. Здание, облицованное кирпичом

бухания, – поэтому внутренние напряжения от влажности в многослойных клееных конструкциях минимальны. Это обеспечивает постоянство их размеров, высокое качество склеивания, малочисленность расколов, трещин и других

дефектов, ослабляющих соединения и связи. При склеивании составные части бруса размещают так, чтобы рассредоточить пороки древесины и этим повысить прочность конструкции по сравнению с цельной.

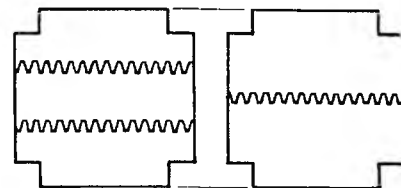


Рис. 5. Соединение элементов клееного бруса

Технология полного изготовления деревянных элементов системы “ДОМИК” позволяет быстро организовать их эффективное производство в объеме, необходимом для обеспечения строительной программы в 30 тыс.м<sup>2</sup> жилья в год. Высокая степень унификации этих элементов дает возможность выполнять в заводских условиях до 70% объема строительных работ, что позволяет окупить затраты на создание такого производства в короткие сроки.

УДК 674.815-41.004.69

## ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ КОНЦЕРНА “БЕЛЛЕСБУМПРОМ”

**К. Д. Самойлович** – концерн “Беллесбумпром”

Широкий размах жилищного строительства и высокие темпы развития мебельной промышленности в 60-е годы поставили перед лесопромышленным комплексом (ЛПК) серьезную задачу по обеспечению народного хозяйства высококачественными древесными материалами. Несмотря на достигнутый к тому времени высокий уровень лесопильного производства, пиломатериалов не хватало. В то же время лишь малую часть кусковых отходов лесопиления (горбылей и реек) перерабатывали в изделия деревообработки (паркетную фризку, тарную дощечку, штукатурную дрань) или использовали в качестве топлива, а большую

– измельчали в щепу и вместе с опилками вывозили в отвалы, загрязняя поймы рек и нанося серьезный ущерб окружающей среде. Не находила эффективного использования и низкосортная мелкотоварная древесина. Мебель в то время изготавливали из массивных щитов, склеенных из делянок в шпунт и гребень (щиты калибровали и облицовывали лущеным и строганым шпоном), что приводило к огромным материальным и трудовым затратам.

В то время в США, Германии, Великобритании получило широкое развитие производство древесностружечных плит (ДСП) с использованием в качестве сырья отходов лесопи-

ления и деревообработки и низкосортной мелкотоварной древесины. Эти плиты стали основным конструкционным материалом в производстве мебели, что привело к коренным изменениям в технологии последнего и позволило механизировать и автоматизировать ее основные операции.

В бывшем СССР производство ДСП началось на базе импортного оборудования. Было закуплено несколько комплектов оборудования западногерманских фирм “Зимпелькамп” и “Беккер-Ван-Хюллен” и английской фирмы “Бартрев”.

Один из комплектов фирмы “Беккер-Ван-Хюллен” был установлен и

в 1961 г. пущен в эксплуатацию на Витебском ДОКе.

Однако закупка оборудования по импорту требовала огромных валютных средств и Правительством СССР было принято решение организовать производство аналогичного оборудования на отечественных машиностроительных предприятиях. Специалисты ВНИИДМаша и ряда КБ разработали линию по производству ДСП мощностью 25 тыс.м<sup>3</sup> плит в год (аналог линии фирмы “Зимпелькамп”), которую без достаточных испытаний запустили в серийное производство. В Белоруссии одна из первых линий была установлена и введена в эксплуатацию в 1963 г. на Мозырьском ДОКе. Линия была далеко не совершенна и в принципе не могла обеспечить проектную мощность, качество плит тоже не соответствовало предъявлявшимся требованиям. Серьезным недостатком была разнотолщинность плит. Для устранения этого дефекта приходилось давать заведомо большие припуски, в результате чего при калибровании шлифовывали наиболее качественный, верхний, слой. В числе лучших по наращиванию мощности был цех Мозырьского ДОКА, уступая лишь цехам в Подрезкове и Сваляе, но и уровни, реально достигнутые этими цехами, были далеки от проектного.

Учеными страны постоянно проводились исследования, принимались технические решения по совершенствованию технологии и модернизации оборудования. Все эти решения отрабатывались на Подрезковском экспериментальном заводе древесностружечных плит и деталей и в короткие сроки внедрялись на других предприятиях, однако на том этапе ни одно из них не вышло на проектную мощность.

