

005004980

ТАРАСОВА ОЛЬГА GERMAHOBHA

**ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
СТАНДАРТНЫХ СПОСОБОВ КОНТРОЛЯ
И ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА
ПИЛОПРОДУКЦИИ**

(на примере ОАО «Деревообрабатывающий завод», г. Йошкар-Ола)

05.02.23 «Стандартизация и управление качеством продукции»

05.21.05 «Древесиноведение, технология и оборудование
деревообработки»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва
2011

- 8 ДЕК 2011

Работа выполнена на кафедре стандартизации, сертификации и товароведения ФГБОУ ВПО «Марийский государственный технический университет».

Научные руководители: доктор технических наук, профессор
Федюков В.И.

кандидат технических наук, доцент
Боярский М. В.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Дадашев М. Н.

кандидат технических наук, доцент
Бастраков В.М.

Ведущая организация: Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана» (МГТУ им. Н.Э.Баумана)

Защита состоится «22» 12 2011 г. в 16 часов на заседании диссертационного совета Д 308.002.02 в ОАО «ВНИИС» по адресу: 123557, г. Москва, Электрический переулок, д.3/10, стр.1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОАО «ВНИИС».

Автореферат разослан «18» 11 2011 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат экономических наук



И.И.Чайка

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Удовлетворение требований потребителя в высоком качестве /скаемой продукции – важнейшая задача во всех отраслях народного хозяйства. Рас-
ривая вопросы качества на примере деревообработки, являющейся одним из бюджето-
их направлений в промышленном секторе, отметим, что, обладая значительными запла-
лесов, лесоперерабатывающая отрасль должна занимать более высокий уровень, од-
позиции России на мировом рынке пиломатериалов достаточно слабы, основная при-
чему – сравнительно низкое качество обработки [28]. Поэтому повышение качества –
шная проблема, т.к. по прогнозам ОАО «НИПИИЭлеспрома», спрос на пиломатериалы
нутреннем и внешнем рынках к 2015 г. возрастет в 1,8-2,0 раза.

З настоящее время ситуация на многих промышленных предприятиях такова, что основ-
производственное оборудование, установленное в 70-80 г. прошлого века, имеет значи-
ный моральный и физический износ. Следовательно, для эффективного решения пробле-
общегосударственного масштаба по выпуску конкурентоспособной продукции можно
элить два основных направления: 1) модернизация производства путем замены оборудо-
я с вложением значительных финансовых инвестиций; 2) производство на имеющемся
удовании с совершенствованием стандартных и (или) разработкой новых методов опера-
юго контроля качества продукции и раннего диагностирования состояния машин и меха-
лов, обладающих достаточным эксплуатационным ресурсом. Первое направление хотя и
ма привлекательно, но пока для большинства предприятий многих отраслей по экономи-
ным причинам остается затруднительным для практической реализации, поэтому наиболее
ыным остается второе направление с постепенным (позапным) переходом в будущем на
зое.

В связи с этим актуальной задачей по обеспечению качества продукции является созда-
комплексной системы диагностирования продукции и производственного оборудования
астности, пиломатериалов и лесопильной рамы) с разработкой новых методик, позволяю-
: оперативно, с минимальными затратами осуществлять мониторинг процесса обработки и
ического состояния машин и механизмов.

Системность и процессный подход, осуществляемые на основе TQM и положений соответ-
ющих документов, должны охватывать все стадии жизненного цикла объектов стандарти-
ти. В целях достижения намеченных результатов каждая заинтересованная организация
жна планировать и осуществлять деятельность по мониторингу, измерениям, анализу и
шнениям, с определением соответствующих методов.

В настоящее время требования к качеству продукции, процессов и оборудования опреде-
ы несколькими видами документов: техническими регламентами, стандартами, сводами
вил и т.д. На примере производства пиломатериалов проанализированы четырнадцать
дартов и установлено, что одни стандартные методы контроля не актуализированы к со-
менному состоянию оборудования, а другие – не содержат необходимые схемы проверок,
не позволяет получать объективную информацию о состоянии механизмов и продукции
29]. Следовательно, существующая на предприятиях система контроля качества, основ-
ная на устаревших стандартизованных методах контроля, не может обеспечить монито-
г изменения качества пилопродукции и не позволяет диагностировать состояние лесо-
ного оборудования.

