

# Деревообрабатывающая промышленность

1990  
**11**

# НАБОР КОРПУСНОЙ

## МЕБЕЛИ

### «ОФОРТ 8»

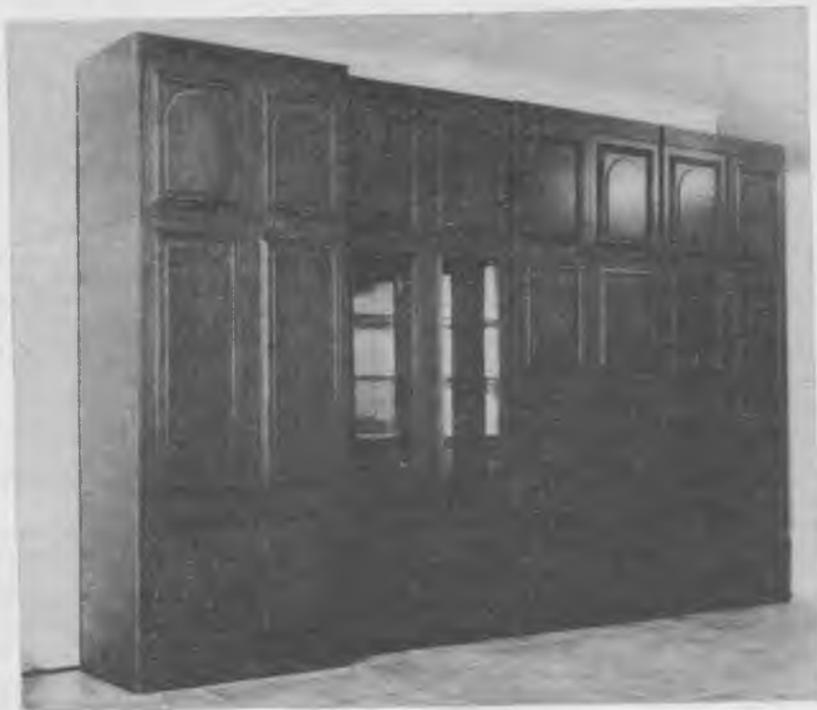


Рис. 1. Общий вид набора «Офорт 8»

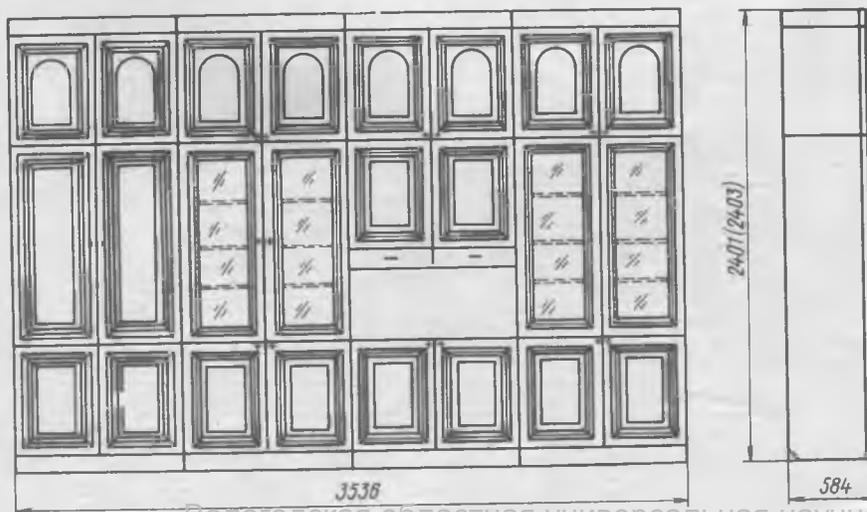


Рис. 2. Основные размеры набора «Офорт 8»

Набор корпусной мебели «Офорт 8» (проект МБН.101.00.00.00.00) разработан производственным мебельным объединением «Москва» с учетом современных эстетических требований на базе единого каркаса из унифицированных щитовых элементов.

Выразительность набора «Офорт 8» достигается декоративным оформлением и цветовым решением фасадных поверхностей.

Двери набора украшены профильной раскладкой, установленной в виде накладной рамки, и накладными декоративными элементами в центре.

Накладные декоративные элементы из облицованной древесноволокнистой плиты или фанеры на дверях верхнего пояса набора применяются с контуром арочного типа, а на других щитовых дверях — прямоугольные.

Декоративные накладные элементы и фасадные (лицевые) поверхности облицованы шпоном разных пород или одной породы, но резко отличающимся по текстуре или цвету.

Изготовлен набор мебели из щитовых элементов, облицованных шпоном. Щитовые элементы каркаса могут быть облицованы материалом на основе бумаги пропитанных терморезистивными полимерами.

Предприятие изготовитель — ПМО «Москва».

План производства набора на 1990 г. — 2100 комплектов.

А. Г. Тетерина (ПМО «Москва»)

# Деревообрабатывающая промышленность

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ  
МИНИСТЕРСТВА ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР  
И ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРАВЛЕНИЯ ВНТО БУМАЖНОЙ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МОСКВА «ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»  
ОСНОВАН В АПРЕЛЕ 1952 г.

ноябрь 1990

11

1 674.817-41

## Производство древесноволокнистых плит: 1991—1995 гг.

Г. ГУЛИМОВ — Минлеспром СССР

Древесноволокнистые плиты пользуются большим спросом в народном хозяйстве. Они широко используются в жилищном строительстве, производстве мебели, машиностроении. Ожидаемый выпуск плит в 1990 г. — 640 млн. м<sup>2</sup>, при этом потребность в них удовлетворится на 85 %. К 1995 г. нужда в древесноволокнистых плитах оценивается на уровне 825 млн. м<sup>2</sup>, том числе в твердых плитах 775 млн. м<sup>2</sup>. На 1.06.90 г. действующие в СССР мощности по производству древесноволокнистых плит достигали 604 млн. м<sup>2</sup>, в том числе по производству твердых плит 604 млн. м<sup>2</sup>.

Для удовлетворения потребностей народного хозяйства страны в плитах необходимо к 1995 г. поднять их производство на 185 млн. м<sup>2</sup> за счет создания новых мощностей в объеме 210—220 млн. м<sup>2</sup>. Эта работа ведется по двум направлениям.

Одно направление — строительство новых заводов твердых древесноволокнистых плит сухого непрерывного способа производства на базе каландровых станков. На таком оборудовании предусмотрено к 1991—1995 гг. выпустить не менее 110 млн. м<sup>2</sup> плит. В настоящее время закуплено по импорту у фирмы «Бизон» (ФРГ) семь комплектов необходимого оборудования, в том числе четыре — производительностью по 10,5 млн. м<sup>2</sup> (Тунгусский ЛК, ПДО «Борисовский», Новоенисейский ЛДК, ПО «Тындалес») и три комплекта производительностью по 13,5 млн. м<sup>2</sup> (Балаговская ЭФ, Мостовское ПМДО «Юг», Нововятский ПЛ).

Следует отметить, что на строительство заводов древесноволокнистых плит сухого способа производства на базе оборудования фирмы «Бизон» требуется на 30—40 % меньше капитальных вложений. Эта плита имеет двустороннюю гладкость, однако требует боль-

шого расхода карбамидной смолы (10—12 %) и обладает повышенной токсичностью по сравнению с плитами мокрого способа изготовления, что ограничивает области ее применения. Выпускаемые в настоящее время плиты по токсичности соответствуют классу Е-2. Кроме того, при заводе на базе оборудования типа «Менде» требуется строить, как правило, цех приготовления смолы.

Второе направление создания новых мощностей для выпуска древесноволокнистых плит — реконструкция действующих заводов по производству твердых плит мокрым способом. По состоянию на 1.06.90 г. в стране действуют 78 технологических линий мокрого способа производства, в том числе 62 линии изготовления твердых плит.

В техническом отношении сегодня наши заводы существенно отстают от плитных предприятий зарубежных стран и требуют коренной реконструкции (производительность линий ниже на 30—40 %, расход энергетических ресурсов выше в 1,4—1,5 раза, производительность труда ниже в 2—2,5 раза). К тому же на многих отечественных предприятиях основные агрегаты в значительной мере изношены и требуют замены. На 20 линиях оборудование проработало от 25 до 38 лет, на 30 линиях — от 15 до 25 лет. Из-за влажной агрессивной среды и неэффективной приточно-вытяжной вентиляции производственные здания требуют капитального ремонта. В основу работы по реконструкции действующих отечественных заводов следует закладывать опыт модернизации заводов древесноволокнистых плит в Швеции, осуществляемой фирмой «Сундс Дефибратор».

Достигнутая на отечественных предприятиях производительность технологических линий твердых древесноволокнистых плит составляет в смену 55—60 за-

прессовок. На модернизированных же шведских линиях она достигает 80 запрессовок, или на 33—45 % выше, причем такое число запрессовок присуще как прессам, введенным в эксплуатацию в 1951—1953 гг. (типа 20-этажных прессов, работающих на Нелидовском, Сегежском, Отрадномском комбинатах), так и прессам более позднего выпуска.

Реконструкция действующих заводов древесноволокнистых плит предполагает прежде всего модернизацию отливочно-прессового оборудования. Поясним коротко, о чем идет речь.

**1. Модернизация гидроприводов прессовых установок** (для обеспечения смыкания нагревательных плит и подъема давления до максимального за 30—40 с). С этой целью предусматривается установить более производительные клапанные устройства (с большой пропускной способностью), а также дополнительные или более производительные гидронасосы. Большой опыт в части модернизации гидроприводов имеет фирма «Сундс Дефибратор». Модернизацией гидроприводов в системе Минлесхоза СССР занимается Воронежская группа специалистов-гидравликов ВНИИдрева. Эта группа создает унифицированные клапанные устройства к прессам, а также современный гидропривод к прессу РН<sub>р</sub>-7400/30 для Княжпогостского завода.

**2. Модернизация транспортных систем околпрессовой механизации.** Для обеспечения 10,5—11 запрессовок в час (80 в смену) требуются принципиально новые решения точного наложения древесноволокнистого ковра на транспортные поддоны и предотвращающие его смещение на поддонах при перемещении и загрузке в пресс. Такие решения реализованы фирмой «Сундс Дефибратор». Транспортные сетки привариваются точечной сваркой к транспортным листам, что предотвращает их смещение, а следовательно, и смещение накладываемых на них древесноволокнистых ковров. Транспортные цепи или транспортные ролики на обгонных конвейерах заменены плоскими ремнями. Угловые конвейеры оснащены двухскоростными электродвигателями. Эти решения обеспечивают бесшумность работы конвейеров, плавность их движения, что предотвращает смещение волокнистых ковров на транспортных сетках. Для очистки транспортных сеток от загрязнений вместо щеточной создана и установлена в потоке моечная машина. На этой машине струями горячей воды под давлением до 30 МПа одновременно очищаются и сетки и транспортные листы. Сетки и листы моются раз в смену или по мере пригорания массы (без остановки потока).

**3. Внедрение электроники для регулирования режимов прессования.** На предприятиях Швеции внедрены логические электронные системы, управляющие режимом прессования, а также формированием волокнистого ковра и термообработкой плит (ведутся разработки и у нас, в частности в ПО «Григшеск» и на Княжпогостском заводе ДВП). Это позволяет без вмешательства оператора, с минимальными затратами времени прессовать плиты при одновременном повышении качества продукции. С внедрением автоматики и электроники отпадает необходимость в помощниках прессовщиков.

**4. Увеличение этажности прессов.** На большинстве прессов, работающих в СССР и имеющих просвет между плитами 112 мм, за счет уменьшения просвета

до 93—95 мм установлено по две-три плиты. В Швеции на заводах, выпускающих плиты шириной 1220 мм просвет сокращен с 87 до 75 мм (этажность прессов увеличена с 20 до 22). Такое уменьшение просвета стало возможным из-за внедрения новых систем околпрессовой механизации с приваренными к транспортным листам сетками и автоматизации процесса прессования плит. Оптимальным следует считать просвет 90—96 мм.

При замене базовых узлов пресса (после их износа) целесообразно увеличивать этажность прессов до 30, обеспечивая просветы между нагревательными плитами 100—105 мм. У отечественных заводов имеется опыт такой модернизации: на Выгодском ЛК, Селецком ДОКе, в ПО «Братский ЛПК» и др.

На 1.08.90 г. в СССР работают семь прессов, из которых число этажей увеличено с 25 до 30. Кроме того, действуют семь 30-этажных прессов, поставленных непосредственно с заводов-изготовителей.

Следует иметь в виду, что в любом случае основные детали прессов должны быть в хорошем состоянии, а соприкасающиеся поверхности колонн, верхние поперечины, цилиндры — плотно прилегать. На прессах, проработавших более 25 лет, базовые детали, как правило, следует заменять одновременно все. Практика частичной замены указанных крупногабаритных деталей (особенно тогда, когда меняю одну или две колонны) свидетельствует о неэффективности такой работы. Через 2—3 года после замены одних деталей производство останавливают для замены других, а это, как минимум, 35—40 дней простоя соответствующими убытками.

В настоящее время ассоциация заводов ДВП (через ВНИИметаш) приступила к разработке документации на прессы, изготовление которых планируется организовать с 1993 г. в объединении «Ижорский завод» с целью замены прессов, выработавших ресурсы.

**5. Модернизация отливных машин.** Действующие в стране отливные машины имеют рабочую скорость до 18 м/мин (при выпуске плит толщиной 3,2 мм). С такой скоростью производительность машины по готовой плите составляет не более 75 т/сут на 1 пог. м ширины плиты. Для осуществления 10,5—11 запрессовок в час скорость отливной машины должна достигать 26—27 м/мин. Производительность современных отливных машин, поставляемых фирмой «Сундс Дефибратор» в 1,5—2 раза выше ныне действующих в СССР. Если отливные машины значительно изношены, необходима их полная замена. Машины, проработавшие менее 20—25 лет, целесообразно модернизировать, это обойдется на 30—40 % дешевле. При модернизации сохраняются в основном базовые детали (шины, стойки, часть валов, насосы), а остальные узлы меняют. Устанавливают новый напускной ящик, обеспечивающий равномерное распределение наливаемого на сетку древесноволокнистого ковра по ширине. Регистровые валики заменяют вакуум-отсасывающими ящиками малого разрежения. Форпрессовые валики заменяют плоским клиновым прессом. Требуют замены приводные машины и электроуправление. Машину оснащают автоматическими сеткоправками и сетконатяжками. Такой модернизацией обеспечивается увеличение производительности машины по готовой продукции до 120—125 т/сут на 1 пог. м ширины плиты, при этом можно использовать массу высокой степени помола

повышение производительности размольного отделения может достигаться различными способами — заменой новых дополнительных агрегатов или заменой малопроизводительных и изношенных. Выбор варианта увеличения мощности размольного отделения зависит также от экономических возможностей предприятия, характеристики и мощности энергетических объектов. В качестве размольных агрегатов I ступени рекомендуется использовать машины типов УГР-02, У-04, РТ-70, L-42, L-44, МД-31, МД-3У8. Наиболее предпочтительны агрегаты L-42 и L-44 фирмы «Сундс Дефибратор». Их преимущество — низкое потребление тепловой и электрической энергии, высокая производительность (от 5 до 9 т/ч). Расход электроэнергии 170—200 кВт·ч на 1 т плит, расход пара 1 т/ч. Современные дефибраторы типа L оснащаются системой парорекуперации, что снижает расход пара практически до 0. Пар требуется только для запуска агрегата. В дальнейшем энергии размола выделяемого пара (пара) достаточно для термической обработки плит.

Расширения отделения термообработки плит при увеличенной производительности потока, как правило,

не производится. Более целесообразно переходить на закалку плит, уложенных в стопочные этажерки по две (глянцевыми поверхностями вовнутрь). Перед загрузкой в стопочные этажерки кантователь переворачивает и укладывает каждую вторую плиту на предыдущую, идущую без переворота. При таком способе продолжительность термообработки удлиняется в среднем на 1 ч, или на 30 %, а пропускная способность камер увеличивается в 1,6 раза.

Реализация работ по реконструкции заводов ДВП мокрого способа производства позволит увеличить мощность линий, выпускающих плиты шириной 1220 мм, до 9—11 млн. м<sup>2</sup> в год (при расчетной толщине плит 3,2 мм), а линий, выпускающих плиты шириной 1700 мм, — до 16,5 млн. м<sup>2</sup>.

В целом в 1991—1995 гг. путем реконструкции заводов ДВП их мощность может быть увеличена на 100—110 млн. м<sup>2</sup>. Для этого должно быть налажено экономическое и научно-техническое сотрудничество с фирмой «Сундс Дефибратор», а также организовано производство необходимых отечественных узлов и оборудования.

## Охрана окружающей среды

674:502.7

## Состояние охраны окружающей среды на предприятиях деревообрабатывающей промышленности

Б. БАЯННИКОВ — Минлеспром СССР

В условиях дефицита товаров народного потребления перед предприятиями нашего министерства поставлена задача к 1995 г. производство мебели. Для этого требуется существенно увеличить выпуск древесностружечных и древесно-слоистых плит, необходимых также для изготовления других видов товаров народного потребления.

Одна из существенных проблем поставленной задачи — обеспечение экологического благополучия в районах размещения предприятий деревообрабатывающей промышленности, являющихся источниками выделения в атмосферу больших количеств вредных твердых и газообразных веществ, а также большого количества загрязненных промышленных сточных вод.

В год мебельные, деревообрабатывающие и плитные предприятия сливают около 250 млн. м<sup>3</sup> сточных вод, из них около 160 млн. м<sup>3</sup> загрязненных. В атмосферу выбрасывается 590 тыс. т загрязняющих веществ, или 49 % их общего объема по министерству. Количество нормативно

очищенных сточных вод в целом по деревообрабатывающим подотраслям составляет только 20—22 % общего объема стоков.

Практически не уменьшаются промышленные выбросы в атмосферу. Это объясняется наличием большого числа предприятий, применяющих устаревшую технологию, отсутствием локальных и внеплощадочных очистных сооружений и установок и соответствующего газоочистного оборудования.

Большая часть предприятий, подлежащих техническому перевооружению, расположена в зонах жилой застройки, в промышленных зонах населенных пунктов по соседству с другими предприятиями, также являющимися источниками выбросов загрязняющих веществ. Все это предопределяет необходимость повышенных требований к очистке промышленных выбросов (сбросов) в атмосферу и системы коммунальной канализации населенных пунктов, а также в водные объекты.

Тем не менее природоохранная деятельность деревообра-

бывающих, мебельных, плитных и фанерных предприятий далеко не всегда отвечает нормативным требованиям, что вызывает справедливую критику со стороны контролирующих органов, прессы и общественности.

В особом долгу здесь отраслевая наука. До сего времени не создано газо- и водоочистного оборудования, а также технологий, позволяющих решить проблемы сброса загрязнений в водоемы на плитных и выброса загрязняющих веществ в атмосферу на мебельных и деревообрабатывающих предприятиях. Практически не решаются вопросы рационального использования воды в производстве древесных плит. Это одна из причин резкого отставания деревообработки от других отраслей промышленности по объему оборотного и повторного водоснабжения. Степень водооборота в среднем по отрасли составляет 70 % при средней по стране 76 %. Улавливание загрязнений в газовых выбросах осуществляется лишь на 72—92 %, в то время как на лучших предприятиях ФРГ, Югославии, Дании — на 98—99 %.

Отечественная промышленность выпускает природоохранное оборудование в недостаточном количестве и неудовлетворительного качества. Так, применяемые циклоны в подавляющем большинстве случаев не обеспечивают требуемого уровня очистки.

Проектные организации не могут внедрять в массовом порядке фильтры сухой очистки, а также рукавные фильтры, изготавливаемые отраслевыми конструкторско-технологическими бюро и монтажно-наладочными организациями отрасли в единичных экземплярах или малыми сериями из-за отсутствия необходимой документации. Самодельный характер их производства ведет к соответствующему уровню эксплуатации.

Импортное оборудование из-за недостатка валюты поступает в крайне ограниченном количестве. Есть случаи, когда закупается без природоохранной части. В 1989 г. подписан протокол о намерении создать совместное советско-югославское предприятие по производству экологического оборудования, однако дальнейшие практические действия развиваются вяло.

Сложное положение складывается со сбросом загрязненных сточных вод деревообрабатывающих, мебельных и плитных предприятий в системы коммунальной канализации городов и населенных пунктов. Смолы, свободный формальдегид, фенол и другие загрязняющие вещества трудно поддаются очистке на биофильтрах. Совет Министров РСФСР ввел в действие Положение о порядке взимания с предприятий, объединений и организаций повышенной платы за превышение нормативов сброса производственных сточных вод в системы

канализации населенных пунктов. Этим Положением предусмотрены финансовые санкции к предприятиям-загрязнителям за превышение как объемов подаваемых сточных вод, так и качественных показателей по каждому ингредиенту против установленных санитарно-гигиенических и рыбохозяйственных нормативов. Величины этих санкций достигают десятикратных тарифов, предусмотренных договорами с коммунальными службами населенных пунктов.

Качество сбрасываемых сточных вод указанных предприятий можно оказать существенное отрицательное влияние на финансовое положение. С учетом того, что с 1991 г. вводится плата за пользование природными ресурсами, а также нормативные и сверхнормативные выбросы в окружающую среду, экономическое положение предприятий может еще более усугубиться.