Тогда Правительством СССР была создана рабочая группа в составе ведущих специалистов и ученых по увеличению мощности цехов ДСП с 25 до 35 тыс.м<sup>3</sup> в год. Используя опыт работы отечественных и зарубежных предприятий, она разработала соответствующие рекомендации. В результате их реализации цехи ДСП вышли на мощность 35 тыс.м<sup>3</sup> плит в год – на основе совершенствования технологии, модернизации и частичной замены оборудования. В дальнейшем проводилось техническое перевооружение цехов и заводов ДСП – так что их

мощность была доведена до 80–90 тыс.м<sup>3</sup> плит в год, повысилась качество плит.

В Белоруссии объемы производства ДСП наращивались с каждым годом. В 1965 г. был пущен в эксплуатацию цех ДСП на Пинском фанерно-спичечном комбинате, в 1971 г. – на Ивацевичском лесозаводе, в 1972 г. – завод мощностью 70 тыс.м<sup>3</sup> на Мостовском фанерном ДОКе и в 1977 г. – на Речицком фанерно-мебельном комбинате – на импортном оборудовании фирмы “Раума-Репола” (Финляндия) – мощностью 110 тыс.м<sup>3</sup>. Было также организовано производство ДСП на Борисовском ДОКе – на польском оборудовании мощностью 28 тыс.м<sup>3</sup>, но это оборудование работало неудовлетворительно, качество плит было низким, поэтому производство было остановлено. В настоящее время ведутся переговоры с зарубежными фирмами по созданию в этом корпусе производства древесноволокнистых плит средней плотности (МДФ). Наряду с плоским было освоено экструзионное прессование ДСП. На Гомельском ФСК была установлена такая линия, но экструзионная плита не обладала достаточной прочностью в продольном направлении и это производство было ликвидировано.

В 1987 г. в объединении “Мостовдрев” путем демонтажа одной линии ДСП мощностью 35 тыс.м<sup>3</sup> и реконструкции цеха была введена в эксплуатацию линия по производству древесных плит с ориентированной стружкой (ОСП) мощностью 60 тыс.м<sup>3</sup> – на базе комплексного оборудования западногерманской фирмы “Бизон”.

Вообще следует отметить, что в Белоруссии наращивание мощностей по производству ДСП шло довольно высокими темпами. Максимальные годовые объемы выпуска плит были достигнуты в следующих объединениях: Речицдрев – 115,2 тыс.м<sup>3</sup> (в 1985 г.), Ивацевичдрев – 63,8 (в 1990 г.), Пинскдрев – 78,5, Витебскдрев – 40 (в 1991 г.), Мозырьдрев – 91,2, Мостовдрев – 77,9 тыс.м<sup>3</sup> (в 1992 г.). Если бы эти достигнутые уровни сохранились, то в целом по концерну мы могли бы выйти на годовой объем выпуска плит в 466 тыс.м<sup>3</sup>.

Однако общая негативная экономическая ситуация в республике привела к резкому падению производства в промышленности. Не ста-

ла исключением и плитная подотрасль. В 1996 г. было выпущено лишь 273 тыс.м<sup>3</sup>, что составило лишь 58,6% достигнутого максимального уровня. Наблюдается и снижение качества плит. Известно, что показатели качества плит тесно связаны с объемом их производства. В 1997 г. наметился некоторый подъем производства ДСП: за 9 мес. выпущено 256,7 тыс.м<sup>3</sup>, что составило 125,5% уровня за соответствующий период 1996 г. Однако такие темпы роста объемов производства сегодня не устраивают мебельную промышленность, которая, как известно, выходит на более высокие рубежи в связи с постоянным ростом спроса на мебель.

Правда, темпы роста объема производства ДСП в Белоруссии выше, чем в России. В РФ в 1996 г. было выпущено 1455 тыс.м<sup>3</sup> плит против 4980 тыс.м<sup>3</sup> в 1989 г., т.е. объем производства за 7 лет снизился более чем в 3 раза. В 1 кв. 1997 г. в России выпущено 365,4 тыс.м<sup>3</sup> плит, что составило 87% уровня за соответствующий период прошлого года, т.е. падение производства не остановлено. Для белорусских предприятий это не ориентир, а информация к размышлению. Создаваемая ситуация, на наш взгляд, дает огромный стимул к стабилизации и наращиванию объемов производства плит в республике с целью покрытия образовавшейся брешы на российском рынке.

Не менее важные проблемы стоят перед подотраслью по совершенствованию технологии производства плит, модернизации действующего и внедрению нового, современного оборудования, механизации и автоматизации производства на базе широкого применения автоматизированных систем управления, программируемых контроллеров, высококачественных экологически чистых материалов и сырьевых компонентов. И, справедливости ради, нужно отметить, что большинство наших объединений, в составе которых имеется плитное производство, проводят серьезную работу по решению стоящих задач с привлечением научных и технологических организаций как Белоруссии, так и других стран – в первую очередь России, где сосредоточены практически все научные силы бывшего Советского Союза.