практика показывает, что на любом производстве имеется острая необходимость в ус-

61

тановлении причин возникновения несоответствующей продукции, поэтому целесообразно провести исследования по созданию комплексной системы оперативного диагностирования с четким определением взаимосвязи параметров, дефектов, их диагностических признаков и причин появления дефектов путем разработки эффективных, малозатратных и адаптированных к текущему состоянию оборудования методик контроля его технологической и геометрической точности. Применяя универсальный подход, можно разработать общую методологию при решении аналогичных задач по контролю различных видов продукции и оборудования (в деревообработке, строительстве, машиностроении и т.д.); пути ее реализации на предприятиях могут быть различны – в виде конкретных методик, документированных процедур управления и т.д.

Особую роль в обеспечении качества продукции играет установление контролепригодности оборудования и разработка на этой основе системы раннего диагностирования, позволяющей в оперативном режиме получить объективную информацию о дефектах обработки и соответственно техническом состоянии машин и механизмов.

Научная концепция работы заключается в разработке комплексной системы оперативного диагностирования пиломатериалов и лесопильных рам при длительной эксплуатации отечественного лесопильного оборудования.

Целью данной диссертационной работы является создание комплексной системы оперативного диагностирования лесопильного оборудования и пиломатериалов на основе исследования и совершенствования стандартных способов контроля пилопродукции и сопоставления с разработкой и стандартизацией новых методик оперативного контроля продукции и технического состояния механизмов и реализацией предложенных способов и устройств на основе соответствующих технических решений.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1) выполнить анализ нормативных документов и технической литературы на метод контроля точности изготовления пиломатериалов, геометрической и технологической постройки лесопильной рамы и околорамного оборудования для выявления причин, снижающих качество пилопродукции и показателей, характеризующих контролепригодность оборудования;

2) выявить и упорядочить многочисленные источники погрешностей механической обработки при рамном пилении по методологии «5М» на основе частот встречаемости дефектов и построения причинно-следственных связей между ними;

3) разработать схему комплексной системы оперативного диагностирования (на примере лесопильного оборудования и пиломатериалов) на основе установления логических связей между параметрами, дефектами, их диагностическими признаками и причинами появления дефектов;

4) разработать предложения по стандартизации новых способов контроля качества пиломатериалов и механизма подачи лесопильной рамы;

5) разработать и исследовать новые методики оперативного контроля качества изделий (на примере пиломатериалов), для комплексных исследований погрешностей формы и размеров с дифференцированной оценкой криволинейности каждой пары поверхностей на основе математического описания статистических данных о распределении погрешностей по длине;

6) разработать и исследовать новые средства и методики контроля, адаптированные

ременному состоянию оборудования (элементов механизма подачи лесопильной рамы) в соответствии с предложенной схемой диагностирования;

7) повышение контролепригодности лесопильного оборудования, в частности, механизма подачи лесопильной рамы на основе предложенных способов диагностирования.

Научная новизна работы состоит в следующем:

- Впервые исследованы и систематизированы связи параметрами, дефектами, их диагностическими признаками и причинами появления дефектов, что позволяет установить причинно-следственную связь между показателями качества продукции и состоянием оборудования и сформировать систему диагностирования лесопильных механизмов для оперативного выявления несоответствующей продукции и изменения технического состояния оборудования по предложенным диагностическим признакам и способам контроля.
- На основе исследования данных по контролепригодности лесопильного оборудования разработана универсальная модель управления процессом производства (на примере пилы) и схема комплексной системы диагностирования, позволяющие осуществлять оперативный контроль качества сырья, готовой продукции и технического состояния оборудования с принятием объективных управляющих решений на основе анализа информации об объектах диагностирования.
- Исследованы и методологически обоснованы новые способы контроля качества продукции (на примере пиломатериалов), позволяющие выполнить комплексное измерение погрешностей формы - продольной покособленности и размеров (взамен стандартных), что позволяет более эффективно и оперативно оценивать качество продукции, для определения и диагностирования технического состояния оборудования.