В этих условиях важным фактором экологической информации является лабораторное и приборное обеспечение предприятий. К сожалению, на многих из них нет соответствующих природоохранных лабораторий. Исследования ведутся в основном силами контролирующих организаций. Научные подразделения отрасли не создали в достаточном количестве методики определения ряда загрязняющих веществ. Это показывает, что в лабораториях предприятий методы анализа как по специфическим (фенол, формальдегид, растворители и т. д.), так и по ряду общесанитарных показателей отработаны недостаточно, что препятствует внедрению процессов водооборота и очистки сточных вод, а также газовых выбросов.

Учитывая значительное количество показателей загрязнения сточных вод, контролируемых на основании нормативных документов, большой расход реактивов и химикатов на цели и временные затраты на проведение аналитических работ, отраслевым научно-исследовательским институтам, ведущим работы в деревообрабатывающей, мебельной и плитной подотраслях, было бы целесообразно совместно с органами Минздрава СССР, Госкомприроды СССР, АН СССР и другими заинтересованными организациями выявить и утвердить ограниченный перечень приоритетных показателей загрязняющих веществ в сточных водах предприятий этих подотраслей, как это сделано в целлюлозно-бумажной промышленности.

Не решив указанных проблем, невозможно качественно разработать проектную документацию по охране окружающей среды, а при эксплуатации предприятий со стороны контролирующих организаций могут быть применены соответствующие финансовые и административные санкции вплоть до приостановки производственной деятельности предпри-

## Новые книги

**Жилые дома усадебного типа:** Буклет./ М.: ЦНИИЭПсельстрой. 1989.— 67 с.

Описываются дома усадебного типа, построенные за последние годы в системе Госагропрома, наиболее прогрессивные конструкции, материалы и технологии в крупнопанельном, крупноблочном, монолитном и деревянном домострое-

нии. Рассмотрены прогрессивные индустриальные конструкции для домов усадебного типа, а также объекты малого соцкультбыта. Рекомендуется для работников сельских строительных организаций.

**Хмелев О. П., Винжега П. Г.** Мебель: технология, эстетика, эксплуатация. Особенности производства в СССР, странах СЭВ и Западной Европе.— Ро-

стов: Кн. изд-во, 1989.— 144 с. в 1 кн. — 55 к.

Основные тенденции развития мебельной промышленности в нашей стране и за рубежом. Рассказано об исторических моделях современной мебели. Даны рекомендации по эксплуатации мебели и расположению ее внутри помещений. Для специалистов отрасли и широкого круга читателей.

# Защита атмосферной среды в проектных решениях

С. КУЗЬМИНА, А. Н. АЛЕКСАНДРОВ — Гипродревпром

В конце полвека Гипродревпром проектирует строительство, расширение и техническое перевооружение многих десятков предприятий, выпускающих мебель, фанеру и древесностружечные плиты. География строительства — от Приморского края до Прибалтики, от Архангельска до Узбекистана, масштабы предприятий — от экспериментальной фабрики ВПКТИМа до крупнейшего в Европе производственного мебельного объединения «Россия».

Проблемы, связанные с вредным воздействием на окружающую природную среду выбросов деревообрабатывающих предприятий, всегда учитывались институтом при разработке проектов. Однако уровень проектных решений природоохранных мер отставал от уровня технологии. Главные из причин тому следующие.

В последние два десятилетия развитие мощностей основных производств опиралось главным образом на импортное оборудование, обеспечивающее высокую интенсификацию технологических процессов, в то время как природоохранная техника на основном применялась отечественная. Кроме того, долгое время не только отсутствовали экономические стимулы природоохранных мер (они отсутствуют и сейчас), но весьма «мягкими» были и нормативные требования по экологии.

В 1988—1989 гг. Гипродревпром разработал на период до 1995 г. для большой номенклатуры мебельных предприятий, а также заводов древесностружечных плит следующие схемы технологических процессов для повторного применения при проектировании:

отделочно-сборочных предприятий корпусной мебели мощностью 18,5 и 37,0 млн. р. в год;

предприятий по выпуску стульев мощностью 800 тыс. шт. в год;

комбинатов мебельных деталей из полноформатных ламинированных плит мощностью 3 млн. м<sup>2</sup> в год;

комбинатов мебельных деталей из кашированных плит мощностью 2,9 млн. м<sup>2</sup> мебельных деталей в год;

фабрик мягкой мебели мощностью 24 млн. р. в год (Краснодарский филиал);

заводов древесностружечных плит мощностью 110 тыс. м<sup>3</sup> в год на отечественном и импортном оборудовании;

фабрик корпусной мебели мощностью 12 млн. р. в год по одному циклу производства;

фабрик корпусной мебели мощностью 24 и 37 млн. р. в год по полному циклу производства.

Для каждого вида производств разработаны разделы «Технологическая часть» и «Охрана окружающей среды». Эти материалы рекомендованы Минлеспромом СССР для использования предприятиями при их строительстве, расширении и техническом перевооружении на стадии ТЭР (ТЭО). Первый раздел, куда наряду с собственно технологической частью входят основные решения по пылеулавливающим сооружениям, разработан практически на стадии проекта. Эти материалы распространяются Гипродревпромом. В данной работе природоохранные мероприятия не только предусматривают соблюдение существующих сегодня конкретных нормативных требований, но и учитывают тенденцию развития этих требований.

Все перечисленные производства не являются экологически чистыми. В связи с этим для улучшения охраны окружающей среды институт разработал комплекс мероприятий технологического порядка и по очистке воздуха от вредных веществ. Экологическими мероприятиями достигнуто сокращение выделения ряда вредных веществ. Так, в производстве мебели изменяется тонкослойная отделка деталей лаками УР-2124М, Р-249М, ПЭ-2106, ПЭ-2116УФ с уменьшенным (по сравнению традиционными полиэфирными лаками горячей сушки и нитроцеллюлозными лаками) расходом лаков, что позволило снизить вредные выбросы из отделочных цехов на 30 %. В производстве древесностружечных плит снижение летучих веществ осуществляется за счет уменьшения материалоемкости плит (в том числе за счет снижения количества связующих), а также применения малотоксичной смолы и добавок, имеющих до 0,15—0,1 % свободного формальдегида.

Чтобы уменьшить (а в некоторых случаях и исключить) выделение пылевидных отходов, предусматривается:

в качестве облицовочных материалов в производстве мебели применять пленки на основе бумаг, пропитанных термореактивными полимерами (это позволит снизить удельный вес применения натурального шпона, требующего шлифования, и количество отсасываемой древесной пыли до 50 %);

применять полиэфирные лаки УФ-сушки, а также матированные лаки кислотного отверждения, что позволяет получить лакированную поверхность без последующего облагораживания (при этом полностью отсутствуют выбросы лаковой пыли);

применять одноэтажные прессы, что позволит получать плиты меньшей разнотолщинности и сократить припуск на шлифование с 1,5 до 1,0 мм в производстве ДСП.

Другим средством защиты атмосферного воздуха служат газоочистные и пылеулавливающие сооружения. В настоящее время для очистки газовых выбросов нами применяются методы высокотемпературного, каталитического сжигания и биологического метода. Выбор того или иного метода определяется физико-химическими свойствами компонентов и технико-экономическими соображениями.

На промышленных площадках, где имеются достаточно мощные котельные, очищать технологические и вентиляционные выбросы предусматривается методом высокотемпературного сжигания в топках котлов. Этот универсальный метод основан на нейтрализации вредных веществ путем их полного окисления при 600—800 °С.

В условиях централизованного теплоснабжения промышленных площадок очистка выбросов, содержащих ароматические углеводороды, предусматривается каталитическим, а также каталитическим нестационарным способами. Для выбросов, содержащих формальдегид, применяется биологическая очистка с помощью биофильтров.

Стоимость очистки 1000 м<sup>3</sup> газов, коп.: термическим методом 15—20, биологическим 15—20, каталитическим 40—60, каталитическим нестационарным способом 20—30.

Для внедрения при проектировании предприятий новых методов очистки наш институт сотрудничает с ведущими проектными и научно-исследовательскими институтами страны, занимающимися разработкой газоочистных методов: НИИОГАЗом, Гипрогазоочисткой, Институтом газа АН УССР, Институтом катализа СО АН СССР и др.

Для охраны атмосферы и воздуха производственных помещений от загрязнения пылью, выделяющейся в больших количествах, предусматривается строительство пылеулавливающих сооружений или систем аспирации.

Пылеулавливающие сооружения представляют собой комплекс средств, обеспечивающих отсос от технологического оборудования загрязненного воздуха, транспортирование его к пылеулавливающим аппаратам и очистку от пыли и других (более крупных) отходов (опилок, стружки).

В обозримом будущем снижения пылевыделений в деревообрабатывающих производствах за счет изменений технологического характера не предвидится. Скорее, наоборот, так как интенсивность механической обработки (а вместе с этим интенсивность пылевыделения) растет с выпуском каждой новой модели деревообрабатывающих станков. Не предвидится и сокращения применения древесностружечных плит. Сле-

довательно, охрана атмосферного воздуха от загрязнения пылевыми выбросами деревообрабатывающих производств должна решаться путем совершенствования пылеулавливающих систем, а охрана воздуха производственных помещений — путем совершенствования конструкций технологического оборудования.

К сожалению, пылеулавливающими аппаратами, предназначенными для очистки аспирационного воздуха на деревообрабатывающих предприятиях, в нашей стране никто профессионально не занимается.

Сейчас отдельные предприятия, оказавшиеся в особо сложных экологических условиях, вынуждены монтировать у себя самодельные фильтры, которые предлагают некоторые монтажные организации, в частности Воронежское МНУ Союзлесмонтажа. При этом у многих административных руководителей отрасли складывается мнение, что проблема пылеулавливания — на пути к своему скорому и блестящему разрешению. Однако, с нашей точки зрения, смотреть на ситуацию таким образом — заблуждение. Дело в том, что применение самодельных фильтров (т. е. не прошедших все необходимые стадии, определенные ГОСТом для вновь создаваемого оборудования), особенно фильтров для горючей пыли, способной в определенных условиях образовывать взрывоопасную смесь, чревато весьма нежелательными последствиями, хотя на первых порах, вроде бы, и решает проблему.

Сейчас в стране в подавляющем большинстве случаев в качестве пылеулавливающих аппаратов на деревообрабатывающих предприятиях применяются циклоны. И лишь в редких случаях они имеют право на существование, что подтверждается анализом имеющихся у действующих предприятий

разрешений на выбросы в атмосферу. Эти выбросы в основном согласованы с органами Госкомприроды временно.

Опыт проектирования последних лет свидетельствует о том, что с помощью циклонов почти нигде нельзя обеспечить допустимую концентрацию пыли в атмосферном воздухе в пределах нормативной санитарно-защитной зоны и на территории предприятий. В связи с этим приходится закупать фильтры за рубежом.

Надо сказать, что как в министерстве, так и на предприятиях далеко не сразу и не все осознают неизбежность трат валюты на пылеулавливающие сооружения. Но, к сожалению, пока не будет отечественного оборудования, эти траты неизбежны. И чем дальше, тем неизбежнее. При отсутствии же у потребителя и оборудования и валюты неизбежно «рублевое» разорение.

В настоящее время Отраслевой центр по охране окружающей среды Минлеспрома СССР, филиал «Аквалес» (совместно с Чехословацкое предприятие) с Гипродревпромом прилагают немалые усилия к тому, чтобы организовать на территории страны серийное производство комплектного пылеулавливающего оборудования совместно с иностранной фирмой, которая, пройдя цивилизованный путь естественного развития (а это путь не в один десяток лет), производит наиболее совершенные и отвечающие нашим условиям эксплуатации оборудование. Поэтому Минлеспром СССР должен в максимальной степени содействовать скорейшему созданию такого производства. А предприятия (в чьих руках теперь все ресурсы) не должны скупиться на вклады в организацию этого производства, чтобы не пришлось лишний раз убеждаться в справедливости изречения: скупой платит дважды.

УДК [674+684]:502.7

## Деревообрабатывающая и мебельная промышленность: экологические аспекты

В. П. РЕЗНИКОВ, канд. техн. наук — Отраслевой научно-исследовательский центр экологии

В процессе осуществляемой в нашей стране социально-экономической перестройки вопросы охраны окружающей среды в интересах сохранения и укрепления здоровья населения приобретают особое значение, поскольку в настоящее время предотвращение надвигающейся экологической катастрофы носит глобальные масштабы.

Накапливающиеся десятилетиями негативные явления в природоохранной деятельности министерств и ведомств, местных советских и хозяйственных органов, укоренившийся потребительский подход к природным ресурсам, развитие производственных сил без должного учета экологических последствий, эффект купирования вредных веществ в окружающей среде привели к созданию в промышленных центрах и целых регионах страны напряженной экологической обстановки, нанесли ущерб здоровью людей и среде их обитания.

Современная деревообрабатывающая промышленность, производство фанеры, древесноволокнистых и древесностружечных плит, мебели выбрасывают широкий спектр отходов от основных и вспомогательных технологических процессов, загрязняющих окружающую среду. Это древесная и лакокрасочная пыль, паро-газо-воздушные отходы, компоненты лакокрасочных материалов и растворителей, смолосодержащих клеев и др.

Наиболее активно в последние годы решались экологические

задачи в производстве бумаги. Вопросы охраны окружающей среды в деревообработке и производстве мебели рассматривались как вторичные. Лишь в декабре 1988 г. при РЭПКБ ТНПО «Югмебель» Минлеспромом СССР создан Отраслевой научно-исследовательский центр экологии предприятий деревообрабатывающей и мебельной промышленности.

Были определены основные направления деятельности Центра:

токсикологическая и гигиеническая оценка новых материалов и окружающей среды;

обследование технологических производств, определение эффективности работы сооружений по очистке промышленных стоков и газовых выбросов, анализ экологического состояния предприятий;

разработка и внедрение мероприятий по совершенствованию технологических производств и систем очистки промышленных стоков и выбросов в атмосферу, снижение волепотребления и организация повторного водопользования (в том числе снижение выбросов вредных веществ до предельно допустимых концентраций);

экспертиза и рецензирование разделов «Охраны природы» проектов вновь строящихся и реконструируемых производств; изучение и обобщение опыта работы предприятий, внедрение передового отечественного и зарубежного опыта с целью соведе-

ствования работы предприятий в области охраны окружающей среды;

анализ разработанных предприятиями и организациями проектов перспективных и годовых планов, а также отчетов по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов;

комплексное проектирование локальных очистных сооружений систем аспирации и вентиляции;

инвентаризация ГОУ, инвентаризация вредных выбросов в атмосферу, разработка проектов ПДВ (ВСВ);

создание банка данных отходов производств, их регенерация и утилизация;

координация работ экологического направления для предприятий деревообрабатывающей и мебельной промышленности;

подготовка и переподготовка специалистов по охране окружающей среды.

Для решения вышеуказанных задач была разработана и утверждена структура Отраслевого научно-исследовательского центра экологии (в дальнейшем Центра). Его директору и заместителю подчинены лаборатории: химическая; токсикологическая; очистки сточных вод; газопылевых выбросов; регенерации и утилизации промстоков; комплексного проектирования; автоматизации научных и инженерных расчетов; лаборатория нормативов, экспертизы и внедрения НИР.

В настоящее время созданы и функционируют лаборатории: очистки сточных вод; газопылевых выбросов; регенерации и утилизации промышленных отходов; автоматизации научных инженерных расчетов; нормативов, экспертизы и внедрения НИР. Центр укомплектован современным оборудованием и высококвалифицированными специалистами.

Динамика роста объемов работ, выполняемых Центром (табл. 1), представлена в таблице.

Показатели	1988 г.		1989 г.		1990 г.
	План	Факт	План	Факт	План
численность, чел.	7	10	13	18	22
выполняемых работ, тыс. р.	82	89	103	187	400

наиболее крупных работ, выполненных сотрудниками Центра, необходимо отметить:

внедрение метода очистки и утилизации сточных вод в производстве декоративных пленок на основе пропитанных

бумаг (базовое предприятие ПДО «Апшеронск»). В результате здесь не только стали очищать сточные воды и возвращать 85 % их на повторное использование, но и разработали на базе отвержденных отходов эмаль для разметки автомобильных дорог, которая по износостойкости не уступает существующим;

разработку методов очистки и утилизации сточных вод в производстве декоративных пленок с «реальными порами» (базовое предприятие ПМО «Россия»). В этом случае отвержденный осадок используется в производстве строительных материалов.

В текущем году Центр занимается проблемой очистки формальдегидсодержащих сточных вод в производстве ДСП, фанеры, мебели при изготовлении и использовании меламино- и карбамидоформальдегидных смол. Наряду с этим осуществляются инвентаризация вредных выбросов и разработка проектов норм ПДВ (ВСВ), создаются банк данных по промышленным отходам отрасли и методы их утилизации, разрабатываются приборы для оценки газопылевых выбросов, выполняется ведомственная экспертиза проектов вновь строящихся и реконструируемых предприятий, разрабатываются прикладные программы для персональных компьютеров в целях автоматизированной обработки форм статистической отчетности по разделу «Охрана природы», ведется подготовка по созданию на ЭВМ банков данных, знаний и экспертных систем.

С момента создания Центра его сотрудниками опубликованы более 10 научных работ, монография, методические рекомендации, сделано более 10 докладов на региональных, республиканских, всесоюзных конференциях, поданы две заявки на изобретение. На базе Центра открыт филиал кафедры «Технология очистки природных и сточных вод» Новочеркасского политехнического института для подготовки и переподготовки специалистов по охране окружающей среды.

Социальная эффективность затрат на мероприятия по охране природной среды может быть оценена ростом производительности труда, снижением заболеваемости, такими суммарными показателями, как увеличение продолжительности жизни работников, снижение смертности и т. п. А с вводом платежей за размещение отходов, сброс и выброс загрязняющих веществ экологические аспекты деревообрабатывающих производств становятся одним из факторов, определяющих возможность и целесообразность существования отрасли.

## Список литературы

нормы выработки на двухэтажных лесопильных рамах модели 2Р 75—2, 2Р 100—1, 2Р 100—2. М.: ЦНИИМОД. 1990.— 2 с. Цена 2 р.

нормы на работы, выполняемые на двухэтажных вертикальных лесопильных рамах непрерывного действия 2Р. Нормы рекомендуются к применению на лесопильно-обрабатывающих предприятиях независимо от их ведомственного подчинения. Для инженерно-технических

работников и специалистов лесопильно-деревообрабатывающих предприятий. Успенский Ю. И., Наназашвили И. Х. Технология и безопасность при лесопилении и изготовлении деревянных конструкций и изделий: Справочное пособие.— М.: Стройиздат, 1989.— 376 с. Цена 1 р.

Условия соблюдения безопасности труда на стадии приемки и хранения лесоматериалов на складах, в лесопильном, лесосушильном и столярном производствах, при защитной обработке и отделке деревянных цельных и клееных конструкций. Для рабочих, масте-

ров и специалистов службы охраны труда лесопильно-деревообрабатывающих предприятий.

Дуць Б. М. Материалы мебельного производства: Учебное пособие для техникумов.— М.: Лесная пром-сть, 1990.— 144 с. Цена 30 к.

Говорится о назначении материалов, применяемых в мебельном производстве. Даны подробные технические характеристики, марки, рецепты и технология изготовления материалов. Изложены методы испытаний клеев, лаков и красок, мебельных тканей. Для учащихся лесотехнических техникумов.

# Об эффективности использования отечественных антисептиков для защиты пиломатериалов

Н. А. МАКСИМЕНКО, С. М. МИЧУРИНА, Н. А. ГЕРАСИМОВА — Сенежская лаборатория консервирования древесины (ВНИИ Древл)

В настоящее время работники лесопильной промышленности во всем мире, и особенно в СССР, испытывают затруднения при обоснованном выборе антисептиков для защиты пиломатериалов, повреждаемых в сыром виде грибами синевы и плесени. Это объясняется тем, что в последние годы из-за стремления снизить отрицательное воздействие процесса защиты древесины на окружающую среду (а часто и по конъюнктурным соображениям) резко сократился арсенал защитных средств, разрешенных к применению на лесопильных предприятиях.

До 1981 г. в СССР из антисептиков для защиты пиломатериалов наиболее широко применяли пентахлорфенолят натрия (ПХФН), признанный во всем мире и используемый во многих странах и в настоящее время (например, в США — до 20 тыс. т ежегодно), несмотря на его вредность (I кл. опасности по ГОСТ 12.1.007—76). Ограничение масштабов применения ПХФН в СССР было вызвано также изменением агрегатного состояния поставляемого продукта (вместо сухого порошка — раствор 5 %-ной концентрации); уменьшением объемов выпуска его в стране и отказом ряда стран от закупки пиломатериалов, защищенных хлорфенольными соединениями. По этим причинам в последние годы разработаны новые антисептики для пиломатериалов, не содержащие веществ I кл. опасности. Это ЭОК, тиомочевина (ТМ), Бофнат, Софнат, Бокит, Сенеж-БФ и Сенеж-АБ.

Препарат «Сенеж-БФ» выпускается ПО «Эстонфосфорит» (Таллинн) и Винницким химическим заводом. Последние три года этим препаратом с большим эффектом защищено более 200 тыс. м<sup>3</sup> экспортных пиломатериалов на Лясельском лесозаводе, Беломорском и Сегежском ЛДК, Лахколамбинском КЛПХ. Препарат «Сенеж-АБ» в 1990 г. внедряется на Лахколамбинском КЛПХ и проходит опытное опробование на Нижне-Енисейском ЛДК. Пока он готовится на месте производства работ путем смешения кремнефторида аммония и борной кислоты. В 1991 г. планируется организовать его производство в готовой форме.