В научно-техническом сотрудничестве Белоруссии и России участ-

вуют: Белорусский технологический университет, Национальная Академия наук Белоруссии, Белорусская инженерная академия, ПКТБ “Минскпроектмебель”, Белорусская политехническая академия, Научно-исследовательский проектно-конструкторский институт древесных плит (Подрезково), Центральный научно-исследовательский институт фанеры (С.-Петербург), Научно-производственное объединение “Вега” (Балабаново) и ряд других организаций.

Наибольшую активность в этом направлении проявляют специалисты объединений “Ивацевичдрев” и “Пинскдрев” – прежде всего их гл. инженеры: В.Я.Литаров и Л.Н.Логвин.

Вопросы качества всегда имели большое значение при производстве ДСП. Но в настоящее время, когда мебельная промышленность использует кашированные плиты, в процессе отделки применяются тонкослойные лаковые покрытия, производится профилирование кромок и пластей, – к качеству плит, их структурному составу, шероховатости пластей предъявляются особые требования. Об этом говорилось на состоявшемся в марте 1997 г. в С.-Петербурге научно-практическом семинаре, в работе которого принимали участие и специалисты белорусских объединений. Здесь подробно рассматривали вопросы повышения качества и конкурентоспособности ДСП. Они и для нас актуальны, так как нам надо не только обеспечивать собственные нужды, но и постоянно наращивать экспорт в страны ближнего и дальнего зарубежья. Сегодня на мировом рынке конкурентоспособны плиты, обладающие высоким качеством поверхности, сниженными плотностью и материалоемкостью, минимальной токсичностью и специальными свойствами. А этого можно достичь лишь на базе использования принципиально новых научных решений, модернизации оборудования, создания и организации производства малотоксичных карбамидоформальдегидных смол с высокой клеящей способностью.

Говоря о плитном производстве России, следует обратить внимание на опыт работы Костромского фанерного комбината. На нем проведена реконструкция завода ДСП с внедрением формирующей станции “Класси-Формер-Комби”, роликовой

сортировки “Класси-Скрин” и некоторого другого оборудования, что позволило заводу освоить ДСП европейского класса, сократить расход материалов и трудозатраты, а также резко снизить цену на плиту. В 1997 г. этот завод реализовал плиту по цене 700 тыс.руб./м<sup>3</sup>, в то время как Томский завод ДСП – по цене 1210 тыс.руб./м<sup>3</sup>.

Качество ДСП сильно зависит от качества стружки. Поэтому вопросам ее подготовки должно постоянно уделяться самое пристальное внимание. Но, к сожалению, нередко случаи, когда режущий инструмент затачивают некачественно, несвоевременно производят его замену, не всегда отсортировывают и доизмельчают крупную фракцию – в результате в ковер вместе со стружкой попадают крупные частицы, что снижает качество плит. Не только уже давно забыли об окорке сырья, поступающего в плитное производство, – в последнее время в плиту пошли все опилки от лесопиления, и ее качество резко снизилось. Это особенно заметно на примере объединения “Мозырьдрев”, где объемы образования опилок значительны. Считаем, что принятию такого решения должны предшествовать серьезные исследования с целью определения оптимального соотношения опилок и стружки, а также технологии их подготовки.

Серьезно нужно заниматься и вопросами механизации работ по подготовке и подаче сырья – особенно в объединении “Витебскдрев”, где трудозатраты на подготовку и подаче сырья достаточно велики.

Один из важнейших моментов, оказывающих серьезное влияние на качество плиты, ее физико-механические показатели, – это дозирование связующего и осмоление стружки. Этим вопросом все занимались, но желаемого результата пока не получено. Заслуживает внимания инициатива гл. инженера объединения “Ивацевичдрев” по разработке и внедрению автоматизированной установки дозирования связующего в производстве ДСП с привлечением специалистов Национальной Академии наук Белоруссии. Технико-экономическое обоснование выполнено с долевым участием в финансировании указанной разработки объединений “Пинскдрев”, “Мозырьдрев”, “Мостовдрев”. Работы в этом направлении нужно продолжать, так

как внедрение этой разработки позволит значительно уменьшить расход смолы, в результате чего снизится себестоимость и повысится качество и конкурентоспособность плит.