Разработаны комплексные схемы контроля погрешностей пиломатериалов с дифференцированной оценкой криволинейности каждой из двух поверхностей с применением лазерных цепей, позволяющих оценивать суммарную величину погрешностей измерения в любом контрольном сечении, для оперативного выявления несоответствующей продукции.

Исследованы и методологически обоснованы новые технические решения, доступные для реализации собственными силами деревообрабатывающих предприятий, для оперативного контроля точности взаиморасположения частей базирования и механизмов подачи двухэтажной лесопильной рамы, что позволяет оперативно осуществлять контроль технического состояния оборудования в условиях значительного износа механизмов.

Исследована и обоснована эффективность и адекватность регрессионной модели измерения синусоидального вида с введением 4 гармонических составляющих для описания распределения погрешностей по длине доски, позволяющая диагностировать состояние лесопильной рамы и околорамного оборудования.

Практическая значимость работы

В соответствии с международным стандартом ИСО 9001 (ГОСТ Р ИСО 9001-2008), рассматривающим процессный подход к планированию и внедрению деятельности по управлению, измерениям, анализу и улучшению, разработана схема комплексной системы диагностирования пилопродукции и лесопильного оборудования. Система основана на оперативном мониторинге за формой и размерами пилопродукции и периодическом комплексном диагностировании состояния лесопильного оборудования, в частности, механизма подачи. Предусмотрена оценка распределения погрешностей формы и размеров (стрел проги-

ба) по длине пиломатериалов и отклонений взаиморасположения частей механизма подачи. Предложенные методики, входящие в систему диагностирования лесопильного оборудования и пилопродукции, позволят повысить точность раскроя способом оперативного выявления и устранения источников погрешностей формы и размеров.

- Проведенный комплексный анализ нормативных, научных и технических источников по методам контроля точности позволил определить ряд параметров, характеризующих состояние продукции и оборудования. На их основе разработана модель *оперативного* управления процессом пиления и схема комплексной системы диагностирования продукции и оборудования.

- Описание причинно-следственных связей позволило выявить конкретные источники появления несоответствующей продукции для разработки корректирующих и предупреждающих действий.

- Разработанные способы измерения продольной покоробленности (кривизны) с использованием доступных технических средств измерений, дают возможность *оперативно* оценить качество не только пило-, но и других видов продукции (строительных, машиностроительных др.) и диагностировать техническое состояние оборудования (лесорамы).

- Исследованные и методически обоснованные новые технические решения повышают коэффициент безразборного диагностирования при контроле точности взаиморасположения частей механизма подачи двухэтажных лесопильных рам на основе упрощенных, доступных и унифицированных средств. В частности, предложены методики исследования рельсопутей; осей нижних и верхних подающих валцов; параллельности установочной линейки переднего нижнего подающего вальца и др.

- Систематизация взаимосвязей параметров, дефектов, их диагностических признаков причин появления дефектов и методик контроля позволяет специалисту по внешним диагностическим признакам оценивать состояние продукции и оборудования и прогнозировать появление тех или иных видов дефектов даже при визуальном диагностировании.

Результаты исследования внедрены на ОАО «ДОЗ» г. Йошкар-Ола путем реализации патента №2297593 «Способ оценки прямолинейности пиломатериалов»; 2) результаты научных исследований причин появления несоответствующей продукции в форме причинно-следственных диаграмм по методологии «5 М»; 3) методов оперативного контроля пилопродукции и оборудования стандартизованных и внедренных в условиях производства двух стандартах организации.

В учебном процессе кафедрой «Стандартизация, сертификация и товароведение» МГТУ результаты диссертационных исследований использованы при подготовке лекционных практических занятий, курсовом и дипломном проектировании студентов специальности «Стандартизация и сертификация» и «Технология деревообработки».

Исследования выполнены в рамках темы «Проведение НИР по разработке способов рационально-целевого использования и воспроизводства древесины с уникальными физико-механическими и дендроакустическими свойствами» по ГК № 16.518.11.7094.