При выборе защитных средств для антисептирования пиломатериалов наиболее важны их три показателя:

способность защищать материал от комплекса биоразрушителей, развивающихся в период сушки и транспортирования; вредность для человека и окружающей среды; стоимость. Если по этим показателям препараты идентичны, то целесообразно учитывать и другие технологические свойства, например коррозионную агрессивность. Второстепенное значение последний показатель имеет для антисептиков, предназначенных для временной защиты пиломатериалов на период их атмосферной сушки или транспортирования в сыром виде. Как известно, здесь не нужна глубокая пропитка и процесс защиты осуществляется в простейших ваннах из черных металлов или из бетона. Металлические ванны, прослужившие десяток лет, уже имеют на своей поверхности слой из продуктов коррозии различной толщины, образовавшийся при воздействии применявшихся ранее антисептиков (известно, что все водные растворы и даже вода, в той или иной степени корродируют металлы). Этот слой часто выполняет защитную роль, предотвращая или замедляя процесс коррозии.

Ниже приводятся результаты опытов по определению защитных свойств новых препаратов, оценка их вредности, стоимости и коррозионной агрессивности.

Защитные свойства антисептиков исследовались на полигоне на специальных моделях «контейнер», температурно-влажностные условия которых соответствуют условиям центра штабелей пиломатериалов при их атмосферной сушке. Для воспроизведения условий, возникающих при плотной укладке материалов на период транспортирования, исследования проводили на парных, плотно прижатых друг к другу резинками образцах из заболони сосны размером 20×80×800 мм. Каждая секция контейнера содержала образцы, защищенные антисептиком определенной концентрации, и контрольные образцы при чередовании рядов защищенных с незащищенными рядами образцов. Для ускорения цикла испытания и создания более жестких условий дно контейнера засыпало опилками из заболони сосны, инфицированными суспензией 27 видов деревоокрашающих и плесневых грибов.

Продолжительность исследования составляла 28 сут при периодической оценке результатов через каждые 7 сут.

Для повышения надежности опытных

данных каждый образец делился на 10 участков и учитывалось состояние каждого из них (таким образом, при испытании 15 образцов на каждый вариант опыта полученные данные представляли среднее статистическое 150 измерений). В качестве критерия оценки эффективности защитных средств служила степень поражения образца с наружной (обдуваемой воздухом) и с внутренней (при плотном прижатии друг к другу) сторон отдельно грибами синевы и плесени, выраженная в процентах по площади и в баллах — по стадии развития биоагентов. Результаты испытания представлены в таблице.

Как видим из таблицы, препараты Софнат и Бофнат практически не защищают древесину от грибов синевы и даже стимулируют развитие плесневых грибов. Препараты ТМ и Бокит (особенно последний) являются достаточно эффективными антисептиками при концентрации 6 %. Вместе с тем следует отметить, что ТМ все же не была достаточно эффективной против грибов плесени. Антисептики Сенеж-АБ и Сенеж-БФ обладают наиболее высокими защитными свойствами в группе исследованных защитных средств. При этом у них не наблюдается развития грибов синевы и плесени.

Оценивая вредность препаратов по отношению к теплокровным, следует отметить, что антисептики Софнат, Бофнат, Сенеж-БФ, Сенеж-АБ содержат соли фтористоводородной кислоты относящиеся в соответствии с ГОСТ 12.1.007—76 к веществам II кл. опасности (ПДК 0,2 мг/м<sup>3</sup>). Препараты Бокит, ТМ и ЭОК содержат тиомочевину — также вещество II кл. опасности (ПДК 0,3 мг/м<sup>3</sup>). Таким образом, все исследованные препараты можно отнести к равноценным по вредности. Следует отметить наличие некоторого неприятного запаха у препарата ЭОК, вызывающего определенные неудобства при его применении.

Весьма важна стоимость препаратов с ее учетом три препарата относятся к дорогим: ТМ (более 5000 р/т), Бокит (4200 р/т), ЭОК (1200 р/т), а три — к дешевым: Софнат (206 р/т), Сенеж-БФ (260 р/т), Сенеж-АБ (445 р/т).

Испытание коррозионной агрессивности по отношению к Ст3 и к цветным металлам проведено по ГОСТ СЭВ 4685—84. Установлено, что исследованные препараты, за исклю-

Препарат	Концентрация, %	№ учета	Пораженная грибами синевы поверхность образцов			Пораженная грибами плесени поверхность образцов		
			нижняя	верхняя	внутренняя	нижняя	верхняя	внутренняя
Сенеж	4	I	1/0	2/0	3/1	1/0	1/0	3/1
		II	20/4	30/4	33/5	5/1	8/1	7/1
		III	53/5	81/5	69/5	27/4	32/4	18/4
		IV	61/5	84/5	73/5	35/5	35/4	24/4
Сенеж-БФ	0	I	2/0	0/0	10/1	1/0	0/0	1/0
		II	39/5	33/5	73/5	3/1	1/0	3/1
		III	100/5	100/5	100/5	10/2	1/0	3/1
		IV	100/5	100/5	100/5	10/2	1/0	3/1
Сенеж-АБ	6	I	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
		II	1/1	3/1	2/1	1/0	2/1	1/0
		III	2/1	5/2	3/1	11/2	12/2	9/3
		IV	3/2	7/2	5/2	14/3	16/3	11/4
Сенеж-АБ	0	I	2/1	5/1	13/3	1/0	9/1	2/0
		II	28/4	42/5	75/5	1/0	12/2	2/0
		III	94/5	96/5	98/5	4/2	15/4	6/2
		IV	100/5	100/5	100/5	4/2	15/4	6/3
Сенеж-АБ	6	I	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
		II	1/0	2/0	1/1	0/0	0/0	0/0
		III	1/1	3/1	3/2	2/1	1/0	3/1
		IV	2/1	4/2	4/3	3/1	2/1	4/2
Сенеж-АБ	0	I	0/0	3/2	16/4	1/0	7/1	2/0
		II	28/5	37/5	91/5	3/2	5/2	2/0
		III	100/5	100/5	100/5	4/2	12/4	2/1
		IV	100/5	100/5	100/5	5/2	13/5	4/1
Сенеж-АБ	1	I	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
		II	1/0	0/0	1/0	0/0	0/0	0/0
		III	5/3	6/4	5/2	0/0	0/0	0/0
		IV	10/4	11/4	9/4	0/0	0/0	0/0
Сенеж-АБ	0	I	0/0	3/1	11/2	0/0	3/1	6/1
		II	26/4	42/5	93/5	1/0	9/4	10/5
		III	100/5	100/5	100/5	12/3	15/5	15/5
		IV	100/5	100/5	100/5	13/4	18/5	17/5
Сенеж-АБ	0	I	1/1	2/0	5/1	0/0	1/0	1/0
		II	26/4	37/4	62/5	2/1	4/1	1/0
		III	88/5	91/5	97/5	5/2	6/2	4/2
		IV	100/5	100/5	100/5	5/2	6/2	4/2
Сенеж-АБ	0	I	0/0	1/0	4/2	0/0	1/0	0/0
		II	17/3	20/5	42/5	5/2	3/1	4/2
		III	85/5	95/5	99/5	10/2	10/4	16/3
		IV	100/5	100/5	100/5	15/3	19/5	20/4
Сенеж-АБ	4	I	0/0	0/0	11/3	6/2	17/3	18/3
		II	19/5	81/5	69/5	26/4	68/5	26/5
		III	35/5	94/5	94/5	70/5	94/5	90/5
		IV	45/5	94/5	94/5	74/5	95/5	91/5
Сенеж-АБ	0	I	0/0	0/0	3/1	0/0	0/0	3/1
		II	12/5	8/5	60/5	1/0	0/0	3/1
		III	98/5	98/5	98/5	7/2	0/0	4/2
		IV	100/5	100/5	100/5	7/2	0/0	4/2
Сенеж-АБ	5	I	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
		II	0/0	3/1	2/1	0/0	0/0	0/0
		III	0/0	2/2	2/2	0/0	0/0	0/0
		IV	0/0	4/2	4/2	0/0	0/0	0/0
Сенеж-АБ	0	I	32/4	77/5	49/3	14/2	0/0	2/1
		II	79/5	81/5	93/5	14/2	0/0	1/1
		III	85/5	85/5	95/5	2/2	0/0	1/0
		IV	84/5	85/5	100/5	14/2	1/0	1/0
Сенеж-АБ	5	I	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
		II	1/1	2/2	0/0	0/0	1/0	0/0
		III	1/1	2/2	0/0	0/0	1/1	0/0
		IV	2/1	3/2	1/1	1/1	2/1	0/0
Сенеж-АБ	0	I	56/5	66/4	50/4	13/4	2/1	4/2
		II	90/5	95/5	72/5	31/5	10/5	33/5
		III	96/5	100/5	100/5	42/5	11/5	37/5
		IV	97/5	100/5	100/5	50/5	14/5	49/5

Замечание. В числителе указан процент поражения по площади образца, в знаменателе — процент поражения в баллах.

нием Сенеж-БФ, относятся к средним корродантам. Препарат же Сенеж-БФ (8 % ной концентрации, примерно в 2 раза превышающей обычно используемую при защите пиломатериалов) относится к корродантам с высокой агрессивностью (скорость коррозии 20,4246 г·м<sup>-2</sup>·сут<sup>-1</sup>, глубина проникновения коррозии 0,9557 мм/год). С учетом этого недостатка препарат Сенеж-БФ модифицирован, к нему подобраны специальные антикоррозионные добавки в количестве 1—0,1 % (к сухому антисептику), резко снижающие агрессивность препарата Сенеж-БФ. Модифицированный Сенеж-БФ относится к препаратам со средней коррозионной агрессивностью (скорость коррозии 1,0647 г·м<sup>-2</sup>·сут<sup>-1</sup>, глубина проникновения коррозии 0,04982 мм/г).

Таким образом, анализируя приведенные выше данные, можно увидеть, что с учетом всех наиболее важных для практики показателей (эффективности, вредности, стоимости, коррозионной агрессивности) препараты Сенеж-БФ и Сенеж-АБ имеют преимущества перед другими исследованными антисептиками. Антисептики Бокит и ТМ также эффективны и безвредны, но по экономическим аспектам значительно уступают первым двум. Препараты Софнат и Бофнат, несмотря на их низкую стоимость и относительную безвредность, обладают очень слабым защитным действием и в концентрации 4 % не могут использоваться для защиты пиломатериалов от грибов синевы и плесени, особенно на лесопильных заводах (пиломатериалы после антисептирования даже при атмосферной сушке длительно не покрываются крышами и могут находиться под действием дождей). Следует также иметь в виду, что оба препарата обладают высокими диффузионными свойствами и при обработке сырых пиломатериалов за счет диффузии будут перераспределяться, в результате чего через небольшой период времени концентрация их на поверхности будет резко снижаться и автоматически достигать величин, стимулирующих развитие грибов синевы и плесени.

## ДРУГИЕ КНИГИ

Шевчик А. А., Титов С. А. Садовый участок: архитектура, интерьер, озеленение. — Минск: Ураджай, 1990. — 220 с. Цена 1 р. 90 к.

Исчисляются планировка и благоустройство садовых участков, типовые индивидуальные садовые домики, варианты их строительства и отделки, печи и печей и каминов, организация

интерьеров садовых домиков, технические устройства садового участка. Даны различные полезные советы дачникам.

**Технологические режимы РПИ 6.1-00 «Подготовка рамных пил»:** 2-е издание/ЦНИИМОД. — Архангельск, 1990. — 40 с. Цена 50 к.

Требования, предъявляемые к рамным пилам, оборудование и техниче-

ские средства для подготовки пил к работе. Все рекомендации соответствуют требованиям нормативной технической документации, действующей в лесопильном производстве. Режимы предназначены для рабочих, мастеров, инженеров и техников лесопильных предприятий, занимающихся подготовкой пил для вертикальных лесопильных рам.

# Сжигание газовых выбросов цеха смол

Я. И. РИЗНЫК, З. Н. БЕРНИК — Костопольский ДСК

С целью охраны окружающей среды и здоровья сотрудников на нашем комбинате разрабатываются мероприятия, направленные на уменьшение количества выбросов вредных веществ в атмосферу.

В производстве мочевино-формальдегидных смол атмосфера загрязняется главным образом вследствие выбросов от вакуум-насосов, от градирни и санитарно-технических установок. В выбросах содержатся метиловый спирт, формальдегид и т. д. По данным обследования, массовая концентрация метилового спирта в газовых выбросах после вакуум-насосов в среднем составляет  $10 \text{ г/м}^3$ , а формальдегида  $0,5—0,8 \text{ г/м}^3$ .

Для санитарной очистки промышленных выбросов из цеха смол на Костопольском ДСК смонтирована система очистки газовых выбросов путем сжигания выделяющихся вредных выбросов в котлах паросилового цеха (см. рисунок).

Выбросы местных отсосов собираются в двух магистральных трубопроводах. Два вентилятора Ц4-70 № 10 подают их в паросиловый цех, на крыше которого установлен коллектор-распределитель.

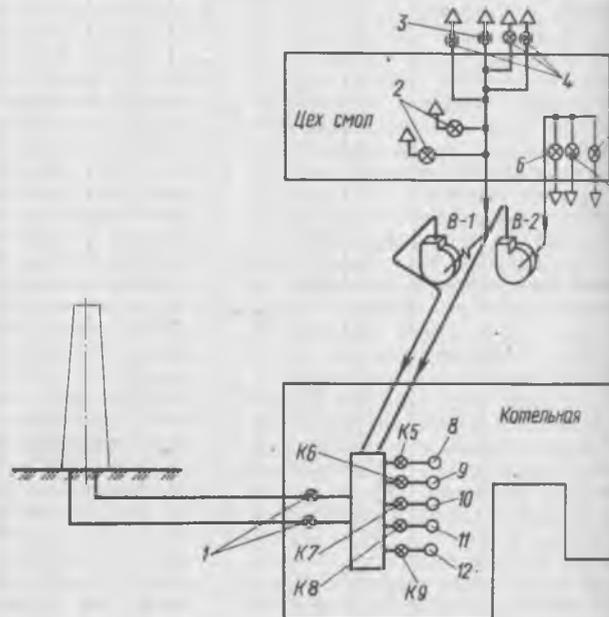
При непрерывной работе вентиляторов В1 и В2 осуществляется забор формальдегидсодержащего воздуха от цеха смол. Котельная при этом может работать в трех режимах: полного сжигания газов в котлах № 5—9; частичного сжигания газов; полного выброса газов в дымовую трубу котельной.

Полное сжигание газов осуществляется при работающих котлах № 5—9. Газы вентиляторами В1 и В2 нагнетаются в коллектор-распределитель при открытых шиберов воздуховодов, ведущих в котлы № 5—9.

Частичное сжигание газов осуществляется при двух либо трех неработающих котлах. При этом воздуховоды неработающих котлов перекрываются шиберами из коллектора и открывается любой из шиберов на воздуховоде, ведущем в боров дымовой трубы.

При полном выбросе газов через дымовую трубу, т. е. при неработающих котлах № 4—9, шиберы коллектора воздуховодов в котлы должны быть закрыты, а шиберы в боров трубы открыты. Цех смол при этом работает в нормальном режиме, так как из помещений осуществляется принудительный (более эффективный) забор воздуха и увеличивается зона рассеивания газовых выбросов.

При неработающих вентиляторах В1 и В2 забор воздуха котлах ведется через врезки у дутьевых вентиляторов из помещения котельной. Шиберы в котлы и в боров у коллектора



Принципиальная схема системы сжигания в котельной газовых выбросов из цеха смол:

1 — в дымовую трубу; 2, 6 — отделение загрузки; 3 — бак гидрозаборника; 4 — градирня; 5 — отделение приема смолы; 7 — реакторное отделение; 8—12 — соответственно к котлам ДКВР-10 № 5, ДКВР-20 № 6; ДКВР-10 № 7; ДКВР-10 № 8; ДКВР-20 № 9

при этом закрыты.

В цехе смол шиберы на шахтах открываются и выброс идет в атмосферу.

В зимнее время при низких температурах возможен забор свежего воздуха для котлов из помещения котельной через дополнительную врезку у дутьевых вентиляторов. Газы при этом выбрасываются через дымовую трубу.

## Новые книги

Инструкция по применению препаратов ЭОК и его смесей для антисептирования пиломатериалов / ЦНИИМОД.—

Архангельск, 1990.— 9 с. Цена 15 к.

Изложена технология защитной обработки пиломатериалов хвойных пород препаратом ЭОК и его смесями. Инструкция разработана лабораторией

эксплуатационной надежности и защиты древесины ЦНИИМОДа на основе производственных испытаний и лабораторных исследований. Для специалистов лесопильных предприятий.

## Консервирование древесины с использованием комплексных соединений на основе тиомочевины

В. МИХАЙЛОВА, Г. М. ШУТОВ, Т. И. ГРОМЫКО, И. В. ПУШКАРЕВА — Белорусский технологический институт имени С. М. Кирова

Для водорастворимых антисептиков, способных обеспечить длительную биологическую защиту древесины, необходимо в древесине провести реакцию, в результате которой происходит образование труднорастворимых соединений, имеющих низкое значение степени диссоциации. Достижение поставленной цели возможно, например, при проведении реакции обмена, которая вводит бы к образованию слабодиссоциированного вещества. Однако реакция обмена сопровождается образованием, кроме необходимого вещества, еще веществ, являющихся, по правилу, балластом. Чтобы исключить образование таких веществ, мы пошли по пути получения антисептика, являющихся комплексными соединениями.

Нами разработан состав для пропитки древесины, включающий в себя следующие компоненты, взятые в стехиометрическом соотношении: медный купорос, фтористый аммоний и тиомочевину.

В качестве комплексообразователя в данном случае служит тиомочевина. По своим химическим свойствам она похожа на мочевины с той лишь разницей, что в качестве нуклеофильного центра выступает атом серы, вместо азота.

Истинное строение тиомочевины правильно изображать биполярной форму-

лой. Тиомочевина образует соли с основаниями и комплексные соединения с солями металлов.

Тиомочевинные комплексы с солями меди образуют комплексы  $\text{Cu}[\text{ThiO}]_2$  или  $\text{Cu}[\text{ThiO}]_3$ . Константы нестойкости этих комплексов  $1,5 \cdot 10^{-13}$  и  $4,1 \cdot 10^{-16}$  соответственно.

Нами проводились опыты по идентификации осадков, полученных при смешивании растворов тиомочевины с медным купоросом и тиомочевины с фтористым аммонием.

Взаимодействие тиомочевины с медным купоросом в разбавленных растворах приводит к образованию игольчатых серебристых кристаллов. При избытке тиомочевины образуется клейкий на ощупь бледно-желтый осадок. По-видимому, при избытке тиомочевины в присутствии меди происходит полимеризация тиомочевины (медь играет роль катализатора). В разбавленных растворах сульфат меди взаимодействует с тиомочевинной и образуются комплексные соли. Проводилось исследование образовавшихся комплексных соединений методами ИК-спектроскопии и рентгенофазового анализа. Изучая инфракрасные спектры, мы пришли к выводу, что медь образует связь  $\text{Cu}-\text{S}$ , поскольку, как и при образовании связи  $\text{Cu}-\text{O}$  — в комплексе мочевины, частоты валентных колебаний  $\text{CN}$  возрастают, а валентные колебания  $\text{CS}$  уменьшаются без заметных изменений в частотах валентных колебаний  $\text{NH}$ . Поэтому возможная реакция, протекающая между тиомочевинной и сульфатом меди, может идти по следующему уравнению:

в условиях реакции, мы провели количественный анализ реакции и определили, что комплекс имеет состав  $[\text{Cu}(\text{ThiO})_2] \text{SO}_4$ .

При взаимодействии тиомочевины с фторидом аммония образуются малорастворимые в воде бледно-синего цвета комплексы состава  $(\text{NH}_4)_2\text{CuF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Реакция образования комплексов тиомочевины и меднофтористого комплекса происходит не сразу при слиянии двух растворов, а с некоторой задержкой. Однако время созревания реакции явно недостаточно для того, чтобы пропитку древесины проводить в одну стадию, так как даже при самых благоприятных соотношениях компонентов образование комплексов происходит уже через 40—60 мин.

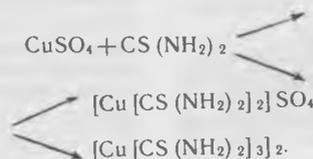
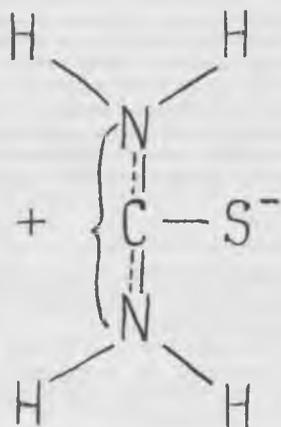
В связи с низкой жизнестойкостью состава пропитка древесины проводится в две стадии.

Пропитку древесины осуществляют следующим способом: древесину вакуумируют при остаточном давлении 0,01 МПа в течение 20 мин. Затем под вакуумом заливают пропиточный раствор комнатной температуры (тиомочевина, фторид аммония и вода) и устанавливают атмосферное давление.

Через 10 мин древесину достают из раствора и подсушивают до влажности ~30% и снова вакуумируют в течение 30 мин. Затем заливают раствор сульфата меди и выдерживают древесину в растворе в течение 15 мин при атмосферном давлении.

Полученная древесина содержала 15—18 кг/м<sup>3</sup> антисептиков. Потеря массы древесины при исследовании на биологическую стойкость составляла 1,09—2,3%. После вымывания в течение 30 сут биостойкость древесины несколько понизилась и составляла 2,08—2,9% по потере массы по отношению к грибу *Coniophora cerebella*.

После пропитки древесина сохранила свои прочностные свойства (твердость 25/27 МПа, предел прочности при статическом изгибе ~114 МПа).