Для повышения конкурентоспособности ДСП надо улучшить показатель ее экологической безопасности. Сегодня на европейский рынок бесполезно выходить с плитой класса Е2 по эмиссии свободного формальдегида. Да этот показатель не менее важен и для внутреннего рынка: превышение допустимого уровня эмиссии свободного формальдегида наносит ущерб здоровью и нашего населения, покупающего мебель из ДСП. Следует отметить: все еще нельзя утверждать, что эта проблема решена в полном объеме. По данным за 8 мес. 1997 г., 100% (от общего объема производства ДСП) плит класса Е1 выпустили только объединения “Мозырьдрев” и “Мостовдрев”. Этот показатель по объединению “Речицадрев” составляет 73,3, “Пинскдрев” – 79, “Витебскдрев” – 29,4%, хотя по объединению “Витебскдрев” максимально достигнуто 84,4%.

Учеными республики в результате проведенных исследований был внесен ряд предложений по снижению токсичности плит и уменьшению расхода смолы. В частности, была разработана рецептура связующих с добавлением модифицированных лигносульфонатов. Объединения “Речицадрев”, “Мозырьдрев”, “Пинскдрев” и др. использовали лигносульфонаты, но потом отошли от этой технологии, хотя, на наш взгляд, это неоправданно.

Рассматривая экологические проблемы, следует отметить: не менее важным вопросом, чем эмиссия формальдегида из плиты, является и его выделение в процессе варки смол и производства плит. При варке смол выделяются метанольные воды, которые загрязняют окружающую среду. В объединении “Ивацевичдрев” проведены работы по их обезвреживанию биологическим и термическим способами. В 1997 г. из внебюджетного инновационного фонда концерна профинансирована тема по биохимическому методу обезвреживания метанольных вод. Эта разработка закончена и передана объединениям “Мостовдрев” и “Мозырьдрев” для внедрения. Большая работа проделана и по обезвреживанию газообразных выбросов формальдегида, однако ее нужно продолжать.

Один из серьезных вопросов в совершенствовании технологии изготовления плит – снижение потребления энергетических ресурсов всех видов. При проектировании производств ДСП энергоресурсы были относительно дешевы, так что энергоемкость плит слабо влияла на их себестоимость. Поэтому иногда в проекты закладывались необоснованно энергоемкие процессы – например, пневмотранспорт, хотя можно было использовать другие решения, при которых энергопотребление было бы в несколько раз меньше. Сегодня над этими вопросами нужно работать. Перевод прессов на термомасло, как показывает опыт объединения “Пинскдрев”, тоже дает значительный экономический эффект. Правда, данный пример весьма актуален только для объединения “Витебскдрев”, где тепло получают от городских сетей, в других же объединениях, где заводы ДСП получают тепло от собственных котельных, экономический эффект от принятия этой меры будет несколько меньше.

Необходимо также постоянно уделять внимание изысканию новых сырьевых ресурсов. А их у нас в республике предостаточно. Все знают, сколько вершинок и сучьев остается в лесу и не используется. По заданию концерна “Беллесбумпром”

Минским производственным объединением им. Октябрьской Революции освоен выпуск передвижных рубительных машин, которые в условиях лесосеки перерабатывают отходы лесозаготовок на технологическую щепу. Мозырским заводом мелiorативных машин изготовлен опытный образец передвижной рубительной установки для переработки сучьев, который в настоящее время проходит производственные испытания и после доработки будет запущен в серийное производство. Важно с наибольшей полнотой использовать эту технику, что обеспечит значительное снижение себестоимости щепы.

На смолы в себестоимости ДСП приходится от 40 до 54%. Поэтому снижение их расхода, поиск более дешевых связующих или хотя бы введение добавок в состав связующих – это весьма эффективные пути улучшения экономических показателей заводов ДСП. И нужно сказать, что в России этими вопросами занимаются очень серьезно.

Плитные предприятия освоили применение маломольных карбамидоформальдегидных смол – с соотношением карбамида и формальдегида 1,00:1,05, а также использование при изготовлении ДСП акцепторов свободного формальдегида. В

европейских странах мольное соотношение исходных – для реакции поликонденсации – компонентов понижено вплоть до 1,0:0,9, что обусловило снижение содержания свободного формальдегида в плите до 4–6 мг/100 г плиты.

Новые смолы, обеспечивающие возможность производства экологически безопасных плит, разработаны Уральской ЛТА (Екатеринбург). Выпуск плит класса не только Е1, но и Е0 освоен на предприятии “Полимер” (Нижний Тагил). Плиты поставляются в Венгрию и Бельгию. Есть и ряд других разработок.

Самостоятельное направление повышения качества ДСП – модифицирование частиц перед стадией осмоления. С.-Петербургская ЛТА в качестве модификатора рекомендует использовать технические лигносульфонаты. На ряде наших заводов, и в первую очередь в объединении “Речицадрев”, эта технология опробована, дала положительные результаты, но сегодня о ней забыли.