На защиту выносятся следующие основные научные положения:

1. Методики оперативного (в процессе работы) контроля размеров и формы – продольной покоробленности (на примере пиломатериалов).
2. Методики оперативного контроля взаиморасположения частей механизма подачи (на примере лесопильной рамы).

3. Математическое описание распределения погрешностей по длине образца для диагностирования состояния оборудования.

4. Модель управления процессом пиления на основе систематизации причин появления ответственной продукции; схема и алгоритм диагностирования пиломатериалов и оборудования.

Методы исследования. Обработка результатов экспериментов проводилась с применением современных средств вычислительной техники и методов обработки информации: математической статистики, элементов математического моделирования и анализа, планирования эксперимента, с использованием прикладных программных пакетов Microsoft Excel, Word, Статистика, Origin.

Достоверность научных положений. Подтверждается практической реализацией ряда предложенных способов и устройств, их экспериментальной проверкой в лабораторных и производственных условиях, повторяемостью результатов измерений, поверкой измерительных средств, положительными результатами статистической обработки многократных измерений.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались руководству ОАО «ОЗ»; на совещании-семинаре «Инженерно-физические проблемы новой техники» (Москва, 2003); научно-технической конференции «Средства и методы обеспечения и управления качеством» (Тольятти, 2004); VII всероссийском форуме «Конкурентоспособность территорий и предприятий во взаимозависимом мире» (Екатеринбург, 2005); региональной научно-практической конференции «Проблемы сертификации и управления качеством» (Красноярск, 2005); международной конференции «Потенциал развития непродовольственной сферы в крупных промышленных городах Поволжского региона: Взгляд со стороны профессионалов» (Тольятти, 2009), научно-технических конференциях по итогам НИР МарГТУ «Наука в условиях современности» (Йошкар-Ола, 2003, 2007, 2008, 2009, 2010); международной научно-студенческой конференции МарГТУ «Научному процессу – творчество молодых» (Йошкар-Ола, 2008, 2009, 2010).

Публикации. По теме диссертации опубликована 31 работа, в том числе 3 статьи в научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России. Результаты исследования защищены 10 патентами РФ (в соавторстве) на изобретения по способам проверки погрешностей пиломатериалов и лесопильных рам №2297593, №2304041, №2341368, №2359819, №2361174, №2365874, №2367900, №2369832, № 2352454, № 2388593.

Личный вклад автора. В диссертации обобщены результаты исследований за 2003-2010 гг., в получении которых автор принимал непосредственное участие. Все результаты, представленные в диссертации, получены автором лично. Соавторы не возражают против использования результатов исследования в материалах диссертации по тем методическим разработкам, которые опубликованы в соавторстве.

Соответствие содержания диссертации специальности, по которой она рекомендована к защите

Представленная к защите диссертационная работа является прикладным исследованием закономерностей формирования системы оперативного диагностирования пилопродукции лесопильного оборудования, ориентированным на поиск методов повышения качества пилопродукции. Область диссертационных исследований включает: разработку моделей систем управления процессом пиления и диагностирования пиломатериалов и оборудова-

ния, систематизацию логических связей параметров, дефектов, их диагностических признаков, причин появления дефектов и методик контроля; исследования причинно-следственных связей возникновения погрешностей; математическое описание распределения погрешностей формы по длине пиломатериалов функциями синусоидального вида на основе новых способов контроля погрешностей размеров и формы пиломатериалов; новые способы контроля геометрической и технологической точности взаиморасположения частей механизма подачи заготовки двухэтажных лесопильных рам с целью повышения качества пилопродукции.

Указанная область исследования соответствует формулам специальностей:

05.02.23 – «Стандартизация и управление качеством продукции (технические науки)», именно: пункту 1 – Разработка проблем воздействия стандартизации на ускорение научного технического прогресса, повышение безопасности и конкурентоспособности продукции услуг, результативности технологических систем производства, на совершенствование систем управления качеством продукции и пункту 2 – Разработка организационных и методических основ стандартизации, сертификации и управления качеством продукции в рыночных условиях;

05.21.05 – «Древесиноведение, технология и оборудование деревообработки (технические науки)» к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук, а именно: пункту 8 – Разработка методов оценки и управления качеством обоснования технических показателей и их уровней, эффективности технического обслуживания отдельных агрегатов, оборудования, поточных и автоматических линий.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 208 страницах машинописного текста, включающего 53 таблицы, 65 рисунков, список литературы состоит из 191 наименования.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследований, изложены научные и практические результаты, выносимые на защиту.