Для того, чтобы определить, какой же из комплексов образуется при наших

# Расчет габаритных характеристик источников энергоснабжения

В. М. ШЕСТАКОВ, канд. техн. наук — Белорусский технологический институт имени С. М. Кирова

На предприятиях лесной промышленности скапливается значительное количество древесных отходов, применение которых деревообрабатывающими предприятиями в качестве вторичных тепловых энергоресурсов (ВТЭР) может дать существенный экономический эффект. Экономичность использования ВТЭР зависит от габаритной характеристики ( $\varphi_V$ , Вт/м<sup>3</sup>) источника энергоснабжения — величины тепловыделения единицей рабочего объема теплогенератора. Тепловая энергия ВТЭР может использоваться предприятиями на технологические нужды, отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение.

Чтобы установить оптимальное значение габаритной характеристики, непосредственно определяющей величину рабочего объема источника энергоснабжения, необходимо глубоко изучить процессы теплообмена, проходящие как в толще отходов древесины (назовем ее «топливом»), так и в объеме, занимаемом продуктами сгорания (будем именовать их «газом»). При анализе таких процессов инженер работает с их адекватной математической моделью, представленной системой дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка:

1. Уравнение теплообмена для топлива

$$\rho_T C_T \frac{\partial T_T}{\partial \tau} = \lambda_T \frac{\partial^2 T_T}{\partial y^2} - P N \rho_T \exp(-K\tau). \quad (1)$$

2. Уравнение теплообмена для газа

$$\rho_G C_G \frac{\partial T_G}{\partial \tau} = \lambda_G \frac{\partial^2 T_G}{\partial y^2} + Q_R K_R C_X C_{лR} \rho_T \exp(-E_R/RT_T). \quad (2)$$

3. Уравнение массообмена топливо — газ

$$(\partial \rho_n) / (\partial \tau) = (0,83\rho_T - \rho_n) K_p \exp(-E_p/RT_T). \quad (3)$$

4. Граничные условия

$$\text{при } \tau=0 \quad T_T = T_0, \quad T_G = T_{ст}; \quad (4)$$

$$\text{при } y=0 \quad -\lambda_T (\partial T_T / \partial y_T) = -\lambda_G (\partial T_G / \partial y_G); \quad (5)$$

$$\text{при } y=l_1 \quad T_T = T_1; \quad (6)$$

$$\text{при } y = -l_1 \quad \partial T_T / \partial y_T = 0; \quad (7)$$

$$\text{при } y = l_2 \quad \partial T_T / \partial y_T = 0. \quad (8)$$

В этих уравнениях соответственно для топлива и газа:  $\rho_T, \rho_G$  — плотность, кг/м<sup>3</sup>;  $C_T, C_G$  — теплоемкость, Дж/(кг·К);  $\lambda_T, \lambda_G$  — теплопроводность, Вт/(м·К);  $P$  — относительная теплота испарения топлива, Дж/(кг·%);  $N$  — скорость сушки топлива, %/с;  $K$  — коэффициент сушки, 1/с;  $\tau$  — время, с;  $T_0, T_1, T_{ст}$  — текущие температуры топлива и газа, К;  $Q_R$  — теплота сгорания топлива, Дж/кг;  $K_R$  — параметр горения, 1/с;  $C_X, C_{лR}$  — безразмерная концентрация окислителя и летучих,  $E_R, E_n$  — энергия активации горения и пиролиза, Дж/моль;  $R$  — универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К);  $K_p$  — параметр процесса пиролиза, 1/с;  $T_{ст}$  — температура поджигающего газа, К;  $T_0$  — начальная температура, К;  $l_1, l_2$  — характерные линейные размеры рабочих объемов топлива и газа, м.

Система уравнений и граничных условий (1) — (8) составлена при следующих допущениях:

вследствие незначительного молярного переноса влиянием конвекции на рассматриваемый процесс пренебрегаем;

считаем топливо «непрозрачным» для излучения внешнего источника теплоты;

процессы теплообмена, связанные с испарением влаги из древесины, проходят в периоде падающей скорости сушки; границу раздела фаз топливо — газ считаем проницаемой для летучих компонентов и продуктов сгорания; скорость

газификации описывается реакцией первого порядка по Арренiusу.

Система уравнений и граничных условий (1) — (8) записана в размерном виде. Эта система, приведенная к безразмерному виду, решается методом прогонки [1, 2], поэтому каждое из уравнений (1) — (8), приведенное к безразмерной форме, аппроксимируется соответствующим дискретным аналогом. Затем уточняются выражения для левых и правых граничных условий каждого уравнения, описывающего процессы тепло-массопереноса в рассматриваемой системе.

Обратим внимание на то, что главным содержанием деятельности инженера на современном этапе является осуществление поиска наилучших условий протекания изучаемого процесса. При этом неизбежно приходится учитывать зависимость теплофизических свойств топлива и газа от ряда параметров. Естественно, что такие трудоемкие расчеты целесообразно вести только на ЭВМ. Вот почему нами разработана и реализована на языке Бейсик программа, позволяющая осуществлять детальные расчеты по вышеприведенному алгоритму.

Полученные на основании таких расчетов поля температур и концентраций позволяют вычислить габаритные характеристики  $\varphi_V$  в зависимости от конкретных теплофизических свойств топлива и газа следующим образом. Параметр  $\varphi_V$  является функцией источника в уравнении (2), поэтому количество теплоты в процессе воспламенения и горения отходов древесины («топлива») вычисляется через двойной интеграл:

$$Q = \int \int V \varphi_V dv d\tau. \quad (9)$$

С другой стороны, это же количество теплоты  $Q$  можно определить по формуле

$$Q = \int_0^{\tau_2} \int_0^{\tau_1} c_{p,i} \Delta T f \omega c_{n,i}(\tau) d\tau, \quad (10)$$

где  $c_p$  — удельная объемная изобарная теплоемкость продуктов сгорания (газа), Дж/(м<sup>3</sup>·К);

$\Delta T$  — среднеинтегральная разность температур относительно принятого уровня отсчета, К;

$f$  — площадь поперечного сечения газохода, м<sup>2</sup>;

$\omega$  — экономическая скорость выхода «газа», м/с;

$c_{n,i}$  — выходные концентрации компонентов «газа»;

$\tau$  — текущее значение продолжительности процесса

жигания и воспламенения отходов древесины.

Величина габаритной характеристики  $\varphi_V$  при известном характерном параметре объема рабочей зоны сжигания определяется количеством теплоты  $Q$ , поэтому значение  $Q$  зависит от многих параметров — теплофизических свойств отходов древесины (плотности, теплопроводности, теплоемкости), их тепловой способности и первоначальной влажности, в связи с чем возможна следующая формулировка задачи оптимизации:

$$Q = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \rightarrow \max, \quad (11)$$

где  $X_1, X_2, \dots, X_n$  — влияющие факторы, в свою очередь зависящие от температуры (в сильной степени) и давления (в меньшей степени).

Поскольку теплотворная способность  $Q_R$  и расход  $V$  топлива (отходов древесины) связаны со значением рабочего объема теплогенератора  $V$ , то решение новой задачи (11) можно переформулировать в другом виде

$$V=f(\varphi_V, B, Q) \rightarrow \min. \quad (12)$$

Таким образом, если известны габаритные характеристики и расход топлива, то можно определить наивыгоднейшее значение рабочего объема  $V$  теплогенератора с тем, чтобы обеспечить схему теплоснабжения деревообрабатывающего предприятия необходимым количеством тепловой энергии. Возможно и решение обратной задачи — определение минимального количества отходов древесины по известной габаритной характеристике  $\mu$ . При этом будет уточнен требуемый габарит рабочего объема  $V$  теплогенератора.

### Выводы

1. Предложена методика инженерного расчета габаритных характеристик источников энергоснабжения деревообрабатывающих предприятий.
2. Показано, что обоснованный расчет габаритных характеристик базируется на уравнениях тепломассообмена и требует обязательного учета зависимости теплофизических свойств

отходов древесины и продуктов их сгорания от температуры и давления в рабочем объеме теплогенератора.

3. На основе расчета габаритных характеристик показаны пути решения двух новых задач:

определения наивыгоднейшего значения рабочего объема теплогенератора для обеспечения схемы теплоснабжения деревообрабатывающего предприятия необходимой тепловой мощностью;

определения наивыгоднейшего расхода отходов древесины при заданном значении рабочего объема теплогенератора.

4. Подчеркнуто, что решением указанных задач должны заниматься квалифицированные инженерные кадры, способные использовать вычислительную технику.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самарский А. А. Теория разностных схем.— М.: Наука, 1977.— 665 с.
2. Фарлоу С. Уравнения с частными производными для научных работников и инженеров.— М.: Мир.—1985.— 383 с.

## Наука и техника

ИД 674.05:001.4

## Программные испытания деревообрабатывающего оборудования

В. ЮРКЕВИЧ, С. В. МАРТЫНОВ — ВНИИДМАШ

С 1 июля 1990 г. вступил в действие ГОСТ 27.002—89 «Надежность в технике. Основные понятия, термины и определения». Этим ГОСТом отменяются ранее действовавшие установленные показатели, которые не базировались на теории надежности. Взамен установленных показателей вводятся как основной показатель безотказности — вероятность безотказной работы. Для основных типов деревообрабатывающего оборудования величина вероятности безотказной работы будет определяться при испытаниях, продолжительность которых может составить несколько сотен часов. Испытания значительной продолжительности должны проводиться в условиях действия эксплуатационных нагрузок, поэтому возникают проблемы обеспечения испытаний действенными заготовками и значительных затрат на проведение испытаний.

Эти проблемы могут быть решены применением программных испытаний. ГОСТ 27.410—87 «Методы контроля показателей надежности и планы контрольных испытаний на надежность» предусматривает для всех видов испытанийряду с традиционными проведение их по ускоренной программе. Такое ускорение может быть достигнуто только при программных испытаниях. ВНИИДМАШ разработал как технические, так и методологические основы программных испытаний деревообрабатывающего оборудования.

Программные испытания — это испытания, которые проводятся по специальной программе, заложенной в ЭВМ отражающей весь диапазон режимов и условий эксплуатации оборудования с учетом вероятностной природы внешних действий, которая реализуется путем применения программных нагрузочных устройств и программного измерительного комплекса.

К программным нагрузочным устройствам предъявляются следующие требования:

они должны иметь возможность создавать все виды силового воздействия: крутящий (тормозящий) момент, радиальную и осевую силу;

развиваемые силовые воздействия не должны быть менее подобных нагрузок, действующих на реальные детали и узлы;

величина и направление действующих нагрузок должны изменяться в пространстве и во времени с частотой, соответствующей изменению этих нагрузок в реальном оборудовании; нагрузочные устройства должны быть просты и дешевы, просто и быстро устанавливаться на станок, сниматься с него и иметь управление от ЭВМ; иметь габариты, позволяющие их разместить на испытываемом оборудовании;

надежность нагрузочных устройств должна превосходить надежность испытываемого оборудования;

на привод нагрузочных устройств должно расходоваться минимальное количество энергии;

программные нагрузочные устройства должны обеспечивать ускоренные испытания оборудования.

До настоящего времени создано большое количество нагрузочных устройств, но среди них имеются только несколько устройств, которые отвечают перечисленным требованиям. Во ВНИИДМАШе за последнее время разработано несколько типов нагрузочных устройств, которые в достаточной мере отвечают вышеперечисленным требованиям к программным нагрузочным устройствам.

На рис. 1 приведена схема нагрузочного устройства, получившего название «механического». Оно состоит из фрикционного тормоза, развивающего противодействующий крутящий момент, осевого нагружателя, в качестве которого используется пневмоцилиндр, и нагружателя радиальной силой в виде дисбалансного груза. Привод фрикционного тормоза

и осевое нагружение осуществляются от одного пневмоцилиндра 9.

Вал испытываемого объекта 1 жестко соединяется с полумуфтой 2, вторая часть которой соединена с валом 4

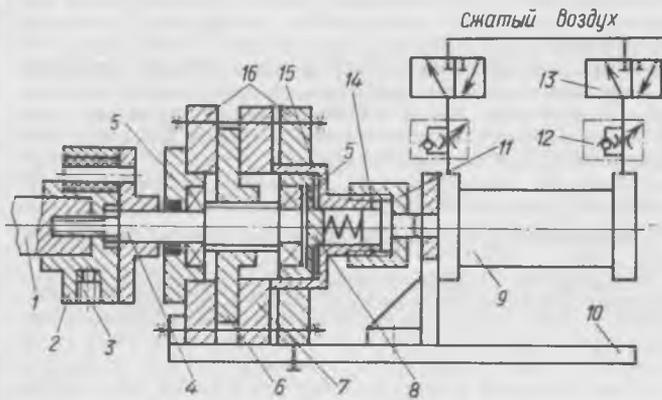


Рис. 1. Схема программного нагруженного устройства

нагруженного устройства. Вал 4 в средней части имеет шлицы, на которые надет вращающийся диск 6. Последний имеет возможность осевого перемещения по шлицам относительно вала 4. Вал 4 устанавливается на двух радиально-упорных шарикоподшипниках 5, которые помещены в два невращающихся диска 16. Все три невращающихся диска 7, 16 соединяются четырьмя шпильками, при этом средний диск имеет возможность осевого перемещения.

При подаче воздуха в правую часть пневмоцилиндра его шток движется влево, перемещая цилиндрический толкатель 14, воздействующий на пружину, которая передает осевое усилие на втулку 8, подшипник 5 и далее — на вал испытываемого объекта. После того как будет выбран зазор, толкатель 14 упрется в ползун 15, который в свою очередь переместит диск 7 в осевом направлении. В этом случае вращающийся диск 6 окажется зажатым между двумя невращающимися дисками 7 и 16, при этом обе его торцевые поверхности будут контактировать с поверхностями невращающихся дисков 7 и 16, создавая тормозной момент.

Радиальная нагрузка на вал 1 испытываемого узла развивается за счет силы инерции груза 3, который устанавливается в муфте 2. Масса и координаты центра тяжести груза могут изменяться за счет использования винтов разной длины и при изменении глубины их заворачивания. Зная массу груза и расстояние от его центра тяжести до оси вращения, определяют развиваемую нагрузку, которая будет действовать в радиальном направлении на вал испытываемого объекта.

Рис. 2. Схема измерения параметров траектории

Пневмоцилиндр 9 подключается к цеховой пневмосети через два пневмораспределителя 13 и два пневмодросселя 12. Пневмораспределители служат для включения и отключения правой и левой частей пневмоцилиндра от сети сжатого воздуха, тем самым позволяя получить циклическое нагружение тормозным моментом испытываемого объекта. Время срабатывания пневмораспределителей можно регулировать в пределах 0,5—15 с. Давление в полостях пневмоцилиндра регулируется дросселями 12. Регулирование величины осевого

нагружения осуществляется гайкой 11, которая наворачивается на ползун 15, и использованием комплекта пружин с разной жесткостью.

Нагрузочное устройство монтируется на основании 10. При работе с испытываемыми объектами мощностью более 1 кВт и частотой вращения вала более 2000 мин<sup>-1</sup> предусмотрена возможность подведения охлаждения от водопроводной сети к невращающимся дискам 7 и 16.

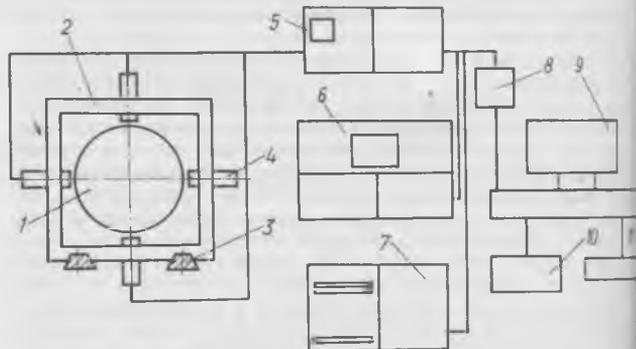
Механическое нагрузочное устройство дешево, просто по конструкции и управлению, имеет малый габарит. Оно просто в эксплуатации, требует малых затрат энергии и является универсальным.

При проведении программных испытаний и сокращении их продолжительности необходимо использовать средства измерения, которые позволяют оценить техническое состояние испытываемого узла. Наиболее информативна оценка технического состояния формообразующего органа деревообрабатывающих станков способом определения траектории оси этого органа. Точность вращения шпинделя — основной фактор, который влияет не только на точность размерной обрабатываемой заготовки, но и на точность ее формы, волнистость и шероховатость поверхности. С другой стороны траектория оси является производной от конструкции и технического состояния шпинделя, в том числе от качества изготовления подшипников качения, их сборки и регулировки в корпусе шпинделя, степени уравнированности шпинделя и инструмента. Таким образом, траектория оси является универсальным показателем работы шпинделя.

На рис. 2 приведена схема измерения параметров траектории. На станине 3 закрепляется кронштейн 2 таким образом, чтобы он охватывал вращающуюся часть шпинделя 1. В кронштейне 2 установлены четыре токовихревых датчика 4. Токовихревые датчики позволяют измерять зазор между торцевой поверхностью и измерительным кольцом, установленным на фрезе шпинделя. Точность измерений достигает долей микрона. Удобство использования токовихревого датчика заключается в том, что между его торцом и измерительным кольцом устанавливается зазор 0,5 мм, что позволяет исключить касание измерительного кольца и датчика при любых реальных нагрузках.

Токовихревые датчики соединяются с усилителем ИП-22, где сигнал усиливается и подается либо на катодный осциллограф С8-17 6 либо на шлейфный осциллограф Н-145 7. Фотографии с экрана катодного осциллографа или осциллограммы обрабатываются, и делается заключение о техническом состоянии испытываемого узла.

При автоматизированных испытаниях усилитель 5 соединяется через АЦП с ЭВМ 9. В этом случае производится весь комплекс автоматизированных испытаний. Вывод информации из ЭВМ осуществляется либо на принтер 10, либо на графопостроитель 11.



Организация программных испытаний на станкостроительных заводах позволит исключить использование древесины при испытаниях и значительно сократить их продолжительность и стоимость.

# Четырехсторонний строгальный станок С25-4А

М. А. СЛОБОДНИК — ВНИИ Д М А Ш

Межведомственной комиссией принят изготовленный Боровичским ЗДС опытный образец четырехстороннего строгального станка С25-4А (рис. 1), являющегося модернизацией выпускаемого станка С25-4.

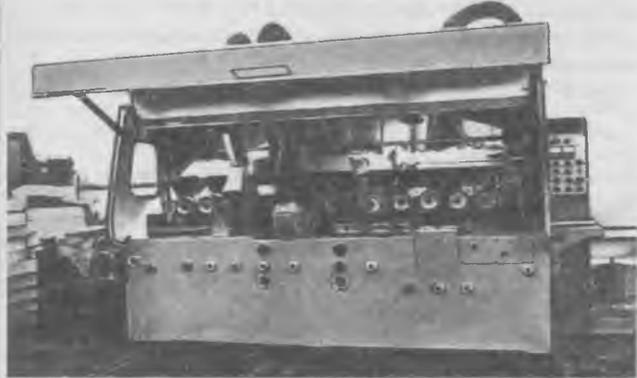


Рис. 1. Опытный образец станка С25-4А

Как известно, С25-4 — четырехсторонний строгальный станок универсального назначения. Он обладает необходимыми технологическими возможностями, способными удовлетворить потребности различных деревообрабатывающих производств. Одна из конструктивных особенностей этого станка — распределенный механизм подачи обрабатываемых заготовок (рис. 2). Он представляет собой расположенные вдоль всего станка подпружиненные приводные верхние вальцы. Обрабатываемая заготовка перемещается по гладкому столу.

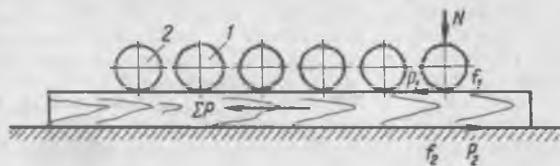


Рис. 2. Схема механизма подачи станка С25-4:

1 — металлический зубчатый валец (5 шт.); 2 — обрезиненный гладкий валец

По сравнению с ранее применявшимся сосредоточенным механизмом подачи, при котором подающие вальцы (верхние и нижние) располагались блоком перед ножевыми головками станка, распределенный механизм подачи обладает рядом достоинств:

отсутствует торцевое давление между двумя последовательно идущими заготовками, что способствует повышению точности обработки; перемещение заготовки по гладкому столу также повышает точность обработки;

в случае подачи в станок двух последовательно идущих заготовок с межторцевым разрывом исключена остановка

первой из них под вращающимся инструментом, так как она приводит к браку, что и наблюдается при эксплуатации сосредоточенного механизма подачи.

Однако в конструкции станка С25-4 не все достоинства распределенного механизма подачи удалось реализовать. При эксплуатации станка обнаружилась нестабильность скорости заготовок, особенно засмоленных и влажных. К нестабильности скорости заготовок приводит и повышенный износ вальцов.

Это объясняется тем, что усилие перемещения заготовки вдоль станка возникает за счет разницы коэффициентов трения пар валец — заготовка и заготовка — стол (см. рис. 2).

Как известно, в упрощенном виде усилие подачи  $P$  может быть вычислено по формуле

$$P = n(P_1 - P_2) = nN(f_1 - f_2),$$

где  $N$  — усилие прижима вальца;

$f_1$  — коэффициент трения (сцепления) пары валец — заготовка;

$f_2$  — коэффициент трения пары заготовка — стол;

$n$  — количество вальцов.