Успешное решение перечисленных и других проблем позволит нарастить объемы производства ДСП в Белоруссии, повысить их качество и конкурентоспособность на мировом рынке.

УДК 684.061.4

## МИНСКИЙ МЕБЕЛЬНЫЙ САЛОН

Среди выставок мебели, ежегодно проводимых в Белоруссии, заслуживают внимания только две: республиканская оптово-торговая и международная выставка “Минский мебельный салон”. Первая проводится осенью концерном “Беллесбумпром” лишь для своих предприятий, вторая – Министерством промышленности Республики Беларусь совместно с ВО “Экспофорум”.

Суммарный объем выпуска мебели предприятиями концерна составляет примерно 70% республиканского, и вся основная номенклатура и новые образцы представляются на оптово-торговой выставке. На долю Белоруссии сейчас приходится около 16% общего объема производства

мебели в СНГ (в бывшем СССР – 6%), так что на этой выставке можно увидеть много интересного: и новые дизайнерские решения, и добротные конструкции, и эффективные технологические процессы.

14–17 апреля 1998 г. состоялась четвертая выставка “Минский мебельный салон”, в которой приняла участие 68 организаций. Экспонировалась мебель, выпускаемая в Белоруссии, а также в России, Литве, Украине, Польше, Италии, Германии, Чехии, Болгарии, Словении, Великобритании, Венгрии, Бельгии, Голландии, Франции, Финляндии, Эстонии. Эту выставку можно назвать международным форумом среднего и малого мебельного бизнеса.

На выставке была широко представлена мебель для дома, офисов, банков, баров, кафе, ресторанов, аптек, торговое оборудование. Был показан широкий диапазон различных форм и конструкций мебели, а также принципов ее действия. Так, в составе наборов мягкой мебели США были кресла-массажеры. Сидящий может занять в кресле любое положение и при желании получить массаж или левого, или правого бока, или спины, или одновременно со всех сторон. Массаж выполняет само кресло. Наборы же добротной мягкой детской мебели фирмы “Домовой”, наоборот, просты: все изделия выполнены из объемных элементов поролон в виде параллелепипедов

различных размеров, облицованных тканью. Изделия могут собираться и разбираться самими детьми. Это скорее мебель-игрушка.

Образцы недорогой кухонной мебели продемонстрировала бобруйская фирма "Луч". При хорошем качестве исполнения стоимость кухонного набора – немногим более 100 усл.ед. За этими наборами всегда большая очередь – причем только тех, кто уже произвел предоплату. Мебель на фирме делают 7 человек, в месяц – 300 наборов. Вот вам и малое предприятие! Оно и ряд других небольших фирм продемонстрировали возможность массового изготовления корпусной мебели при малых капитальных затратах – на небольших площадях, при небольшом количестве оборудования.

При точном раскрое ламинированных плит (белорусские предприятия покупают их в большом количестве в Польше) дальнейшая обработка состоит в облицовывании кромок, присадке и сборке. Работая по такой технологии, небольшая фирма "Март" (г. Новополоцк) выпускает качественную корпусную бытовую мебель, офисную и различное оборудование по заказам организаций и населения. Более 30 наименований офисной мебели предлагает своим клиентам минское НПО "Мебельпром". Сочетание низких цен и высокого качества продукции позволило ему войти в число ведущих производителей офисной мебели.

Следует отметить хорошее качество и разнообразный ассортимент мебели, выпускаемой такими малыми предприятиями, как "Едем" (г. Гродно, офисная и бытовая корпусная мебель), "Спарина", "Технопрогресс" (г. Минск, мягкая мебель).

В выставке приняли участие предприятия – производители оборудования, материалов, фурнитуры. Институт "Белоргстанкинпром" (г. Минск) демонстрировал более 300 образцов мебельной фурнитуры, по которой он является головной организацией-разработчиком. Фурнитуру из цветных металлов и керамики с покрытием под золото, серебро и бронзу демонстрировала фирма "Спектр" (г. Тамбов). Высококачественный искусственный камень, а также клеи, декоративный пластик и оборудование для постформинга предлагала клиентам московская фирма "Арли".

Хорошим дополнением к выставке стал семинар на тему "Мебель-98:

ассортимент, дизайн, технология, качество". В нем приняло участие около 100 специалистов. Среди докладчиков были представители белорусских министерств промышленности и торговли, ОАО "Минскпроектмебель", Белорусского государственного технологического университета, Белорусской академии искусств, немецких фирм и др. Были обсуждены важные для отрасли и потребителей проблемы: соответствия уровня выпускаемой мебели платежеспособному спросу населения, а состава набора изделий мебели – типу квартиры; совершенствования системы организации работы по торговле мебелью; сертификации последней; производства фурнитуры и инструмента; новых материалов и др. По уровню организации семинаров "Минский мебельный салон" намного опережает других организаторов выставок.