1. Состояние вопроса и задачи исследования

Проанализирована сложившаяся в настоящее время ситуация по производству пилопродукции в мире, России и в т.ч. Республике Марий Эл. Установлено, что реализуя Федеральную программу реструктуризации ЛПК России до 2010г., предусматривавшую обеспечение комплексного использования лесных ресурсов, уменьшен экспорт круглого леса в 1,19 раза, увеличен выпуск продукции на основе глубокой переработки древесины почти в 2 раза за период с 2000 г. до 2008 г. К сожалению, качество российской пилопродукции не всегда соответствует предъявляемым к ней требованиям по размерам и геометрии (кривизна, криволытость, волнистый пропил и другие) [13, 25, 26].

Между тем качество самой древесины основных пород наших лесов по физико-механическим свойствам, как раньше, так и теперь, котируется высоко не только для выработки сортиментов общего, но и спецназначения в машиностроении, авиастроении, судостроении и т.д.

На ближайшие годы для выпуска пиломатериалов с заданным качеством возможно применение нескольких направлений:

– модернизация производства и обновление технического парка за счет вложения значительных инвестиций, что пока для многих предприятий не реально в сложившейся ситуации;

– разработка модели управления процессом пиления и комплексной системы диагностирования для оперативного контроля качества с внедрением новых, адаптированных к реальным производственным условиям способов контроля: 1) состояния пиломатериала; 2) взаиморасположения механизмов лесопильного и околорамного оборудования.

Обновление производства заменой имеющегося технологического оборудования ввиду минимальных финансовых инвестиций затруднительно, следовательно, необходимо использовать старое, уже установленное, но на новых условиях. Это направление представляется наиболее приемлемым, учитывая высокую *контролепригодность* (приспособленность к диагностированию) лесопильной рамы и наличия возможности с наименьшими затратами известить диагностирование с последующим объективным планированием по техническому состоянию оборудования, оперативного проведения ремонтных и наладочных работ.

Современная лесопильная рама, судя по результатам анализов, является одним из наиболее сложных станков лесопильного производства, хотя при распиловке бревен на пиломатериалы она имеет следующие преимущества: лучшую по сравнению с другими станками (ленточнопильными и круглопильными) точность размеров сечения досок за счет достижения наибольшей жесткости инструмента; возможность одновременной работы комплекта (поставки) пил; проходной принцип работы; более высокий процент специфицированных размеров и выход пиломатериалов. Это констатируют в своих работах многие видные ученые: Л.Бершадский, М.А.Дешевой, П.И.Лапин, Л.Витол и Я.Сваран, С.М.Хасдан, Г.К.Ступнев, И.Шейнов, И.К.Кучеров, Е.И.Захарова и другие.

Вопросы и пути решения проблем и задач в области качества (контроля и повышения) широко отражены в стандартах серии ИСО 9000 и литературе А.В. Гличевым, В.Г.Версаном, И.Чайкой, О.П. Глудкиным, В.В. Окрепиловым, М.И.Киселевым и другими. В диссертационной работе рассмотрено более 30 работ по общим вопросам управления качеством и свыше 10 трудов по управлению качеством пиломатериалов Б.М. Буглая, Ф.М.Манжоса, Н.Рыкунина, А.К. Курицына, И.В. Соболева, П.И. Лапина, Г.Ф. Прокофьева, Vuorilehto Jarmo, Sutikova Jarna и других.

Сделан подробный анализ факторов, оказывающих влияние на появление дефектов обработки, например, кривизны, крыловатости и др.

Исследование стандартов на методы контроля выявило наличие пробелов в нормативном обеспечении деятельности по стандартизации, в частности, в вопросах безопасности объектов и обязательности применения стандартов, содержащих правила и методы контроля (испытаний, измерений и анализа), на что обращают внимание специалисты ВНИИС - Г. Версан, И.З.Аронов и другие, а также М.И. Киселев и ряд авторов.