Из этой формулы следует, что при увеличении трения между заготовкой и столом (например, из-за ее осмоления) или уменьшении коэффициента сцепления вальца с заготовкой (например, из-за затупления зубьев вальца или повышенной влажности заготовки) разность  $(f_1 - f_2)$  уменьшается; в результате усилие подачи становится недостаточным для преодоления сил сопротивления и заготовка останавливается.

Попытки увеличить усилие прижима вальцов к успеху не приводят, так как это вызывает прогрессивный износ зубьев вальцов и еще большее снижение коэффициента  $f_1$ .

Поэтому основная цель модернизации станка С25-4 состояла в увеличении надежности работы механизма подачи.

Эта задача решена увеличением количества верхних вальцов и введением трех нижних приводных (рис. 3).

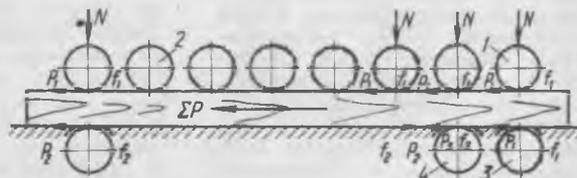


Рис. 3. Схема механизма подачи станка С25-4А:

1 — верхний металлический зубчатый валец (6 шт.); 2 — верхний обрезиненный гладкий валец (2 шт.); 3 — нижний металлический зубчатый валец (1 шт.); 4 — нижний металлический гладкий валец (1 шт.)

Усилие подачи на станке С25-4А равно для первой пары вальцов  $2Nf_1$ ; для второй пары вальцов  $N(f_1 + f_2)$ ; для группы (5 шт.) верхних вальцов  $5N(f_1 - f_2)$  (принимая коэффициент трения гладкого металлического вальца по заготовке и заготовке по столу равным  $f_2$ , а коэффициент сцепления обрезиненного вальца и металлического зубчатого вальца с заго-

товкой равным  $f_1$ ); для последней пары валцов  $N(f_1+f_2)$ .

Суммарное усилие подачи равно

$$\Sigma P = 2Nf_1 + 2N(f_1+f_2) + 5N(f_1-l_2).$$

Определим соотношение усилий подачи нового (С25-4А) и старого (С25-4) станков. Принимаем  $f_1=0,7$ ;  $f_2=0,3$ .

Для станка С25-4  $P=6N(0,7-0,3)=2,4N$ . Для станка С25-4А  $P=2N \cdot 0,7 + 2N(0,7+0,3) + 5N(0,7-0,3)=5,4N$ .

Таким образом, в станке С25-4А усилие подачи возросло в  $5,4/2,4=2,25$  раза. При этом силы сопротивления практически не увеличились.

Испытания станка С25-4А подтвердили надежную работу механизма подачи: заготовки перемещались без каких-либо остановок или пробуксовок.

Установлено, что для станка С25-4А коэффициент проскальзывания заготовки относительно валцов составляет всего около 2%, для станка же С25-4 он равен приблизительно 29%.

Выше указывалось, что перемещение заготовки по гладкому столу способствует повышению точности ее обработки. Условием работы нижних подающих валцов является некоторое их выступание над поверхностью стола, что может сказаться на точности обработки заготовок (особенно при чрезмерной

величине выступания). При недостаточном возвышении вальца над поверхностью стола увеличение усилия подачи не будет реализовано. Поэтому в конструкции станка С25-4А предусмотрена возможность тонкой регулировки по высоте положения нижних валцов относительно стола.

Испытания опытного образца станка С25-4А показали также, что при правильной регулировке обеспечивается надежная подача заготовки без ущерба для точности обработки.

Кроме механизма подачи, при модернизации станка С25-4 переработана конструкция шпиндельных узлов с целью увеличить их жесткость и точность. Это позволило повысить качество обработки заготовок на станке, в том числе и точность.

Одновременно приняты меры, позволившие значительно снизить уровень шума станка.

Серийный выпуск С25-4А начат в текущем году.

#### Техническая характеристика станка С25-4А

Обрабатываемая заготовка, мм:	
ширина	35—250
толщина	12—125
наименьшая длина	630
Скорость подачи (регулируется бесступенчато), м/мин	10—40
Количество шпинделей	
Суммарная установленная мощность электродвигателей, кВт	38,6
Масса, кг	4600

УДК 674.053:621.933.61

## Влияние плоскостности ленточных пил на их устойчивость и работоспособность ленточнопильных станков

В. И. ВЕСЕЛКОВ, Б. А. ВЕСЕЛКОВА, кандидаты техн. наук — АЛТИ

На кафедре станков и инструментов АЛТИ более 20 лет ведутся регулярные наблюдения за эксплуатацией ленточнопильных станков (ЛПС) с выборочными исследованиями технического состояния механизмов резания у трех основных групп ЛПС в зависимости от диаметра пильных шкивов ( $D_{ш} = 1100-1600$  мм), включая станки фирм «Канали» (ФРГ), «Ионсеред» (Швеция), «Райман» (ФРГ), «Тюгоку Кикай» (Япония), «А. К. Эрикссон» (Швеция) и отечественные модели ЛД-140.

Наблюдения за эксплуатацией ЛПС позволили установить, что достижение требуемой плоскостности пил в зоне резания древесины не всегда возможно даже при высококачественной подготовке полотен. При значительном износе ободов пильных шкивов и увеличении их выпуклости ленточные пилы в зоне резания теряют плоскостность и, приобретая соответствующую шкивам выпуклость, обычно дают волнистый пропил.

Первоначальная стрела выпуклости профилей ободов пильных шкивов ЛПС в состоянии поставки потребителю тра-

диционно находится в пределах 0,2—0,4 мм. Допустимым считается износ отдельных участков профиля на 0,15 мм. Обследование состояния рабочих поверхностей пильных шкивов с помощью специального профилографа [1] выявило многократное превышение износа шкивов по сравнению с допустимым его уровнем. При этом у шкивов ЛПС фирмы «Канали» ( $D_{ш} = 1100$  мм) стрела выпуклости достигала 1,2 мм, а у ЛПС фирмы «Ионсеред» или ЛД-140 ( $D_{ш} = 1400$  мм) износ профиля превышал 1,6 мм. Износ нижних пильных шкивов у всех групп ЛПС значительно превышал износ верхних шкивов (рис. 1).

Как следствие износа шкивов, установленные на них ленточные пилы копируют профили шкивов и приобретают в зоне резания (на рабочем участке) аналогичную выпуклость, свидетельствующую о том, что в процессе распиловки инструмент движется с соответствующей кривизной поперечного сечения полотна или прогибом, равным  $\Delta f$  (рис. 2).

Исследования [2] доказали, что в реальных условиях распиловки зубья



Рис. 1. Профилограмма износа ободов пильных шкивов станка модели ЛД-140 на Архангельском ЛДК № 1

ленточных пил испытывают различия по величине и направлению действия боковых сил и что их величина зависит от многих факторов, сопутствующих процессу резания. Из них определяющими являются физико-механические свойства древесины, профиль и угловые параметры зубьев, величины их уширений или развода, угол встречи и т. д. Исследования [2] продолжены в Канадской лаборатории лесных продук-

ты [3] и посвящены изучению влияния дефектов зубьев ленточных пил, возникающих в результате неправильной заточки, или дефектов, возникших в процессе распиловки бревен.

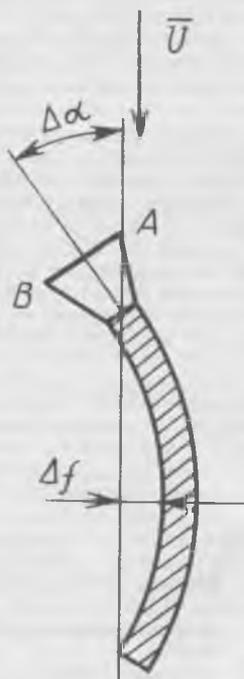


рис. 2. Кривизна поперечного сечения полотна ленточной пилы в зоне резания

Используя аналогичную приведенной [2] методику и моделируя дефекты заточки и повреждений зубьев (погоные тем, что встречаются в производственных условиях), автор [3] установил следующее. При перпендикулярности режущей кромки направлению резания боковая составляющая  $P_{бок}$ , которая возникает в этом случае, достигает 17—23 % величины касательной составляющей  $P_{кас}$  силы резания,  $P_{кас}$  в свою очередь уменьшается на 2—22 % (в зависимости от плотности распиливаемой древесины). При моделировании поврежденных режущих кромок зубьев отмечено, что это приводит к возрастанию  $P_{бок}$  до 27 %  $P_{кас}$ ,  $P_{кас}$  — до 33 %  $P_{кас}$ , соответствующей пиленю при нормальном состоянии режущих кромок. При групповом дефекте зубьев значение  $P_{бок}$  умеренное уже в производственных условиях, увеличивалось до 25 %, а  $P_{кас}$  — до 65 %  $P_{кас}$ , соответствующей нормальным условиям резания. В ходе наблюдений за качеством распиловки ленточными пилами с групповыми дефектами зубьев в производственных условиях наряду с повышением отмечены резкое ухудшение качества пропила и неравномерность толщины выпиливаемых заготовок, дости-

гашую 3 мм.

Анализ результатов исследований [2, 3] и длительных наблюдений за эксплуатацией ЛПС отрасли, проводимых кафедрой станков и инструментов АЛТИ, показал, что только перпендикулярность режущей кромки зубьев пил в зоне резания при прочих равных условиях может стать основной причиной неудовлетворительной работы ЛПС и низкой точности распиловки древесины. В связи с этим нарушение плоскостности пил в зоне резания по причине износа пильных шкивов, возникновения прогиба  $\Delta f$  и угла  $\Delta\alpha$  (см. рис. 2) также может оказывать значительное отрицательное влияние на результаты распиловки.

Однако исследование устойчивости ленточных пил, выполненные отечественными и зарубежными учеными, базируются на следующем предположении. Полотно пилы в зоне резания при его нагружении действующими силами всегда имеет плоскую форму. Но все выводы и рекомендации по результатам этих исследований распространены на реальные условия распиловок, при которых пилы на рабочем участке фактически неизбежно имеют прогиб полотна  $\Delta f$ . В связи с этим для объективного анализа работоспособности ЛПС необходимо владеть информацией о количественном и качественном влиянии прогиба полотна  $\Delta f$  в зоне резания на устойчивость ленточных пил.

Влияние прогиба  $\Delta f$  мы учли введением в дифференциальные уравнения [4], описывающие поведение ленточной пилы как тонкостенного стержня (рис. 3), секториальной жесткости  $EI_\omega$  искривленного сечения пилы наряду с известными жесткостями на изгиб  $EI_x$  и  $EI_y$  и на кручение  $GI_d$ . Используя метод Бубнова — Галеркина, получили формулу для расчета критической силы  $P_{кр}$  как основного критерия устойчивости ленточных пил:

$$P_{кр} = - \frac{4b \left( EI_x \frac{\pi^2}{l^2} + N \right)}{\pi^2 l} + \sqrt{\left[ \frac{4b \left( EI_x \frac{\pi^2}{l^2} + N \right)}{\pi^2 l} \right]^2 + \dots}$$

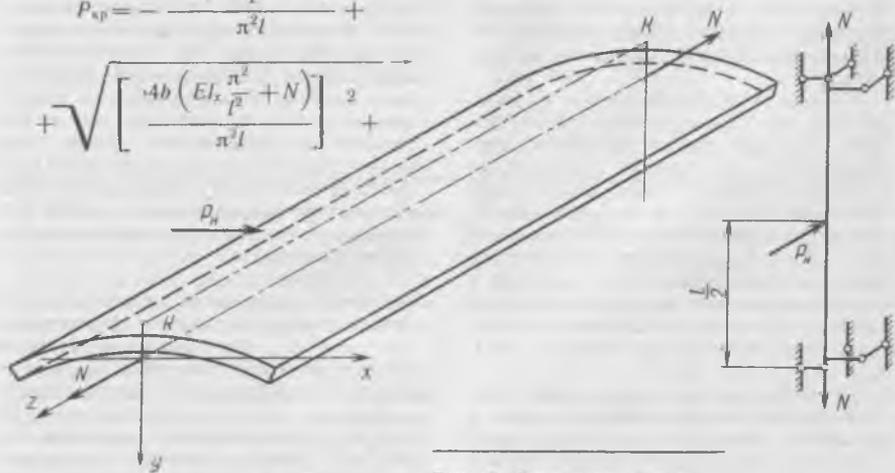


Рис. 3. Расчетная схема

$$\frac{16 \left( EI_x \frac{\pi^2}{l^2} + N \right) \times \dots}{\left( EI_y \frac{\pi^2}{l^2} + N \right) l^2} N^2 a_y^2, \quad (1)$$

- где  $b$  — ширина ленточной пилы;  $EI_x$  — наименьшая жесткость изгиба полотна пилы;  $EI_y$  — наибольшая жесткость изгиба полотна пилы;  $l$  — расстояние между осями пильных шкивов;  $N$  — сила натяжения пилы;  $EI_\omega$  — секториальная жесткость искривленного сечения пилы;  $GI_d$  — жесткость полотна при кручении;  $r$  — геометрическая характеристика;  $a_y$  — координата центра изгиба.

Анализ формулы (1) выполнен нами на ЭВМ ЕС-1033 для ленточных пил, параметры которых соответствовали применяемым при эксплуатации ЛПС, являющихся объектами наших обследований. На рис. 4 (поз. 1) представлены результаты расчетов  $P_{кр}$  для всех ленточных пил, находящихся в зоне резания в идеальном плоском состоянии ( $\Delta f=0$ ) и натянутых на пильные шкивы с обеспечением предварительных напряжений  $\sigma_0$ , равных 100 МПа. Влияние секториальной жесткости  $EI_\omega$  для пил, имеющих прогиб  $\Delta f$  при прочих равных условиях, отражено на рис. 4 (поз. 2). При этом для поз. 1 и 2 схе-

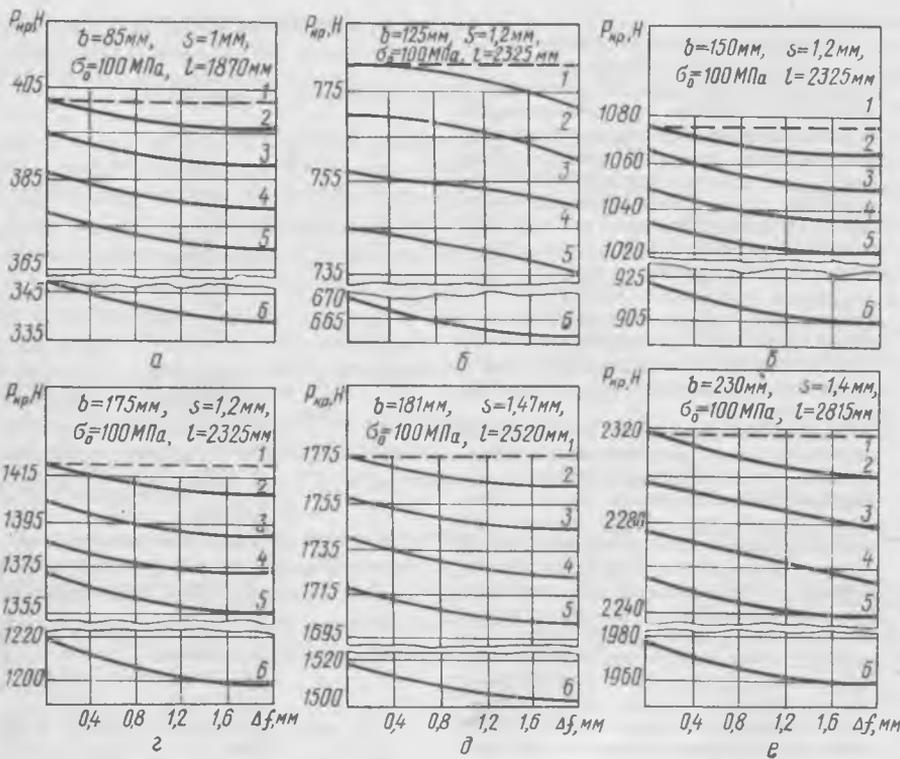


Рис. 4. Изменение критической силы  $P_{кр}$  в зависимости от прогиба ЛПС точных пил в зоне резания для ЛПС.

а — модели «Стандарт» (ГДР) —  $D_{ш}=1000$  мм; б — модели ЛД-125 —  $D_{ш}=1250$  мм; в — фирмы «Тююку Кикай» (Япония) —  $D_{ш}=1200$  мм; г — модели ЛД-140 —  $D_{ш}=1400$  мм; д — фирмы «А. К. Эрикссон» (Швеция) —  $D_{ш}=1500$  мм; е — фирмы «Каналли» (ФРГ) —  $D_{ш}=1600$  мм.

жушей кромки (когда  $F_{унр}=P_{бок}$ ) сила упругости полотна пилы по своей физической сущности способна комплексно отразить влияние технологических факторов на напряженное состояние и устойчивость инструмента. Но в отличие от приведенного в [5] метода показатель жесткости  $C_d$  по нашим расчетам следует определять с учетом секториальной жесткости  $EI_{\omega}$  полотна:

$$C_d = \frac{\pi^2}{2} \cdot \frac{GI_d + EI_{\omega} \frac{\pi^2}{l^2}}{a^2 l} + \frac{\pi^2}{2} \cdot \frac{N}{l} \left( \frac{l_d}{a} \right)^2,$$

где

$$a = \frac{b}{2}, \quad l_d = \sqrt{\frac{I_x + I_y}{bs}};$$

$I_x, I_y$  — моменты инерции сечения полотна;

$s$  — толщина пилы.

Известно [5], что величина  $Y_{бок}$  является функцией геометрических параметров инструмента, составляющих  $P_N$  и  $P_{бок}$  силы резания, а также силы натяжения пилы на шкивах, что точно определить  $Y_{бок}$  можно лишь в лабораторных условиях. В связи с этим на представляется более целесообразным определение  $Y_{бок}$  более приближенно к конкретным технологическим аспектам ленточнопильной распиловки и заключающееся в следующем. В соответствии с ГОСТ 8986—86 «Пиломатериалы хвойных пород» для заготовок толщиной до 32 мм допустимыми отклонениями от заданных размеров устанавливаются укладываемые в диаметр зон  $\pm 1$  мм, а для заготовок толщиной от 40 до 100 мм и от 100 мм и более соответственно  $\pm 2$  мм и  $\pm 3$  мм. Поэтому, задавшись боковым отклонением режущей кромки  $Y_{бок}$  в пределах допусков на разнотолщинность пиломатериала, можно с учетом показателя  $C_d$  рассчитать предельно допустимую величину восстанавливающей силы упругости пилы  $F_{унр}$ , соответствующую предельной боковой составляющей  $P_{бок}$  силы резания, превышение которой в комплексе с нормальной составляющей  $P_N$  и приводит к техническому браку выпускаемой пиломатериала.

На рис. 4 (поз. 3, 4, 5) представлены результаты расчетов на ЭВМ ЕС-1033 устойчивости ленточных пил, оцениваемые по величине критической силы  $P_{кр}$  при совместном нагружении

мы нагружения пил только одной силой  $P_N$  идентичны.

Снижение устойчивости ленточных пил при возможном исходном состоянии шкивов ( $\Delta f=0,4$  мм), соответствующем допускаемому нормами точности износу ( $\Delta f=0,6$  мм) и при фактически встречающемся в практике эксплуатации износу шкивов ( $\Delta f=1,6$  мм) для станка ЛД-125 составит от 0,17 до 0,63 %, а для станка ЛБ-150 — соответственно от 0,1 до 0,5 %. Из этого следует, что в чистом виде секториальная жесткость  $EI_{\omega}$  искривленных ленточных пил без сопутствующих ее возникновению технологических факторов процесса пиления древесины незначительно влияет на устойчивость инструмента.

Однако, как утверждается в работе [5], при исследованиях устойчивости ленточных пил недостаточно рассматривать нагружение инструмента (режущей кромки) только одной из двух основных сил ( $P_N$  и  $P_{бок}$ ). Сила  $P_N$  может действовать на пилу только вместе с силой  $P_{бок}$ , поэтому отклоняющие полотно деформации в его рабочей и перпендикулярной ей плоскостях будут взаимодействовать и оказывать комплексное влияние на устойчивость инструмента.

Особенность распиловки древесины ленточными пилами, находящимися в условиях стесненного кручения из-за кривизны поперечного сечения, состоит в том, что сопутствующие процессу пиления боковые составляющие  $P_{бок}$  си-

лы резания значительно увеличиваются из-за растущей асимметрии нагружения передней и боковых граней зубьев вследствие не только анизотропии строения древесины, но и различного нагружения трехгранных внешних углов вершин зубьев. При этом основную прорезывающую нагрузку воспринимают трехгранные внешние углы вершинок зубьев А (см. рис. 2), а трехгранные внешние углы В выполняют в основном зачистные функции у отделяемой от бруса заготовки. Это перераспределение рабочей нагрузки по ширине лопатки плющеного зуба приводит к росту боковых отклонений зубьев в сторону увеличения начального прогиба искривленного полотна пилы. Но ограниченность информации и исследований комплексного влияния этих факторов на напряженное состояние ленточных пил не позволяет на современном уровне дать количественную оценку изменениям прогиба  $\Delta f$  пил и росту погрешностей ориентации режущих кромок зубьев направлению резания для конкретных условий распиловки.