Минскому мебельному салону, как и республиканской оптово-торговой выставке, не хватает важного атрибута: на этих выставках не проводится выявление лучших изделий мебели. А ведь награда за лучшее изделие – это необходимый стимул для производителей как в творческом плане, так и в коммерческом. Она нужна и для покупателей – как мерило уровня качества предлагаемой мебели.

Нельзя сказать, что организаторами выставок в этом отношении ничего не делается. Так, Минский мебельный салон награждает дипломами администрации выставки отдельных участников за хорошую организацию экспозиций, а концерт "Беллесбумпром" на своей выставке вручает три приза: два – по итогам про-

изводственной деятельности предприятий за год, а третий – за уровень выставочной экспозиции. Но это не то, что может и должно служить критерием оценки и общественного признания творческой работы участников выставки: ведь результаты их труда и главные предметы выставки – изделия мебели – не оцениваются и не отмечаются. Если для республиканской оптово-торговой выставки это простительно, то для международной – никак нет.

На вопрос, почему это не делается, организаторы отвечают – нет средств на награждение победителей. Но для участников и потенциальных покупателей важно в первую очередь общественное признание. Для его выражения достаточно и моральных стимулов – например, Почетных дипломов выставки. А прилагались ли к ним денежные вознаграждения и в каком размере – это общественность интересуется мало. Профессионально и объективно оценить уровень изделий мебели в Минске есть кому. Здесь два вуза, где готовят дизайнеров, много мебельщиков – членов международной ассоциации "Союз дизайнеров", архитекторов и других специалистов.

Пятый "Минский мебельный салон" состоится в апреле 1999 г., тел. (017) 213-56-36. Надо надеяться – уже со всеми атрибутами международных выставок, проводимых в соответствии со стандартами Международного союза ярмарок.

**А.А.Барташевич** (Белорусский государственный технологический университет, Белорусская академия искусств)

## MÖHRING international

Möhring Group of Companies – известный производитель шпона в Америке, Германии, Бразилии и Эстонии. Для нового завода в Эстонии фирме требуется поставщик березового фанерного сырья.

Березовые кряжи должны удовлетворять следующим требованиям:

Диаметр (толщина в верхнем отрубе) – 25 см и выше

Длина – 3 м и более

Качество – Свежесрубленная древесина без внешних дефектов. Ложное ядро – не более 20% диаметра сортамента.

Место заготовки – Карелия, Коми, юг Архангельской обл., Ленинградская, Вологодская, Псковская, Костромская области.

Ждем Ваших предложений. Наши адреса:

в Германии

Möhring international

Postfach 560

D – 32635

Germany

Fax : +49 5261 3330

E-mail: atlantivevener@coastainet.com

в США

Atlantic Vener Corp.

P.O.Box 660

Beaufort, NC 28516

USA

Fax: +1 252 7284203

# ПО СТРАНИЦАМ ТЕХНИЧЕСКИХ ЖУРНАЛОВ

**Слоистая древесина из шпона (LVL) – производство, свойства и применение.** Drevno warstwowe z formirów (LVL) wytwarzanie, właściwości i zastosowanie / Grześkiewicz M. // Przemysł Drzewny. – 1997. – N12. – Ss. 8 – 10.

LVL – слоистая древесина из шпона – это строительный материал, полученный путем склеивания его листов с параллельным направлением волокон в соседних слоях. Технология производства LVL позволяет использовать маломерную древесину и выпускать продукт высокого качества.

Слоистая структура, точный подбор шпона по качеству, а также хаотичность расположению дефектов древесины способствуют увеличению прочности и однородности готового материала, которые несколько выше аналогичных показателей массивной древесины. LVL дает архитекторам большие возможности формирования легких и эффективных оригинальных конструкций зданий значительной противопожарной стойкости.

Производство и применение LVL в США и Японии постоянно расширяются. Прогнозы на будущее для этого материала оптимистичны.

**Прочность швов слоистых соединений сосновой древесины в зависимости от вида применяемого клея PVAC и MUF.** Wytrzymałość spoin warstwowych połączeń drewna sosnowego (Pinus silvestris L.) w zależności od rodzaju zastosowanego kleju PVAC i MUF / Gos B. // Przemysł Drzewny. – 1997. – N12. – Ss.11 – 13.

В статье представлены результаты исследований клеевых швов слоистых соединений сосновой древесины (Pinus silvestris) в зависимости от вида применяемых клеев (PVAC или MUF). Выбранные клеи отвечали классу стабильности D4 по P-E-204.