Анализ нормативных документов (в общей сложности 14 стандартов), содержащих требования к качеству пиломатериалов, оборудования и инструмента, позволил установить, что одни стандартные методы контроля не актуализированы к современному состоянию оборудования (например, ГОСТ 10294-90, не имеет ни одного внесенного Изменения), а другие - не содержат необходимые схемы проверок, что не позволяет получать объективную информацию о состоянии механизмов и продукции. Следовательно, существующая на предприятиях отрасли система контроля качества пиломатериалов, основанная на устаревших стандартизованных методах контроля, не обеспечивает мониторинг изменения качества

ва пилопродукции, так как не дает возможность объективно его оценить и диагностировать состояние лесопильного оборудования по схемам, установленным в нормативной документации.

Выпуск пилопродукции с дефектами обработки свидетельствует о том, что имеется острая необходимость в установлении причинно-следственных связей возникновения дефектов, также в создании комплексной схемы структурных связей объектов диагностирования с их следуемыми признаками, дефектами, параметрами и способами контроля.

Особую роль в обеспечении качества продукции играет установление и повышение эксплуатационной пригодности оборудования и разработка на этой основе системы диагностирования позволяющей в оперативном режиме получить объективную информацию о дефектах обработки и соответственно техническом состоянии машин и механизмов.

Указанные проблемы при их теоретической и практической важности недостаточным образом освещены в настоящее время в научной печати. Эти обстоятельства определили актуальность специального исследования системы диагностирования пилопродукции и лесопильного оборудования.

В настоящее время все большее внимание уделяется технической диагностике, включающей широкий круг проблем, связанных с получением и оценкой диагностической информации. В этом аспекте работают А.И.Биргер, К.Э.Аронсон, В.В.Бобышев, В.В.Котов и другие специалисты.

2. Исследование причинно-следственных связей формирования погрешностей при обработке пиломатериалов

В целях повышения качества продукции выполнено расслоение причин возникновения погрешностей механической обработки пиловочника с учетом мнений специалистов-экспертов, применения «мозгового штурма», данных нормативной (ГОСТ ИСО 9001, ГОСТ 20911, ГОСТ 10294 и т.д.) и технической документации. На основе анализа видов дефектов по частоте встречаемости, составлен лист регистрации и выполнена диаграмма Парето. Причинно-следственная диаграмма К. Ishikawa, составленная по методологии «5М» имеет элементы иерархической структуры факторов, также расслоенных по «5М», что позволяет сочетать два вида деятельности: поиск наибольшего числа возможных причин и их систематизацию. В таблице рассмотрен пример расслоения по составляющей М – Machines (оборудование).

Виды оборудования (Machines) участвующего в процессе раскроя пиловочника

Фактор	Расслоения фактора
1.1. Рельсовый путь (РП)	1. Материал. 2. Оборудование. 3. Измерение. 4. Управление. 5. Персонал
1.2. Зажимная тележка (ЗТ)	
1.3. Поддерживающая тележка (ПТ)	
1.4. Лесопильная рама (РД 75-6, РД 75-7)	
1.5. Пилы	
1.6. Направляющий аппарат (НА)	
1.7. Межпильные прокладки	

3. Исследование способов контроля параметров пиломатериалов и лесопильных рам

В соответствии с целью работы определены объекты и предметы исследований. Рассчитаны необходимые и достаточные средства измерения для проверок с доверительной вероятностью 0,95 при фактическом числе измерений n .

3.1. Анализ стандартных методов проверки формы и размеров пиломатериалов

Выполненный анализ нормативных документов, позволил выявить некоторые несоответствия стандартных методов проверки размеров и пороков, в частности, продольной покоробленности и крыловатости пиломатериалов. Например, в стандарте на пороки ГОСТ 2140, не определены методики измерений пиломатериалов, а в ГОСТ 8486 применяется метод пересчета стрел прогиба для покоробленностей пропорционально длине пиломатериалов, однако это представляется не совсем правильным, т.к. стрела прогиба при равномерном искривлении по дуге окружности пропорциональна квадрату длины хорды (1), рис.1 [16].