Однако, располагая величиной показателя жесткости пилы к деформации кручения  $C_d$ , при известном боковом отклонении зубчатой кромки  $Y_{бок}$  всегда можно определить величину восстанавливающей силы упругости ( $F_{унр} = C_d Y_{бок}$ ), развиваемой полотном пилы, как реакции полотна на воздействии боковых составляющих  $P_{бок}$  силы резания. В условиях равновесия ре-

инструмента силами  $P_n$  и  $P_{бок}$ , величины которых определены в зависимости от допускаемого отклонения режущей кромок пилы, равного соответственно 1; 2 и 3 мм.

Анализ полученных результатов показал, что устойчивость ленточных пил при выпиливании заготовок с предельно допустимыми отклонениями по толщине при возможном исходном состоянии пильных шкивов ( $\Delta f=0,4$  мм), соответствующем допускаемому износу ( $\Delta f=0,6$  мм), и при встречающемся в практике эксплуатации износе шкивов ( $\Delta f=1,6$  мм) для станка ЛД-125 снижается с 1,38 до 4,82 %, а для станка ЛБ-150 — с 1 до 3,21 %.

Проанализированные варианты (см. рис. 4, поз. 1—5) получены в предположении, что режущая кромка зубьев имеет идеальные плоские и остроты трехгранных внешних углов вершинок зубьев. Однако при искривленном поперечном сечении полотен, характеризующемся показателем  $\Delta f$ , и с учетом результатов исследований [3] правомерно предположить, что после кратковременной эксплуатации (приработки) состояние режущих кромок таких пил будет идентично состоянию инструмента, моделируемому в работе [3]. Поэтому, используя схему нагружения ленточной пилы с соответствующей кривизной поперечного сечения полотна и приняв, согласно [3, 6]  $P_{бок}=0,25 P_{кас}$ , можно моделировать нагрузки, близкие к реальным. Величину  $P_{кас}$  определяли по методике проф. А. Л. Бершадского [7] с учетом применяемых на ЛПС параметров ленточных пил и режимов распиловки, являющихся объектами наших экспериментальных исследований.

На рис. 4 (см. поз. 6) представлены результаты расчетов на ЭВМ ЕС-1033 при данных условиях нагружения пил. Установлено, что зафиксированное экспериментально в работе [3] резкое ухудшение качества пропила и увеличение разнотолщинности выпиливаемых заготовок (превышающее 3 мм) логично объясняется более резким снижением устойчивости пил из-за нарушения симметрии нагружения зубьев.

Анализ результатов исследований

выявил снижение устойчивости ленточных пил при исходном состоянии пильных шкивов ( $\Delta f=0,4$  мм) и при фактически встречающемся износе ободов шкивов ( $\Delta f=1,6$  мм) для ЛПС модели ЛД-125 с 14,82 до 15,52 %, а для станка ЛБ-150 — с 14,75 до 15,22 %. Такое значительное снижение устойчивости ленточных пил свидетельствует, что факторы процесса пиления древесины, сопутствующие нарушению плоскостности полотен пил на рабочем участке из-за износа пильных шкивов, оказывают существенное отрицательное влияние на производительность распиловки на ЛПС. С учетом рекомендаций, приведенных в [6], величину снижения производительности ЛПС при нарушении плоскостности ленточных пил в зоне резания древесины можно установить с помощью расчетного коэффициента, который определяется как частное от деления критической силы  $P_{кр}^*$  (вычисленной с учетом известной кривизны пилы) на критическую силу  $P_{кр}^0$  (вычисленную для этой же пилы в предположении гарантированной плоскостности ее полотна в зоне резания). Таким образом, расчетное значение скорости подачи распиливаемой древесины  $u_{расч}$  должно определяться по формуле

$$u_{расч} = u_{табл} \frac{P_{кр}^*}{P_{кр}^0}, \quad (3)$$

где  $u_{табл}$  — нормативная (табличная) скорость подачи, рекомендуемая режимами распиловки и зависящая от высоты пропила.

При применительно к результатам исследований (см. рис. 4, поз. 6), полученных для ленточных пил с соответствующей кривизной полотен в зоне резания ( $\Delta f=0,4-1,6$  мм), снижение производительности ЛПС модели ЛД-125 при распиловке бруса высотой 300 мм и модели ЛБ-150 при распиловке бревен диаметром 800 мм (для условий

Гузериловского ЛПХ) может достигать 15 %.

Таким образом, результаты выполненных исследований позволяют сделать важные для производителей выводы.

1. Состояние ленточных пил в зоне резания по плоскостности является естественным и объективным критерием технического состояния пильных шкивов, качества подготовки пил и работоспособности ЛПС.

2. Поддержание состояния ободов пильных шкивов ЛПС на требуемом уровне является необходимым условием достижения расчетной устойчивости пил и требуемой производительности ЛПС.

3. Встречающееся в практике эксплуатации ЛПС состояние ободов пильных шкивов обуславливает при прочих равных условиях снижение производительности распиловки до 15 %.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Веселков В. И., Рыльчиков В. В., Селезнев А. Ф. Устройство для измерения наклона шкива ленточнопильного станка и профиля его обода // Станки и инструменты деревообрабатывающих производств: Межвуз. сб. науч. тр. / ЛТА, Л.—1987.— С. 60—63.
2. Кузнецов А. М. Теоретическое и экспериментальное исследование условий, обеспечивающих устойчивость ленточных пил: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук.— Л., 1968.— 23 с.
3. St — Laurent. Effects of sawtooth edge defects on cutting forces and sawing accuracy // Forest Prod. J. — 1970.— N 5.— P. 33—40.
4. Власов В. З. Тонкостенные упругие стержни.— М.: Госфизматиздат, 1959.— 568 с.
5. Pahlitzsch G., Puttkammer K. Beurteilungskriterien für die Auslenkungen von Bandsägeblättern // Holz als Roh- und Werkstoff.— 1974.— Bd. 32.— N 8.— 295—302.
6. Феоктистов А. Е. Ленточнопильные станки.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 156 с.
7. Бершадский А. Л. Расчет режимов резания древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1967.— 176 с.

## Новые книги

Прокофьев Н. М., Прокофьев И. Н. Гибкие автоматизированные производства на мебельных предприятиях.— М.: Лесная пром-сть, 1990.— 248 с. Цена 80 к.

Рассмотрены сущность и содержание ГАП, их экономическая эффективность, особенности применения промышленных роботов в мебельной промышленности как важнейших компонентов

ГАП, а также основы прогрессивной технологии, включающей в себя совершенствование конструкций мебели, автоматизацию деревообработки, внедрение новых материалов. Для инженерно-технических работников мебельных предприятий.

Коробов В. Н. Транспортирующие устройства деревообрабатывающих предприятий. Ленточные и скребковые конвейеры / МарПИ: Учеб. пособ. по курсовому проектированию для студен-

тов специальности 26.01, 26.02, 17.04.— Йошкар-Ола, 1989.— 90 с. Цена 20 к.

Рассмотрены назначение и конструкция узлов и деталей ленточных и скребковых конвейеров, применяемых на деревообрабатывающих предприятиях. В издание включены теоретические положения, а также методика расчета и проектирования конвейеров: нормативные величины, новые ГОСТы и нормали. Для студентов лесотехнических вузов.

# Новые подшипники для нижней головки шатунов двухэтажных лесопильных рам

Ю. М. ВАЙТКУС, В. М. КОШЕЛЬ, кандидаты техн. наук, Л. М. СПИЧЕВСКАЯ — Минский филиал ВНИИП, А. П. ГОЛОВАЧЕВ — Вологодское Г К Б Д

В работе [1], посвященной особенностям применения сферических радиальных двухрядных роликоподшипников в нижней головке шатуна двухэтажных лесопильных рам, приводятся описание конструкций новых подшипников 113634НК1 и 153634НКЛ для этого узла. С конца 1989 г. вместо подшипника 113634НК1 серийно выпускается усовершенствованная его модификация 113634АНК. В течение 1986—1990 гг. выполнены длительные наблюдения за работоспособностью этих подшипников на ряде деревообрабатывающих предприятий. Ниже приводятся результаты этих исследований, а также описание конструкций, отражающих дальнейшее развитие подшипников.

Анализ результатов эксплуатации подшипников 113634НК1 показывает, что есть три основных вида их разрушения: питтинг роликовой дорожки внутреннего кольца и роликов (40 %); сквозная трещина внутреннего кольца или скол его бортиков (35 %); разрушение сепаратора в виде излома перемычек или их чрезмерного износа (25 %).

В соответствии с этими данными в подшипниках 113634АНК и 153634НКЛ применены конструктивные решения, направленные на ликвидацию «слабых мест».

В наиболее часто встречающемся усталостном разрушении роликовых дорожек внутреннего кольца и роликов питтинг концентрируется на краю дорожек возле галтелей среднего бортика.

Такой характер разрушения объясняется расчетным первоначальным линейным контактом роликов с дорожками качения внутреннего кольца (возникает краевой эффект концентрации напряжений по краям роликовых дорожек) и расчетным смещением приложения равнодействующей усилия на контактной площадке дорожки с роликом (смещены от середины ролика к среднему борту на 1,5 мм — 4 % длины ролика).

На основании анализа усталостных кривых зависимости долговечности роликовых дорожек от величины контактных напряжений и количества циклов нагружения отдельных деталей и сравнения их с результатами фактического разрушения установлено, что коэффициент концентрации напряжений на краю роликовой дорожки внутреннего кольца составляет 1,20—1,25. Для исключения этого явления в подшипниках 113634АНК и 153634НКЛ применена модификация контактов между роликами с дорожками обоих колец.

Характер распределения контактных напряжений по роликовым дорожкам внутренних колец различных модификаций подшипников представлен на рис. 1, откуда видно возрастание напряжений на левом краю дорожки возле среднего бортика.

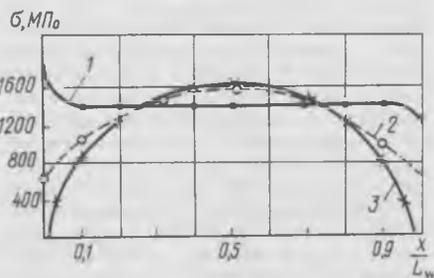


Рис. 1. Распределение нормальных напряжений на контактных площадках между дорожками внутренних колец и роликов подшипников:

1 — 113634НК1; 2 — 113634АНК; 3 — 153634НКЛ

Сравнение конструктивных и эксплуатационных характеристик различных подшипников дано в табл. 1.

В отличие от подшипников 113634НК1 фактическая долговечность  $L_B$  новых подшипников и надежность  $\beta$  подчинены трехпараметрическому распределению Вейбулла

$$\beta = e - \left( \frac{L_B - a}{B} \right)^K, \quad (1)$$

где  $a$  — параметр начального сдвига, т. е. долговечность со 100 % надежностью, ч;

$B$  — параметр масштаба, ч;

$K$  — параметр формы.

Обработка результатов эксплуатации 20 подшипников 113634НК1 и 113634АНК дала  $a=900$  ч,  $B=6000$  ч,  $K=1,1$ . После подстановки этих параметров в (1) получена долговечность с 90 % надежностью  $L_{90}=1700$  ч, а средняя  $L_{50}=5200$  ч.

Подшипники 113634АНК с модифицированным контактом и увеличенным количеством роликов по сравнительным данным в объединении «Минскдрев» и Каунасском ДОКе имеют долговечность на 30—40 % выше, чем 113634НК1.

В новых подшипниках 113634АНК и 153634НКЛ (чтобы снизить вероятность скола крайних бортов и сквозных трещин внутренних колец) нет канавки для ввода роликов и уменьшена высота бортиков до 4,2 мм (у колец подшипника 113634НК1 высота бортиков составляет 6 мм). Это ликвидирует концентратор термических напряжений при закалке колец, устраняет удары ролика по канавке в процессе вращения подшипника и делает его более равнопрочным.

У бочкообразных роликов с дорожками качения реализуются переменные передаточные отношения / радиусов — векторов контактирующих сечений вдоль оси роликов [2]. На рис. 2 показано изменение этого параметра для подшипников 113634НК1, 113634АНК с несимметричными и 153634НКЛ с симметричными роликами вдоль их

Таблица 1

Параметры	Типы подшипников		
	113634НК1	113634АНК	153634НКЛ
Диаметр сферы наружного кольца, мм	319,5	319,5	324,0
Диаметр ролика, мм (их количество)	46(15)	46(16)	46(16)
Полная (эффективная) длина ролика, мм	43,5(41,5)	43,5(41,5)	45,8(43,8)
Радиус образующей ролика, мм	151,8	156,0	160,0
Основной диаметр роликовой дорожки внутреннего кольца, мм	227,49	227,49	232,00
Радиус образующей роликовой дорожки внутреннего кольца, мм	151,8	159,8	164,5
Нагрузка на максимально нагруженный ролик, Н	42 085	39 485	39 485
Динамическая грузоподъемность, кН	1 320	1 540	1 640
Скорректированная расчетная усталостная долговечность $L_{90}$ , ч, при ходе рамки:			
600 мм	3 100	5 200	8 570
700 мм	2 100	3 500	5 760

ки. Из анализа графиков рис. 2 следует:

максимальная неравномерность передаточных отношений несимметричного ролика с дорожкой наружного кольца составляет 5,9 %, а симметричного — 1,9 %.

с дорожкой внутреннего кольца соответственно 8,3 % для несимметричного ролика и 11,6 % для симметричного; для несимметричного ролика сечение минимальным передаточным отношением находится на середине ролика, у симметричного смещено на 6 мм, т. е. асимметрия составляет 13,6 % эффективной длины ролика.

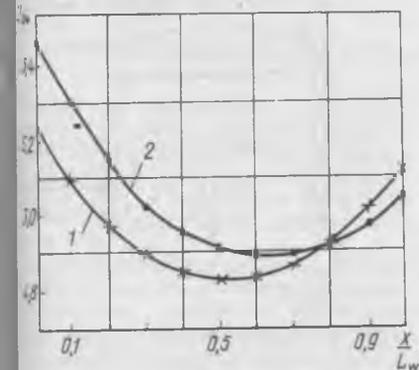


рис. 2. Изменение передаточных отношений в парах ролик — дорожка внутреннего кольца подшипников:

1 — 113634НК1 и 113634АНК; 2 — 153634НКЛ

В пределах длины площадки контакта ролика с дорожками имеется только два сечения, в которых передаточные отношения равны между собой, которые определяют угловую скорость ролика при заданной скорости внутреннего кольца. Эти сечения являются сечениями чистого качения, и здесь отсутствует геометрическое проскальзывание. В остальных сечениях скорости качения поверхности ролика отличаются от скорости поверхностей дорожек тем, что обеспечивает проскальзывание. При этом в сечениях около середины ролика он опережает дорожки, а на краях отстает от дорожек. Графики скоростей проскальзывания роликов и дорожек аналогичны по характеру графикам передаточных отношений. При вращении подшипника часть мощности тратится на преодоление трения качения ролика по дорожкам кольца, а другая часть — на трение скольжения между ними. Для сферических роликовых радиальных подшипников мощность трения-скольжения на дорожках сопоставима по величине с мощностью трения-качения, поэтому изменение проскальзывания существенно влияет на общие потери мощности при трении в подшипнике. Единичная мощность трения, Вт, вдоль ролика

на 1 мм длины может быть вычислена по формуле

$$N_i = 2b_i \sigma_{i \max} 0,78 V_{ci} f, \quad (2)$$

где  $b_i$ ,  $\sigma_{i \max}$  и  $V_{ci}$  — половина ширины площадки контакта (мм), максимальное нормальное напряжение ( $\text{Н/мм}^2$ ) и скорость скольжения (м/с) в данном сечении ролика;

0,78 — коэффициент усреднения напряжений;

$f$  — коэффициент трения-скольжения, для рабочих поверхностей деталей подшипника при смазке принимаем  $f = 0,05$ .

В табл. 2 представлены данные суммарной мощности трения-скольжения на максимально нагруженном ролике, рассчитанные по выражению (2). Работа выполнена с использованием ЭВМ ЕС-1020 с пошаговым расчетом единичной мощности через 1 мм длины ролика и последующим ее суммированием.

Таблица 2

Тип подшипника	Дорожка кольца	Мощность трения, Вт
113634НК1	Наружного	29
	Внутреннего	76
113634АНК	Суммарная	105
	Наружного	35
153634НКЛ	Внутреннего	50
	Суммарная	85
	Наружного	65
	Внутреннего	69
	Суммарная	134

Вследствие оптимизации распределения контактных напряжений в подшипнике 113634АНК даже при одинаковом характере скольжения с подшипником 113634НК1 мощность трения-скольжения в первом из них на 20 % меньше.

Из-за увеличенного проскальзывания между симметричным роликом с дорожками колец мощность трения-скольжения в подшипнике 153634НКЛ на 28 % больше, чем в подшипнике 113634НК1, что обуславливает в течение всего периода эксплуатации повышенное тепловыделение подшипника 153634НКЛ.

Все новые подшипники для шатунов 113634НК1, 113634АНК, 153634НКЛ имеют на наружном кольце кольцевую канавку и три отверстия для ввода смазки. Для их использования при смазывании подшипника в середине головки шатуна выполняется резьбовое отверстие для подсоединения штуцера смазочного насоса. Такое исполнение узла обеспечивает попадание свежей смазки непосредственно в зону трения

между деталями подшипника и удаление отработавшей смазки за пределы подшипника. В результате длительной эксплуатации нескольких лесопильных рам на разных предпрятиях с такой системой смазки установлено, что без повышения температуры подшипника достаточно подавать 50—70  $\text{см}^3$  смазки два раза в смену, что в несколько раз меньше общепринятого регламента в соответствии с рекомендациями изготовителя лесопильных рам.

Вследствие уменьшения количества смазки в полости нижней головки шатуна снижается ее давление и выброс через уплотнения в процессе работы. Если принять, что в стране эксплуатируется более 4 тыс. двухэтажных лесопильных рам, для обслуживания которых применяется смазка 1-13 и солидол УС в равных количествах, то использование системы подвода смазки новых подшипников (с индексом «Н» в буквенном обозначении подшипника) обеспечит в народном хозяйстве прямую экономию 400—500 т смазочного материала стоимостью около 200 тыс. р. При этом увеличивается еще и надежность уплотнений, что в конечном счете повышает и долговечность подшипника.

Выполнено экспериментальное исследование изменения превышения температуры подшипников над температурой окружающей среды в течение всего календарного года при колебании температуры окружающего воздуха вне цеха от  $-20^\circ\text{C}$  до  $+30^\circ\text{C}$ , а в зоне установок лесопильной рамы от  $-10^\circ\text{C}$  до  $+25^\circ\text{C}$ . Определено, что превышение температуры подшипника над температурой окружающего воздуха не зависит от температуры среды и составляет вначале 35—45  $^\circ\text{C}$ . В первые 200—300 ч происходит его приработка и достаточно явно выраженное снижение температуры на 8—10  $^\circ\text{C}$ , а через 700—1000 ч наступает установившийся тепловой режим на 12—15  $^\circ\text{C}$  ниже начального периода.

Подшипники с симметричными роликами на протяжении всего срока эксплуатации имеют температуру на 5—8  $^\circ\text{C}$  выше, чем с несимметричными, что подтверждает теоретические исследования потерь трения на роликовых дорожках, представленные в табл. 2.

Снижение выделения тепла в процессе приработки подшипников объясняется снижением шероховатости направляющих поверхностей (торцов роликов, среднего борта внутреннего кольца, направляющих поверхностей сепаратора) и улучшением их взаимного прилегания.

Изменение шероховатости показано в табл. 3.

Недостатком сепаратора в подшипниках 113634НК1, 113634АНК, 153634НКЛ является наличие центрирующего пояса на наружной поверхности сепаратора для его базирования по наружному кольцу, что увеличивает

Таблица 3

Наименование поверхности	Шероховатость, мкм	
	по ТУ изготовителя	после приработки
Базовый торец ролика	0,63	0,16—0,25
Опорный торец борта внутреннего кольца	1,25	0,16
Гнездо сепаратора	2,5	0,5

его массу на 25—30 %. Другим недостатком является то, что на центрирующем пояске выполнены лыски протяженностью до 130 мм для сборки сепаратора с наружным кольцом, что снижает эффективность его базирования в период прохождения вектора центробежной силы, действующей на сепаратор, через эту зону. Именно здесь обнаруживается повышенный износ и поломка сепаратора.

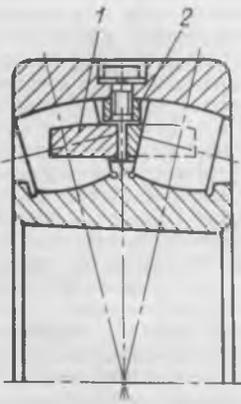


Рис. 3. Подшипник с раздельным сепаратором:

1 — подвижная часть сепаратора; 2 — неподвижная направляющая часть

На рис. 3 представлена конструкция подшипника [3], в котором сепаратор разделен на две части: собственно сепаратор 1 — подвижную часть с цилиндрической непрерывной наружной поверхностью для базирования и неподвижную часть 2, присоединенную к

наружному кольцу. При этом масса сепаратора уменьшается на 25—30 %, скорость скольжения подвижной части сепаратора по неподвижной, присоединенной к наружному кольцу, уменьшается на 8 %. Эти конструктивные решения снижают инерционные нагрузки на перемишки сепаратора, повышают износостойкость направляющих поверхностей сепаратора и служат росту долговечности той части подшипников, которая выходит из строя из-за поломок сепараторов.

Другим недостатком серийно изготавливаемых подшипников является то, что перемишки гребенчатого сепаратора занимают 15—20 % пространства по центронде ролика, чем уменьшаются количество роликов и грузоподъемность подшипника. Устранение этого недостатка достигается тем, что ролики изготавливают пустотелыми, а функции перемишек сепаратора выполняют оси, контактирующие с поверхностями отверстий роликов. Таким путем увеличиваются количество роликов и грузоподъемность подшипника. Нами были разработаны, изготовлены и испытаны подшипники со сборно-сварными сепараторами, состоящими из двух фланцев, соединенных осями. При этом ось с одним из фланцев соединена сваркой.