После вымачивания образцов в горячей воде, а потом в холодной прочность клеевых соединений на PVAC значительно снизилась по сравнению с прочностью швов на клею MUF. Однако после их высушивания этот показатель у образцов на клею PVAC восстановился, чего не

наблюдали у клеевых соединений на MUF. Можно заметить, что клеевые соединения на PVAC хорошо сохранили адгезионную и когезионную прочность.

**Планирование производства по обработке массивной древесины.** Planen für die Massivholzproduktion/ Art Raymond // FDM : Furniture Design & Manufacturing Möbeldesign und -Fertigung. – 1997. – N2. (Spring). – Ss.19–24.

Мебель высокого качества, как правило, имеет элементы из массивной древесины: красиво выполненные передние стенки выдвижных ящиков, выпуклые филенки дверей и декоративные фигурные детали. Все это может превратить основные каркасы мебели, изготовленные из ДСП, в привлекательные изделия и увеличить в 3 и более раза их стоимость.

Это предложение может быть полезным как для мебельных фабрик, выпускающих мебель из ДСП, так и для лесопильных производств, где можно организовать процесс переработки пиломатериалов в более дорогостоящие детали для продажи местным и зарубежным потребителям.

Для организации производства изделий из массивной древесины необходимо освоить пять основных технологий: сушку в камерах, первичную машинную обработку, склеивание по кромке, станочную обработку, отделку. Сушильные камеры выбирают в зависимости от источника энергии, породы древесины, толщины заготовок.

Лесопильные предприятия, организовавшие сушильный блок, уже на этой стадии могут продавать высушенные пиломатериалы на местном и зарубежном рынках по более высокой цене. (В США первосортные сухие пиломатериалы дороже сырых на 60–110 долл. США/м<sup>3</sup>.)

Первичная машинная обработка заключается в строгании и распиловке пиломатериала в размер с припуском. При этом важно минимизировать отходы. Технологическая линия состоит из двустороннего рейсмусового станка и комбинаций многопильного станка для продольной распиловки с поперечнопильными станками. Вспомогательное обоору-

дование включает систему конвейеров, ленточную делительную пилу, станок для продольной распиловки с одним режущим полотном.

После первичной машинной обработки получают обычно точеные бруски квадратного сечения и профильные заготовки. Бруски в дальнейшем уже покупатели обрабатывают на токарных станках в рамы и стойки для кроватей или ножки для стульев. Некоторые покупатели согласны приобретать заготовки, соединенные по длине на шип. Их обрабатывают на фасонно-фрезерных станках в фигурные детали для отделки верхней части мебели и плинтусы.

Склеивание по кромке позволяет получить из кусков древесины детали большого размера: крышки столов, панели ящиков, сиденья для стульев шириной 450 мм, дверцы шкафов. Целесообразно эту операцию выполнять в вайме. Для окончательной обработки изделий потребуются строгальный станок и широколенточный шлифовальный.

Технология машинной обработки изделий включает фасонное фрезерование, придание формы, профилирование, высверливание, фрезерование и выдавливание рельефа на заготовках после первичной обработки или после их склеивания по кромкам. Здесь требуется целый набор станков для завершения процесса. На основе осуществления этапов машинной обработки деталей фабрика может увеличить стоимость продукции и получать за 1 м<sup>3</sup> ее 900–1000 долл. США вместо 500–600 долл., как за детали стандартного размера после первичной обработки.

Отделка – завершающий этап в изготовлении мебели. Она состоит из операций шлифования, придания цвета, нанесения защитного слоя на изделия. В зависимости от вида последнего производят отделку деталей перед сборкой или отделку собранного изделия.

После определения требований к выпускаемой продукции и плана освоения рассмотренных основных технологий можно разработать бюджет капитальных затрат для создания нового производства по обработке массивной древесины.

## Вниманию авторов статей!

При подготовке научно-технических статей для журнала *"Деревообрабатывающая промышленность"* рекомендуем авторам учитывать следующее.

Каждая статья, публикуемая в журнале, должна иметь точный адрес, т.е. автор обязан четко представлять, на какой круг читателей она рассчитана. Рекомендуем соблюдать некоторые общие правила построения научно-технической статьи: сначала должна быть четко сформулирована задача, затем изложено ее решение и, наконец, сделаны выводы. Статья должна содержать необходимые технические характеристики описываемых технических схем, устройств, систем, приборов, однако в ней не должно быть ни излишнего описания истории вопроса, ни известных по учебникам иллюстраций, сведений, математических выкладок. Желательно, чтобы в статье были даны практические рекомендации производителям.