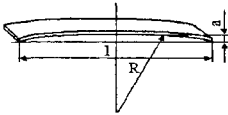


Рис. 1. Схема для расчета стрелы прогиба продольной покоробленности

$$a = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2} = R - R\sqrt{1 - \left(\frac{l}{2R}\right)^2} \approx R - R\left(1 - \frac{l^2}{8R^2}\right) = \frac{l^2}{8R} \quad (1)$$

Недостатками проверок пиломатериалов на точность распиловки по ГОСТ 10294 являются: ограниченная длина поверочной линейки (2,2 м при проверке плоскостности и прямолинейности, что не дает достаточной информации о погрешностях обработки при распиловке пиловочника длиной 6-6,5 м); несоответствие схем проверки плоскостности – крыловатости по ГОСТ 10294 и ГОСТ 2140; трудоемкость измерения отклонений при помощи шупов; ограниченная толщина выпиливаемых и измеряемых при проверке пиломатериалов – не менее 40 мм; не определено количество контрольных точек по длине для проведения измерений (возможно только в 3, как показано на чертеже), что не достаточно для оценки погрешностей работы лесопильного и околорамного оборудования и др. [13, 14, 15, 17, 19, 22, 25, 26].

Для оценки погрешностей формы и размеров пиломатериалов проведены детальные измерения микронеровностей на длине посылки 12–16 мм с шагом 1–2 мм в целях выявления «опорной зоны», наиболее ровного участка для установки средства измерения, выявленного в середине посылки. Определено количество контрольных точек по длине доски и расстояние между ними, которое, по мнению ведущих ученых в области лесопиления, при исследовании разнотолщинности и волнистости принималось от 3 до 50 мм. Определено, что:

1) для оперативного контроля качества достаточно 5-7 точек, а для технического анализа погрешностей распиловки (в зависимости от длины окружности вальца) приняли n_{\min} не менее 50 точек на длине 5,5 м и более (при допустимой погрешности измерения $\Delta_n \leq 1/7\Delta_{\text{обр}}$ и повышенной точности оценки ($\pm 1\%$));

2) для измерения формы и размеров, с целью диагностирования технического состояния лесорамы, расстояние между контрольными точками достаточно 100 мм; с учетом реальных величин посылок, особенностей лесопильного оборудования, возвратно-оступательного движения пильной рамки, колебаний пильных полотен, радиального и осе-

вого биения вальцов и др. скорректировали основной размер и получили 100 ± 10 мм [18].

При проверках проводился пассивный эксперимент без принудительного изменения ловий.

3.2. Анализ стандартных методов проверки лесопильного оборудования

Мониторинг нормативной документации позволил установить, что основополагаю стандарт ГОСТ 10294 на проверки точности лесопильных рам содержит только 8 пров [24], причем проигнорированы многие общетехнические проверки, рекомендуемые Г 25388 (например, радиальное биение шеек вальцов, служащих при дальнейших прове базовыми поверхностями). В частности, при анализе ГОСТ 10294 выявлено, что осно проверка на точность установки лесопильной рамы в горизонтальное положение не то не подкреплена схемой для определения положения уровня для проверки, но и за слишком жесткий допуск на отклонение от горизонтальности – 0,1 мм на 1000 мм, цел образный при монтаже основания и узлов лесорамы, но не для ее работоспособности. С дарт при этом не учитывает, что при значительных вибрациях и инерционных нагру: возможны значительные наклоны фундамента и рамы в целом (нами наблюдалось воз шение задних вальцов над передними на 10 мм и более), без ущерба для выпуска кач венного пиломатериала, т.е. допуск по п. 2.1 ГОСТ 10294 не требуется для качествен работы лесорамы и практически не выполним в производственных условиях. Установл что не подкреплены соответствующими методиками еще ряд проверок, установленных всех видов деревообрабатывающего оборудования по ГОСТ 23588, в частности, точн баз для установки заготовки (подающие тележки); расположения осей вращения и нап лений прямолинейных перемещений рабочих органов станка, несущих заготовку и инст мент, относительно друг друга и относительно баз и др.