Причиной отказа всех таких подшипников послужили износ осей и трещины сварочных швов крепления осей с внешним фланцем.

На рис. 4 показана конструкция дальнейшего развития подшипника с пустотелыми роликами. Гребенчатый сепаратор имеет перемишки 1 уменьшенной толщины, а по оси гнезд — конические бобышки 2 длиной 0,4—0,5 длины ролика. При таком исполнении сепаратора увеличивается количество роликов до 18 вместо 16 в одном ряду и обеспечивается рост динамической грузоподъемности на 9 %. При этом суммарное сечение основания перемишки и бобышки больше, чем перемишки в серийном сепараторе при 16 роликах. Поверхность конусов бобышек служит дополнительной базировочной поверхностью для сепаратора по роликам.

Суммарная коническая поверхность всех бобышек для направления сепаратора по роликам превосходит пло-

щадь пояска для центрирования серийного сепаратора на наружное кольцо. Это позволяет отказаться от базирования по наружному кольцу без ухудшения его направления. Масса сепаратора с бобышками на 10—15 % меньше, чем их масса при базировании по сферическому наружному кольцу.

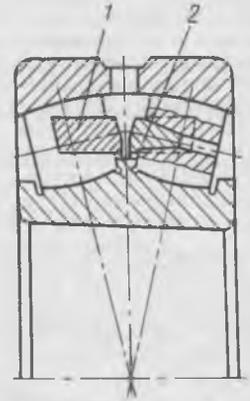


Рис. 4. Подшипник с полыми роликами: 1 — облегченная перемишка; 2 — коническая бобышка

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вайткус Ю. М., Кошель В. М., Спичевская Л. М., Головачев А. П. Повышение надежности и долговечности подшипников нижней головки шатуна двухэтажных лесопильных рам // Деревообработ. пром-сть. — 1987. — № 6. — С. 9—11.
2. Кошель В. М., Вайткус Ю. М., Авсянкин О. Г. Исследование потерь трения в сферических радиальных двухрядных роликоподшипниках / Труды ВНИПП. — М., 1983. — № 3. — С. 34—48.
3. А. с. 1434162 (СССР). Сферический подшипник качения. Ю. М. Вайткус, В. М. Кошель, О. Г. Авсянкин // Б. И., 1988. — № 40. МКИ Г16С 33/46.

## Новые книги

**Надежность и эксплуатация лесопильно-деревообрабатывающего оборудования:** Науч. тр. / ЦНИИМОД. — Архангельск, 1990. — 148 с. Цена 1 р. 20 к.

Отражены результаты исследований по проблемам надежности и эксплуатации лесопильно-деревообрабатыва-

щего оборудования, проведенные в ЦНИИМОДе, МЛТИ, УЛТИ, АЛТИ и КирПИ. Рассмотрены задачи и методы исследований надежности лесопильного оборудования, математические модели функционирования станков и их основных узлов, а также вопросы повышения эффективности работы дерево-режущего инструмента на основе совершенствования его геометрических параметров, формы поперечного сечения

и конструкции крепления, применения износостойкого покрытия. Приведены параметры опытного образца мельничного агрегата, способы повышения эффективности рубительных машин, феро-зерно-пильных линий, условия применения новых материалов. Для научных и инженерно-технических работников лесопильно-деревообрабатывающих отраслей и студентов лесотехнических вузов.

УДК 674.815-41:62-50

# Автоматизированная система управления сортировкой стружки в производстве древесностружечных плит на базе микро-ЭВМ СМ-1800

В. М. РЯБКОВ, канд. техн. наук — Московский лесотехнический институт, Б. А. БЕРЕЗИЦКИЙ — Надворнянский лесокомбинат

Технологией производства древесностружечных плит предусматривается сортировка древесной стружки по ширине и толщине. Для создания эффективной системы управления этим процессом необходимо его математически описать.

Для сортировки измельченной древесины по ширине применяют ситовые механические сортировки, имеющие набор сит с различными размерами ячеек. Процессы, протекающие на всех ситах рассева, аналогичны, различаются лишь удельными нагрузками и свойствами измельченной древесины. При прохождении стружки через сито она разделяется на две фракции. Одна часть стружки просеивается через отверстия сита и называется проходом, другая, движущаяся над ситом в продольном направлении и сходящая с его поверхности, называется сходом. Условно сито рассева изображено на рис. 1 (здесь:  $M_c$  — запас стружки на сите, кг;  $Q_{c1}$  — подводимый поток (нагрузка);  $Q_{c2}$  — проход, кг;  $Q_{c3}$  — сход, кг/с).

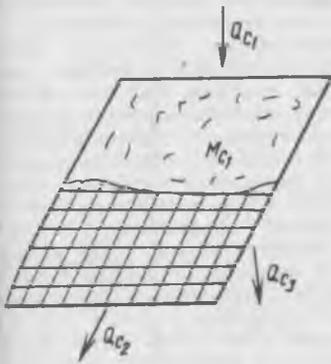


рис. 1. Схема материальных потоков на ситовом сепараторе

Уравнение материального баланса потоков можно представить в виде

$$(dM_c)/(dt) + Q_{c2} + Q_{c3} = Q_{c1}, \quad (1)$$

или в операторной форме

$$W_c(P) = K_c / (T_c P + 1). \quad (2)$$

Операторы сита по каналам «нагрузка — сход (проход, извлечение)» тождественны по структуре. По физическому смыслу постоянные времени, входящие в эти операторы, аналогичны, так как разделение смеси на сход и проход — это две стороны одного процесса. Различие заключается лишь в ходе запаздывания  $t_c$ , которое определяется средней скоростью движения сыпучей массы и длиной ситового канала. Следовательно, оператор сита по каналу «нагрузка — сход» имеет вид

$$(W)_{cx}(P) = \frac{K_c}{T_c P + 1} e^{-P t_c} \quad (3)$$

Зная операторы, характеризующие прохождение материала по отдельным элементам рассева, и имея его технологическую схему, показывающую последовательно-параллельное соединение сит рассева, можно получить математическую модель динамики любого канала этой установки. В общем случае оператор рассева равен произведению сумм операторов ситовых рам:

$$W_p(P) = \prod_{K=1}^i \sum_{j=1}^n W_{c, \text{пр}(cx)} K_j(P), \quad (4)$$

где  $W_{c, \text{пр}(cx)} K_j(P)$  — оператор  $K$ -й ситовой рамы в  $i$ -й группе ситовых рам для канала «нагрузка — проход (сход)».

Оператор системы «стружечный станок — рассев», образованный последовательным соединением стружечного станка (дробилки), рассева, самотеков и пневмотранспорта, определяется произведением передаточных функций этих устройств.

Рассмотрим другой подход к построению математической модели системы «стружечный станок — рассев». Связь между массой фракций на выходе с рассева и массой материала на входе в дробилку можно определять через параметры каждой группы сит рассева, введя понятие коэффициента передачи отдельного сита.

Пусть на вход группы сит поступает материал массой  $Q$ . Часть его  $P$  проходит через группу сит, а другая часть  $Q - P$  вместе с недосевом является сходом с группы сит. Коэффициент передачи сит (группы) по сходу

$$S_c = \frac{Q - P}{Q} = 1 - \frac{P}{Q}. \quad (5)$$

Тогда уравнения потоков продукта, идущих с рассева, могут иметь следующий вид (при определенной схеме сит рассева):

идущего первым сходом с первой группы сит

$$P_{1i}^c = S_{1i} Q;$$

вторым сходом со второй группы сит

$$P_{2i}^c = (1 - S_{1i}) S_{2i} Q;$$

первым проходом с третьей группы сит

$$P_{1i}^n = (1 - S_{1i}) (1 - S_{2i}) (1 - S_{3i}) Q;$$

вторым проходом с четвертой группы сит

$$P_{2i}^n = (1 - S_{1i}) (1 - S_{2i}) S_{3i} (1 - S_{4i}) Q;$$

третьим сходом с четвертой группы сит

$$P_{3i}^c = (1 - S_{1i}) (1 - S_{2i}) S_{3i} S_{4i} Q,$$

где  $Q$  — стабилизированный поток материала на входе;  $P_{1i}^c, P_{2i}^c, P_{3i}^c$  — первый, второй и третий сходовые потоки, а  $P_{1i}^n, P_{2i}^n$  — первый и второй проходовые потоки;

$S_{ji}$  — коэффициенты передачи по сходу  $j$ -й группы сит ( $j=1, 2, 3, 4$ )  $i$ -системы, определяемые по данным баланса измельчения, т. е. по массе потоков продукта.

Уравнения потоков системы «дробилка — рассев» позволяют установить связь потоков с зазором между ножом и контрножом (износ ножей)  $\sigma_i$ .

В приведенных выше уравнениях члены вида  $1 - S_{ji}$  представляют собой коэффициенты передачи по проходу соответствующей группы сит рассева (т. е. извлечения), поэтому  $1 - S_{ji} = e^{-\alpha_{ji}}$ , где  $\alpha_{ji} = n_{ji} \delta_i$  — обобщенный параметр системы по  $j$ -й группе сит. Учитывая последнее, выражение уравнения потоков системы «дробилка — рассев», можно записать в виде

$$P_{1i}^1 = (1 - e^{-\alpha_{1i}}) Q;$$

$$P_{2i}^2 = e^{-\alpha_{1i}} (1 - e^{-\alpha_{2i}}) Q;$$

$$P_{3i}^3 = e^{-\alpha_{1i} - \alpha_{2i} - \alpha_{3i}} Q;$$

$$P_{4i}^4 = e^{-\alpha_{1i} - \alpha_{2i} - \alpha_{3i} - \alpha_{4i}} (1 - e^{-\alpha_{4i}}) Q; \quad (6)$$

$$P_{5i}^5 = e^{-\alpha_{1i} - \alpha_{2i}} (1 - e^{-\alpha_{3i}}) (1 - e^{-\alpha_{4i}}) Q.$$

Полученные выражения позволяют построить статическую модель системы «дробилка — рассев» относительно параметра  $\alpha_{ji} = n_{ji} \delta_i$  (см. рис. 1), где  $n_{ji}$  — показатель качества продукта на ситах.

Полученные из данной модели уравнения потоков системы позволяют определить коэффициенты чувствительности каждого из потоков относительно регулирующего воздействия (зазора между ножом и контрножом, зазора заслонки отбора стружки в станке ДС-7 и т. п.) как

$$\frac{\partial P_{ji}}{\partial \ln \delta_i} = \sum \frac{\partial P_{ji}}{\partial \ln \alpha_{ji}}. \quad (7)$$

Они рассчитываются по данным баланса системы «станок — рассев». По полученным значениям коэффициентов чувствительности можно установить потоки, наиболее чувствительные к изменению регулирующего воздействия системы. А это с учетом технологических требований, предъявляемых к работе системы, позволяет выбрать поток, по массе которого и следует осуществлять регулирование.

Для построения динамической модели системы «станок — рассев» по каждому потоку следует включить аperiodическое звено с запаздыванием.

С целью автоматизации был исследован процесс сортирования стружки на Надворьянском лесокombинате. По

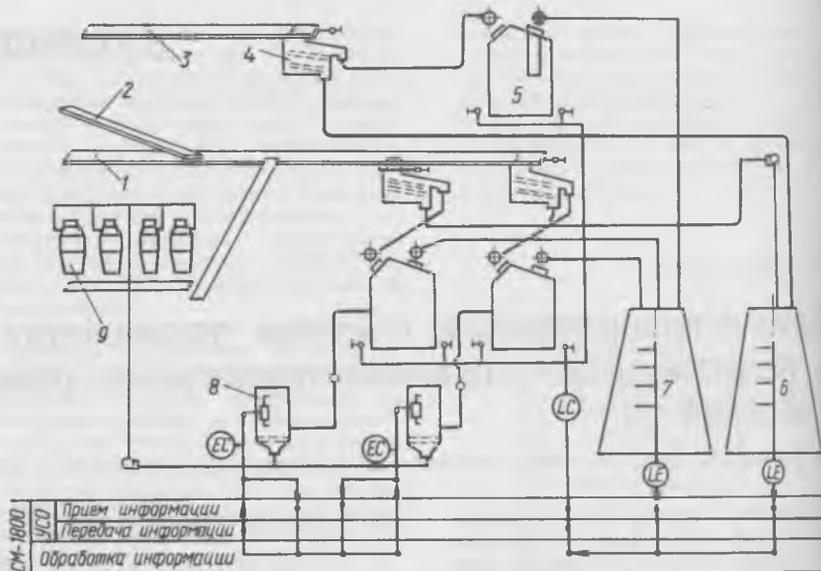


Рис. 2. Схема автоматизации участка сортирования стружки:

1 — первая линия; 2 — вторая линия; 3 — третья линия; 4 — механическое сито; 5 — пневмосепаратор; 6 — бункер наружного слоя; 7 — бункер внутреннего слоя; 8 — мельница; 9 — циклон

ширине ее сортируют по двум фракциям на механических ситовых сортировках фирмы «Algeier Veris» (ФРГ). Система пневмотранспорта подает мелкую фракцию в бункер стружки для наружных слоев. Оставшаяся на ситах стружка подается через роторный питатель в загрузочную трубу и пневматические сепараторы.

В пневматическом сепараторе мелкая стружка и пыль, скорость витания которых меньше скорости воздуха в камере, подхватываются потоком воздуха и через горловину уносятся из сепаратора в бункер внутреннего слоя. Крупные древесные частицы не захватываются потоком воздуха. Они передвигаются лопастными ворошителями к боковому окну и попадают в приемник, из которого через роторный питатель подаются в мельницы системы «Rallmap» на доизмельчение. Затем измельченная в мельнице стружка возвращается на повторную сортировку.

Наиболее рациональный режим работы сортировки устанавливается подбором соответствующих положений регулировочных заслонок и клапанов. Контроль за режимом работы пневмосепараторов осуществляется с помощью установленных на них манометров, а также по результатам анализа фракционного состава стружки.

Задачей отделения сортирования является обеспечить поток стружкой заданного фракционного состава и в заданном количестве. Отсюда вытекают задачи управления сортировкой и запасами стружки в бункерах. На задачу управления запасами стружки в бункерах наложены ограничения, зависящие от емкости бункеров и производительности участка сушки стружки и горячего пресса.

Визуальный контроль и управление оператором заполнением стружкой бункеров приводит к работе в неоптимальном режиме и простоям оборудования, поэтому на базе микро-ЭВМ СМ-1800 была разработана автоматизированная система управления процессом сортирования стружки. Функционально система состоит из информационной и управляющей подсистем. Информационная подсистема осуществляет сбор информации об уровне стружки в бункерах наружного и внутреннего слоев, а также о нагрузке на электродвигатели мельниц.

Для этого в бункерах были установлены датчики уровня, а в мельницах — датчики тока нагрузки на двигатели. Сигналы от датчиков вводятся в микро-ЭВМ, которая обрабатывает их по определенным алгоритмам.

Управляющая подсистема состоит из исполнительных устройств, управляющих степенью закрытия заслонок на воздушных сепараторах, и устройств, воздействующих на переключение мощностей электродвигателей мельниц. Сигналы управления поступают из микро-ЭВМ, которая принимает решение по данным информационной подсистемы. Функциональные связи приведены на схеме автоматизации (рис. 2). В системе предусмотрена совместимость с АСУТП других участков (сушки и формирования). Связь осуществляется с помощью стандартных модулей передачи данных, входящих в комплект управляющего вычислительного комплекса.

С внедрением системы улучшилось качество плит и стабилизировалась работа потока. Экономический эффект составил около 30 тыс. р.

# АСУ производством ДВП на базе микропроцессорного комплекса контроля прессования

В. В. НИКОЛАЕВ, С. И. ЛОГИНОВ, Г. Н. КУРЫШОВ, В. Д. ЗЛОБИН, Н. Т. УМЕРОВ — МЛТИ

Современные автоматизированные методы и средства управления технологическим процессом производства древесноволокнистых плит имеют существенный недостаток — не оптимизируют производительность всей линии из-за отсутствия взаимосвязей, определяющих влияние технологических параметров ковра на продолжительность цикла прессования. В связи с этим режим прессования оператор пресса определяет исходя из собственного опыта и корректирует только при изменении качества плит.

Для решения данной проблемы по заказу Княжпогостского завода ДВП на кафедре АПП Московского лесотехнического института были исследованы параметры диаграммы перемещения нижней траверсы пресса в зависимости от режимов прессования.

По результатам исследований создан регулятор продолжительности процесса прессования (а. с. № 1408007), который при определенной скорости нижней траверсы пресса на фазе «сушка» автоматически заканчивает сушку плит при низком давлении или переходит на фазу «закалка».

Регулятор был установлен в третьем цехе Княжпогостского завода ДВП и в процессе эксплуатации проявил свои достоинства: автоматически изменял продолжительность фазы «сушка», реагируя на изменение режимов прессования, чистоту сеток, качество древесноволокнистого ковра. При этом оператор освободился от постоянного наблюдения за количеством выходящего из пресса пара для коррекции продолжительности фазы «сушка». Наряду с этим обнаружены следующие недостатки:

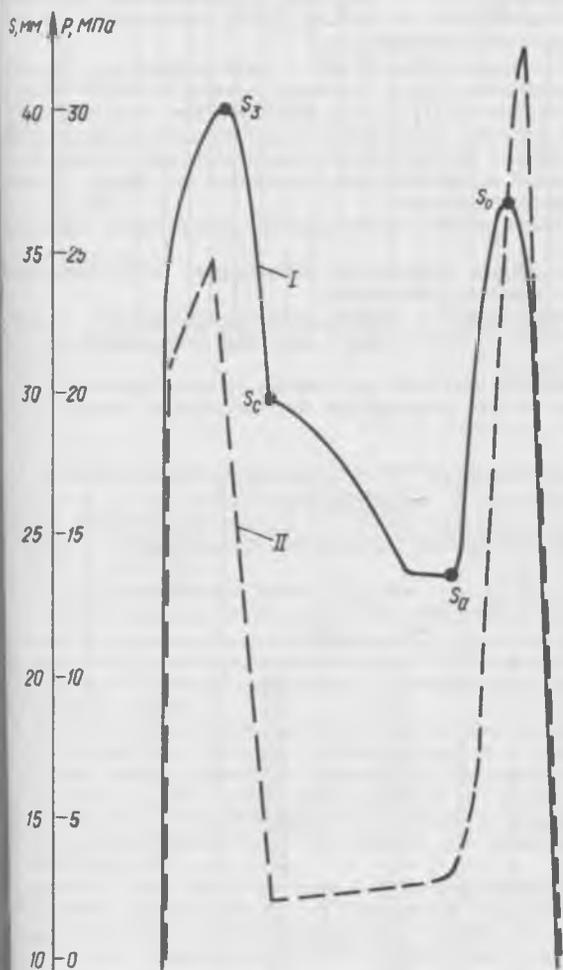


Рис. 1. Диаграмма перемещения и давления контрольной (исходной) запрессовки при продолжительности цикла 438 с (прочность нижней плиты 35,9 МПа, верхней 33,5 МПа): I — перемещение нижней траверсы пресса; II — давление в гидросистеме

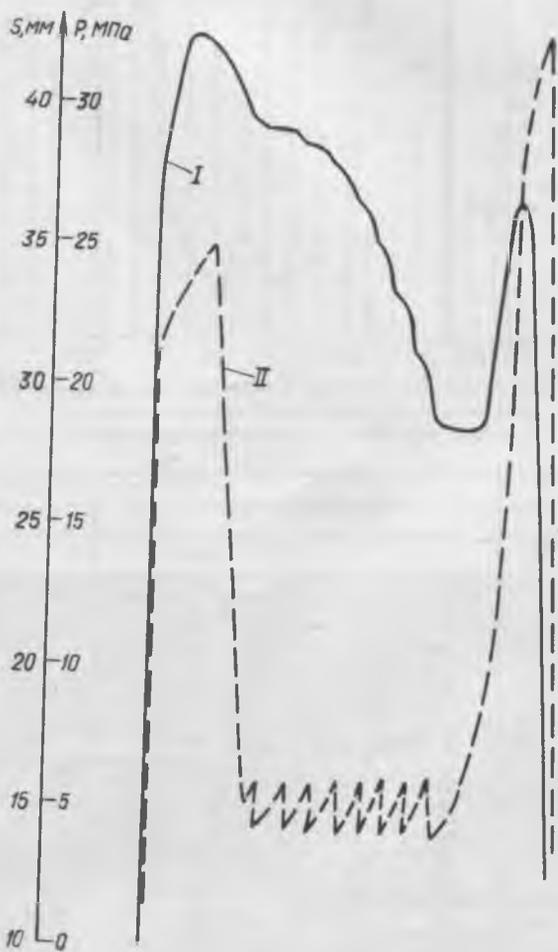


Рис. 2. Диаграмма перемещения и давления после коррекции (прочность нижней плиты 37,5 МПа, верхней 33,7 МПа) при продолжительности цикла 420 с:

I — перемещение НТП; II — давление в гидросистеме (цикл сокращается на 18 с)

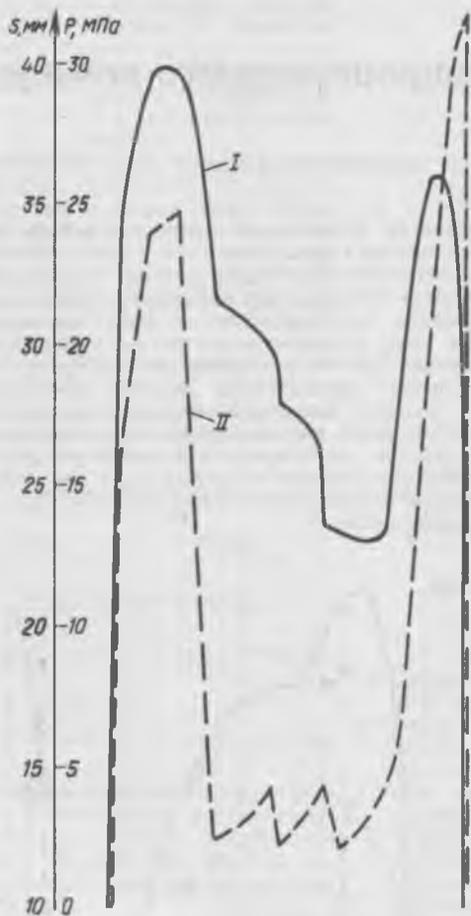


Рис. 3. Диаграмма перемещения и давления (оптимальный режим опытно-промышленной эксплуатации):  
I — перемещение НТП, II — давление в гидросистеме

низкая надежность датчика перемещения нижней траверсы пресса (НТП);

окончание фазы «сушка» при высокой влажности и частом включении на этой фазе насосов для регулирования давления (максимальное число подпиток для качественного регулирования составило 5);

отсутствие регистратора продолжительности сушки, что не позволяет операторам пресса и отливной машины корректировать режимы прессования и отлива, добиваясь минимальной продолжительности фазы «сушка».