Объем статей не должен превышать 10 страниц текста, перепечатанного на машинке через два интервала на одной стороне стандартного листа (в редакцию следует присылать 2 экземпляра – первый и второй).

Все единицы физических величин необходимо привести в соответствии с Международной системой единиц (СИ), например давление обозначать в Паскалях (Па), а не кгс/см<sup>2</sup>, силу – в ньютонах (Н), а не в кгс и т.д.

Желательно составить аннотацию статьи и индекс УДК (Уни-

версальной десятичной классификации). Название статьи и аннотацию просим давать на двух языках: русском и английском.

Формулы должны быть вписаны четко, от руки. Во избежание ошибок в них необходимо размечать прописные и строчные буквы, индексы писать ниже строки, показатели степени – выше строки, греческие буквы нужно обвести красным карандашом, латинские, сходные в написании с русскими, – синим. На полях рукописи следует помечать, каким алфавитом в формулах должны быть набраны символы.

Приводимая в списке литературы должна быть оформлена следующим образом:

в описании книги необходимо указать фамилии и инициалы всех авторов, полное название книги, место издания, название издательства, год выпуска книги, число страниц;

при описании журнальной статьи следует указать фамилии и инициалы всех авторов, название статьи, название журнала, год издания, номер тома, номер выпуска и страницы, на которых помещена статья;

фамилии, инициалы авторов, названия статей, опубликованных в иностранных журналах, должны быть приведены на языке оригинала.

Статьи желательно иллюстрировать рисунками (фотографиями и чертежами), однако число их должно быть минимальным. Все фотографии и чертежи следует присылать в двух экземпля-

рах размером не более машинописного листа. Чертежи (первый экземпляр) должны быть выполнены тушью по стандарту. Фотографии должны быть контрастными, на глянцевой бумаге.

В тексте необходимо сделать ссылки на рисунки, причем позиции на них должны быть расположены по часовой стрелке и строго соответствовать приведенным в тексте. Каждый рисунок (чертеж, фотография) должен иметь порядковый номер. Подписи составляются на отдельном листе.

При подготовке статьи необходимо пользоваться научно-техническими терминами в соответствии с действующими ГОСТами на терминологию.

В таблицах следует точно обозначать единицы физических величин, в наименованиях граф не сокращать слов. Слишком громоздкие таблицы составлять не рекомендуется.

Рукопись должна быть подписана автором (авторами). Редакция просит авторов при пересылке статьи указывать свою фамилию, имя и отчество, место работы и должность, домашний адрес, номера телефонов.

Отредактированную и направленную на подпись статью автор должен подписать, не перепечатывая ее на машинке. Поправки следует внести ручкой непосредственно в текст.

Просим особое внимание обратить на необходимость высылать статьи в адрес редакции заказными, а НЕ ЦЕННЫМИ письмами или бандеролями.

# Форматные пилы "Альтендорф"

для абсолютно точного раскроя плитных материалов



Wilhelm Altendorf GmbH + Co. KG Maschinenbau, D-32377 Minden, Postfach 20 09, телефон (49) 571/9550-0, факс (49) 571/9550-111

## Партнёры "Альтендорф" по сбыту в СНГ

121471 Москва,  
ул. Рябиновая 45, офис 58,  
фирма "Кожин + Со."  
Тел.: 4464864  
Факс: 4465854

196199 Санкт-Петербург,  
Витебский пр. 13,  
фирма "Фазтон"  
Тел.: 2982118  
Факс: 2985022

620137 Екатеринбург,  
ул. Ботаническая 30,  
фирма "Телси"  
Тел.: 749699  
Факс: 745822

**В НЫНЕШНЕМ ГОДУ  
МЫ НАДЕЕМСЯ  
ЧАЩЕ ВСТРЕЧАТЬСЯ  
С ВАМИ НА ВЫСТАВКАХ.  
МЫ УЧАСТВУЕМ  
ВО ВСЕХ КРУПНЫХ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ  
ЭКСПОЗИЦИЯХ В СНГ  
И СТРАНАХ БАЛТИИ.**

660012 Красноярск,  
ул. Семафорная 123,  
фирма "И & К & С"  
Тел.: 612533  
Факс: 361611

252022 Киев,  
ул. Боженко 84,  
фирма "Маркетлис"  
Тел./факс: 2692532

220079 Минск,  
ул. Кальварийская 33,  
фирма "ЛДМ"  
Тел.: 540030  
Факс: 556869

480002 Алматы,  
ул. Пушкина 41-27,  
фирма "ИММА"  
Тел./факс: 426907

Вологодская областная универсальная научная библиотека  
[www.booksite.ru](http://www.booksite.ru)