Для устранения этих недостатков с помощью Астраханского СКТБ с опытным производством создан микропроцессорный комплекс контроля прессования, который позволяет в автоматическом режиме заканчивать фазу «сушка», регистрировать для операторов пресса и отливной машины продолжительность цикла прессования и диаграмму перемещения НТП, вычислять с отображением на цифровом табло по параметрам диаграммы прогнозируемую толщину готовой плит в начале фазы «сушка», обратную деформацию для выбора скорости сброса давления, скорость и величину перемещения траверсы на фазе «сушка» для коррекции величины давления, величину перемещения НТП на закалке для коррекции момента срабатывания регулятора продолжительности сушки.

С января 1990 г. комплекс, установленный во втором цехе Княжпогостского завода ДВП, находится в опытно-промышленной эксплуатации.

В этот период дополнительно регистрировались: давление в гидросистеме пресса, толщина древесноволокнистых плит (по положению НТП) и технологические параметры процессов размола, формирования древесноволокнистого ковра, качественные показатели плит, определенные заводской лабораторией в соответствии с принятым на заводе технологическим регламентом.

За время опытно-промышленной эксплуатации выполнены работы:

- по исходным диаграммам перемещения НТП проанализированы режимы прессования;
- откорректированы режимы горячего прессования (с выбором наиболее оптимального давления прессования на фазе «сушка»);

проведены настройка регулятора продолжительности прессования и его непрерывная эксплуатация в течение шести смен.

Номер запрессовки	Положение нижней траверсы				Деформация (мм)			Продолжительность сушки, с		Отклонение продолжительности сушки от заданной, с	Толщина плит, мм
	на отжиме $S_0$	в начале сушки $S_a$	в конце		$D_0 = S_0 - S_c$	$D_c = S_c - S_a$	$D_s = S_s - S_c$	рег.	опер.		
			сушки $S_c$	закалки $S_s$							
201	27	13	24	37	14	11	8	252	259	-7	2,99
202	28	14	27	33	14	12	7	261	253	2	3,13
203	28	14	26	34	14	13	7	236	259	-23	3,09
204	27	14	26	34	13	12	7	238	259	-21	3,09
205	28	15	27	34	13	12	7	252	259	-7	3,09
206	29	19	28	35	10	9	6	252	259	-7	3,07
207	31	18	29	36	13	11	7	237	259	-22	3,00
208	35	21	33	39	14	10	6	254	259	-5	2,93
209	39	26	35	42	13	10	6	232	235	-3	2,83
210	41	30	38	44	11	8	6	231	235	-4	2,76
211	29	17	27	34	12	10	6	217	225	-8	3,09
212	33	21	31	37	12	11	7	227	235	-8	2,99
213	34	22	31	37	12	8	6	231	235	-4	2,99
214	32	19	29	35	13	11	6	208	235	-27	3,07
215	39	27	36	43	12	9	6	195	230	-35	2,80
216	40	29	37	43	11	10	6	217	235	-18	2,80
217	29	17	34	38	12	11	6	226	235	-9	2,96
218	33	19	31	37	14	12	7	238	235	3	2,99
219	32	20	31	37	12	11	6	236	235	1	2,99
220	29	15	28	34	14	11	6	225	235	-10	3,09
221	32	20	31	37	12	10	6	222	235	-13	2,99
222	31	19	30	36	12	11	6	231	235	-4	3,00
223	34	20	31	38	14	12	7	233	235	-2	2,96
224	31	19	30	36	12	10	6	224	235	-11	3,00
225	29	17	28	35	12	11	7	232	235	-3	3,07

Исходная диаграмма давления прессования и перемещения НТП представлена на рис. 1.

Анализ диаграмм показал следующее: большую величину обратной деформации нижней траверсы пресса при переходе с фазы «отжим» на фазу «сушка» (16—18 мм), что свидетельствует о высокой скорости сброса давления на данном участке (это приводит к всасыванию влаги из сетки в древесноволокнистый ковер и, как следствие, к удлинению фазы «сушки»);

волокнистого ковра, степень размола древесноволокнистой массы.

Для сравнительного анализа качества древесноволокнистых плит в контрольных и экспериментальных запрессовках заводская лаборатория выполнила дополнительные анализы, установлено следующее:

стабилизируется влажность плит после пресса (изменение их толщины на 0,2 мм в верхнем этаже пресса без применения регулятора вызывает изменение влажности готовой плиты на 0,3 %, а изменение толщины плит на 0,4 мм с применением регулятора — на 0,1 %);

производительность пресса в серии из 417 запрессовок увеличилась на 1,6 % по сравнению с производительностью пресса, работающего с применением штатного реле времени сушки;

стабилизируется качество плит по их толщине, плотности и прочности при сокращении цикла прессования за счет наглядности результатов коррекции режима на диаграммах при выборе оператором пресса оптимального давления прес-



Рис. 4. Диаграмма продолжительности фазы сушки

ную деформацию (уплотнение) плиты на фазе «сушки» (12 мм) из-за пониженного давления в гидросистеме (1,5—3,0 МПа). Высушиваясь при малой плотности, плиты набирают потенциально возможные прочностные свой-

вую деформацию на фазе заковки (12—15 мм), что значительно сказывается на межволоконных связях (прочность плит).

По параметрам диаграммы перемещения НТП осуществлялась коррекция режима прессования — изменением давления на фазе «сушки».

Диаграмма перемещения НТП при повышении давления с 2,5 до 4,5—5,5 МПа представлена на рис. 2. В данном режиме при подъеме давления повышалась прочность плит и снижался на 18 с цикл прессования (т. е. на 3,2 %). Однако при этом из-за повышенной окисляемости оборотной стороны и кривизны некоторых плит пресса на поверхности плит появлялись пригары.

В связи с этим при проведении опытно-промышленной эксплуатации микропроцессорного комплекса был выбран режим с давлением на фазе «сушка» 2,5—4 МПа. Полученные диаграммы перемещения НТП и изменения давления в гидросистеме представлены на рис. 3. Качество поверхности плит соответствовало предъявляемым требованиям.

При эксплуатации проводилась серия экспериментов для определения эффективности работы системы в условиях изменения таких технологических факторов, как концентрация древесноволокнистой массы на отливе, толщина древесно-

волокнистой массы на фазе «сушки».

Параметры диаграмм перемещения нижней траверсы пресса и продолжительности фазы сушки являются документаль-

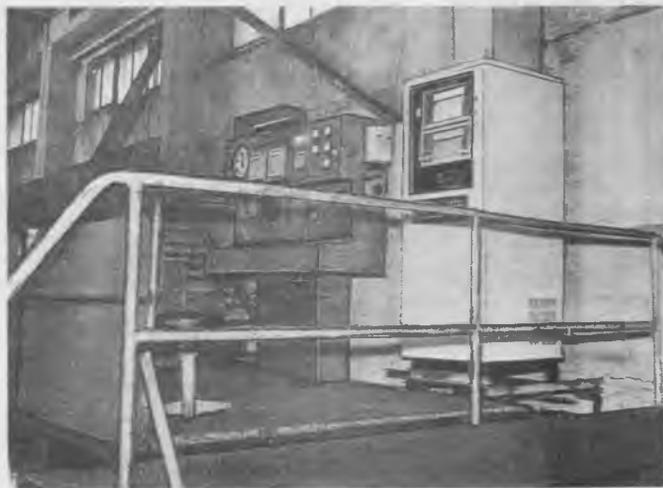


Рис. 5. Общий вид стойки оператора пресса

ным подтверждением изменения технологических режимов на участках размола, формирования ковра и горячего прессования плит. По ним можно определять качество работы смены (рис. 4). Результаты опытно-промышленной эксплуатации регулятора продолжительности горячего прессования приведены в таблице.

Для определения экономического эффекта от внедрения микропроцессорного комплекса контроля прессования были обработаны диаграммы времени регулирования фазы сушки, по которым узнавали фактическую продолжительность процесса в автоматическом режиме управления фазой сушки. Построены графики и осуществлено сравнение фактической продолжительности сушки с этим показателем, предлагаемым по рекомендации операторов пресса. Суммарный эффект по 417 запрессовкам составил 3791 с, т. е. производи-

тельность пресса увеличилась на 1,6 %.

Следует отметить, что при опытно-промышленной эксплуатации экономического эффекта получен только путем автоматического регулирования фазы сушки без осуществления коррекции режимов размола и формирования древесноволокнистого ковра с точки зрения минимизации цикла прессования.

Внешний вид стойки оператора пресса (у его пульта) показан на рис. 5. Стойка оператора отливной машины аналогична, находящиеся в ней приборы взаимозаменяются. На верху стойки расположены приборы, регистрирующие перемещение нижней траверсы и продолжительность фазы «сушка». В средней части стойки имеются электронный регулятор продолжительности прессования и цифровое табло с клавиатурой микропроцессора.

## Л. П. Мясникову — 80 лет



в качестве главного инженера и директора такими крупными предприятиями отрасли, как Парфинский фанерный завод, Старорусский и Тавдинский фанерные комбинаты. В годы Великой Отечественной войны коллектив Тавдинского комбината в сжатые сроки освоил выпуск специальных сортов фанеры и шпона, и за успешное выполнение оборонных заданий комбинату было вручено на вечное хранение Красное знамя Государственного Комитета Обороны.

После окончания Великой Отечественной войны молодой, прошедший серьезную школу руководителя производства директор был выдвинут на ответственную работу в Минлеспром СССР.

В 1952 г. заместителю министра Л. П. Мясникову поручили организовать издание нового научно-технического и производственного журнала «Деревообрабатывающая промышленность», бессменным главным редактором которого Лев Павлович был вплоть до ухода на пенсию. Журнал содействовал решению важных задач, стоявших перед отраслью в годы послевоенных пятилеток. Предстояло значительно увеличить выпуск остро необходимых для народного хозяйства и населения страны пиломатериалов, мебели, древесных плит, фанеры, товаров народного потребления.

В 1958 г. Л. П. Мясников переходит на работу в Госплан РСФСР, а затем и в Госплан СССР, оставаясь при этом главным редактором журнала. Талантливый инженер и организатор промышленности, опытный хозяйственник, он активное участие принимает в работе по реализации программы создания новой, высокоэффективной отрасли деревообработки — промышленности древесных плит, в интенсивном развитии выпуска мебели, заводского производства деревянных стандартных домов для жителей села. Он внес немалый вклад в прогресс техники и технологии отрасли, в разработку современных основ планирования ее производств и промышленного капитального строительства.

Высокая работоспособность, внимательность к сотрудникам, личная скромность снискали Льву Павловичу глубокое уважение всех, кому приходилось встречаться с ним или совместно трудиться.

Многолетний труд Л. П. Мясникова по достоинству оценен. Он награжден орденами Трудового Красного Знамени, «Знак Почета», многими трудовыми и боевыми медалями.

В эти дни Льву Павловичу шлют поздравления и добрые пожелания коллективы предприятий и организаций, где он трудился, друзья и, конечно, редколлегия и редакция журнала «Деревообрабатывающая промышленность». 30 ноября ветерану исполняется 80 лет.

Всего три года назад Лев Павлович Мясников стал персональным пенсионером, уйдя с поста заместителя начальника отраслевого отдела Госплана СССР, но и сейчас продолжает трудиться в нашем журнале и как член редколлегии и как консультант редакции.

Заслуги ветерана перед отечественной лесной и деревообрабатывающей промышленностью, которой он посвятил более полувека своей жизни, несомненны. После окончания в 1935 г. Ленинградской лесотехнической академии имени С. М. Кирова Л. П. Мясников долгие годы успешно руководил

УДК 684.011.56.001.63

## Разработка техпромфинплана мебельного предприятия с использованием персонального компьютера

И. Н. СИБИКИНА — И В Ц Минлеспрома Литовской С С Р

Для производственного мебельного объединения «Вянта» (Шяуляй) разработан проект автоматизированного рабочего места плановика, рассчитывающего техпромфинплан с помощью персонального компьютера.

Комплекс задач по расчету техпромфинплана мебельного предприятия обеспечивает формирование и корректировку файлов оперативной и справочной информации, формирование ассортиментных планов выпуска объединением и цехами основного производства мебели, изделий ширпотреба из отходов, прочей товарной продукции в стоимостном выражении, расчет потребности сырья и материалов на производство отдельных видов продукции, расчет сводной по объединению потребности в сырье и материалах, расчет расходов на сушку сырья и возвратных отходов по отдельным видам продукции, расчет фонда заработной платы производственных рабочих предприятиям объединения и по цехам основного производства, расчет фонда заработной платы вспомогательных рабочих, ИТР, служащих и непромышленного персонала по предприятиям объединения, расчет себестоимости товарной продукции по калькуляционным статьям, формирование плановых калькуляций отдельных видов продукции.

В машинограммах, содержащих планы выпуска мебели, изделий ширпотреба, прочей товарной продукции по объединению и цехам основного производства, приводятся данные о планах выпуска на год и кварталы соответствующих видов продукции в натуральном выражении, в постоянных и действующих оптовых и розничных ценах. Выделяются итоги по типам продукции (мебель для общественного питания, детская, детская и т. п., мебель в целом, изделия ширпотреба из отходов, школьный инвентарь и т. п., товары культурно-бытового назначения, товарная продукция).

В машинограммах, отражающих потребность в сырье и материалах на производство отдельных видов продукции, приводятся планы выпуска продукции на год и кварталы, нормы расхода, действующие оптовые цены и потребность в материалах в натуральном и стоимостном выражении на год и кварталы. В ходе расчета потребности в сырье и материалах формируются стоимостные данные о потребности в сырье на производство каждого вида продукции, основных и вспомогательных материалах, покупных изделий и полуфабрикатах, упаковочных материалах. Используют эти данные для определения себестоимости товарной продукции по калькуляционным статьям и для формирования плановых калькуляций отдельных видов продукции. Аналогичную информацию содержит

машинограмма с данными о сводной по объединению потребности сырья и материалов.

При составлении ведомости распределения расходов на сушку сырья и возвратных отходов по отдельным видам продукции рассчитывают стоимость сырья, потребность в пиломатериалах по породам в кубометрах и условных кубометрах, распределяются расходы на сушку сырья, рассчитывают стоимость возвратных отходов по каждому виду продукции на год и кварталы.

Формируя ведомости по расчету фонда заработной платы производственных рабочих предприятий объединения и цехов основного производства, устанавливают для каждого вида продукции фонд заработной платы по расценкам, премии и прочие выплаты из него, фонды основной и дополнительной заработной платы, общий ее фонд на год и кварталы.

Фонд заработной платы вспомогательных рабочих по предприятиям объединения на год и кварталы рассчитывают в разрезе структурных подразделений и профессий рабочих. При этом определяют фонд заработной платы по тарифу, премии и прочие выплаты из этого фонда, а также фонды основной и дополнительной заработной платы и общий ее фонд на год и кварталы.

Формируемая в разрезе структурных подразделений и должностей работников ведомость по расчету фонда заработной платы ИТР, служащих и непромышленного персонала на год и кварталы отражает месячный фонд должностных окладов, надбавки и прочие выплаты, общий месячный фонд заработной платы, общий фонд заработной платы на год и кварталы.

Себестоимость товарной продукции в разрезе ее отдельных видов на год и кварталы исчисляется по следующим калькуляционным статьям: сырье и материалы, покупные изделия и полуфабрикаты, транспортно-заготовительные расходы, расходы на сушку сырья, возвратные отходы, основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих, отчисления на соцстрах, расходы на подготовку производства, расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, цеховые и общезаводские расходы. В ведомости, отражающей себестоимость товарной продукции в разрезе калькуляционных статей, представлены заводская себестоимость отдельных видов продукции, внепроизводственные расходы, полная себестоимость отдельных видов продукции, стоимость их по действующим оптовым ценам, прибыль (убытки) от реализации, рентабельность производства отдельных видов про-

# ВОСПОЛЬЗУЙТЕСЬ УСЛУГАМИ «РЕАНИМАТОРА»!

Статистика свидетельствует, что одной из причин смерти человека при несчастных случаях на производстве и в быту является отсутствие своевременной помощи. Оказать квалифицированную помощь в подобных ситуациях могут только те, кто владеет необходимыми навыками.

Иркутское учебно-медицинское научно-производственное кооперативное объединение «Реаниматор» предлагает организациям и предприятиям комплекс услуг по обучению персонала методам и приемам реанимационной помощи пострадавшим при авто- и железнодорожных катастрофах, при производственных травмах, утоплении, отравлении, внезапной остановке сердца вследствие поражения электрическим током и т. п.

Объединение разработало и опробовало на многих предприятиях страны систему обучения методам и приемам реанимационной помощи. Для этого созданы технические средства, наглядные и методические пособия.

## «РЕАНИМАТОР» ПРЕДЛАГАЕТ

● Комплект, включающий в себя серийно изготавливаемый иркутскими заводами электронный реанимационный тренажер «Витим» стоимостью 2600 р., учебно-методическое сопровождение: лекции, методические разработки для проведения занятий с инструкторами-реаниматорами и работающим персоналом, программы обучения, методические рекомендации по организации обучения инструкторов-реаниматоров, тесты, ситуационные задачи, цветные фотографии размером 24 × 30 см и слайды (по 24 позиции) стоимостью 400 р. Общая стоимость комплекта 3000 р.

● Заключить договор на подготовку инструкторов-реаниматоров из числа персонала предприятия по 30-часовой программе с правом последующего самостоятельного обучения других работников предприятия. Подготовка инструкторов-реаниматоров проводится на базе предприятия-заказчика высококвалифицированными специалистами объединения. Стоимость подготовки одного инструктора-реаниматора 40 р.

● Услуги по разработке методик обучения персонала предприятий с учетом специфики производства и факторов риска.

Тренажер и учебно-методическое сопровождение направляются заказчику только в комплекте. Для получения комплекта необходимо в адрес УМНПКО «Реаниматор» направить письмо-заказ (гарантийное письмо) с указанием точного адреса и телефонов, отгрузочных реквизитов, расчетного счета.

За более подробной информацией и условиями заключения договора на обучение персонала обращайтесь по адресу: 664003, Иркутск-3.



## ЛИНИЯ СУШКИ ШПОНА

Количество этажей	4
Длина сушильного тракта	4 этажа x 40 м
Производительность по шпону	15 м <sup>3</sup> /час
Производительность по испарению	6500 кг/час



## СУШИЛКА ДЛЯ СТРУЖКИ

Диаметр сушильного барабана	5,4/6,2 м
Длина сушильного барабана	26 м
Производительность по испарению	36.000 кг/час



## ЛИНИЯ ПРОПИТКИ ПЛЕНКИ

Рабочая ширина	2600 мм
Рабочая скорость	150 м/мин
Длина сушильной части	2 шт. x 30 м
Производительность по испарению	4600 кг/час

## ФИРМА БАБКОК-БСХ ФРГ НАДЕЖНЫЙ ПАРТНЕР ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Наша производственная программа предусматривает изготовление и шефмонтаж комплектного оборудования для выпуска шпона, фанеры, ДСП, гнуклеённых мебельных деталей, отделочной бумаги и текстурной пленки, а также поставку отдельных машин и агрегатов, в т.ч. сушилок для шпона и стружки, пропиточных устройств, рейсмусовых строгальных станков и другого оборудования по желанию заказчика.

В течение последних десятилетий нами осуществлены поставка и монтаж более 3000 линий для сушки шпона, свыше 2000 сушилок для стружки и 150 пропиточных линий для изготовления отделочной пленки в более чем 30 странах Восточной и Западной Европы, Америки, Юго-Восточной Азии и Африки. Фотографии и технические характеристики самых крупных в мире установок этого типа приводятся на этой странице.

## БАБКОК-БСХ АГ

ранее Бюттнер-Шильде-Хаас АГ  
Почтовый ящик 1251  
Д-6430 Бад Херсфельд/ФРГ  
Телефон 6621-81.0  
Телекс 493315

Бюро в Москве:

## ДОЙЧЕ БАБКОК АГ

103001, Москва, пер. Садовских 6 кв. 7  
Телефон 209-66-78, 209-28-37  
Телекс 413226