4. Стандартизация способов оперативного диагностирования пиломатериало узлов лесопильных рам

4.1. Разработка системы оперативного диагностирования пиломатериалов и лесопильного оборудования

На примере лесопильного оборудования сформулирован алгоритм (совокупность пр писаний, определяющих последовательность действий), позволяющий осуществлять п цесс диагностирования любого оборудования:

- 1) установление параметров; дефектов и их диагностических признаков;
- 2) контроль качества продукции и технического состояния оборудования по соответ вующим методикам;
- 3) анализ полученной информации;
- 4) поиск места и причин появления несоответствующей продукции и отклонений вз: морасположения механизмов подачи, базирования и резания;
- 5) прогнозирование качества продукции по существующему техническому состоян: оборудования;
- 6) разработка соответствующих мероприятий по управлению процессом.

Исследованы и систематизированы причинно-следственные связи между параметр ми, дефектами, диагностическими признаками дефектов и причинами их появления, рис. 2 представлены - для пилопродукции (признаки уровня). Для оборудования выявл ны диагностические признаки II и III уровней.

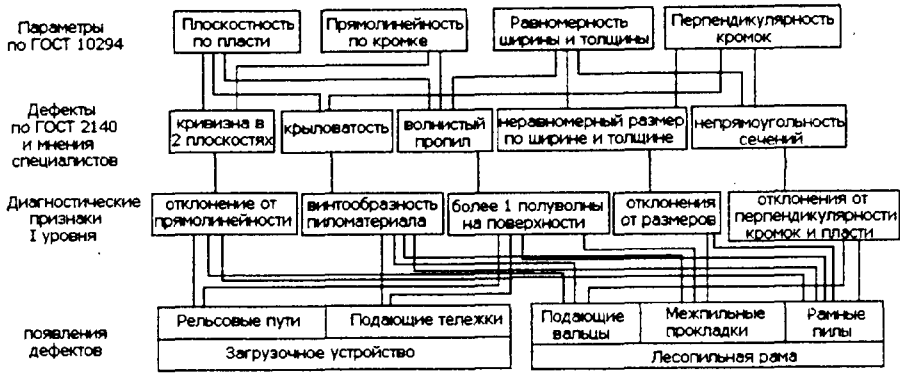


Рис. 2. Структурная схема установления логических связей для пиломатериалов

Обеспечение качества и уменьшение дефектной продукции возможно за счет повышения контролепригодности оборудования. Конструкция лесопильной рамы контролепригодна практически без дополнительной разборки при открытии верхних и нижних передних ворот. Анализ источников позволил выявить около 40 показателей, из которых только 30% имеют стандартные методики проверки. Одним из основных показателей, характеризующих приспособленность объектов к диагностированию по ГОСТ 20656, является коэффициент безразборного диагностирования ($K_{\text{б.д}}$); в соответствии с предложенной комплексной системой диагностирования (рис. 3) $K_{\text{б.д}} = \frac{P_{\text{к}}}{P_{\text{и}}} = \frac{44}{53} = 0,83$, что положительно характеризует предложенную систему (где $P_{\text{к}}$ – число контролируемых параметров изделия данного вида диагностирования, для измерения работы которых не требуются демонтажно-монтажные работы; $P_{\text{и}}$ – общее число контролируемых параметров данного вида диагностирования) [31].

Новизной предложенной блок-схемы комплексной системы диагностирования является использование в качестве объекта, помимо оборудования, получаемой продукции и объединение в единую систему показателей, характеризующих качество: инструмента (рамные пилы), приспособлений (межпильные прокладки), механизмов лесопильной рамы и околорамных механизмов, требования к которым представлены широким спектром источников: ОСТ, ГОСТ и технической литературой.

Предложенный в блок-схеме алгоритм диагностирования может быть использован для оперативного контроля качества и оценки технического состояния не только в лесопиленнии, но и для других видов продукции и оборудования. Его универсальность и межотраслевой характер заключаются в механизме действия самого алгоритма от входного контроля до оценки эффективности корректирующих или предупреждающих действий. Таким образом, создан замкнутый процесс производства, основанный на применении стандартизованных методов контроля и оценки качества сырья, полупродукта, готовой продукции, параметров процесса пиления и оценки технического состояния оборудования.

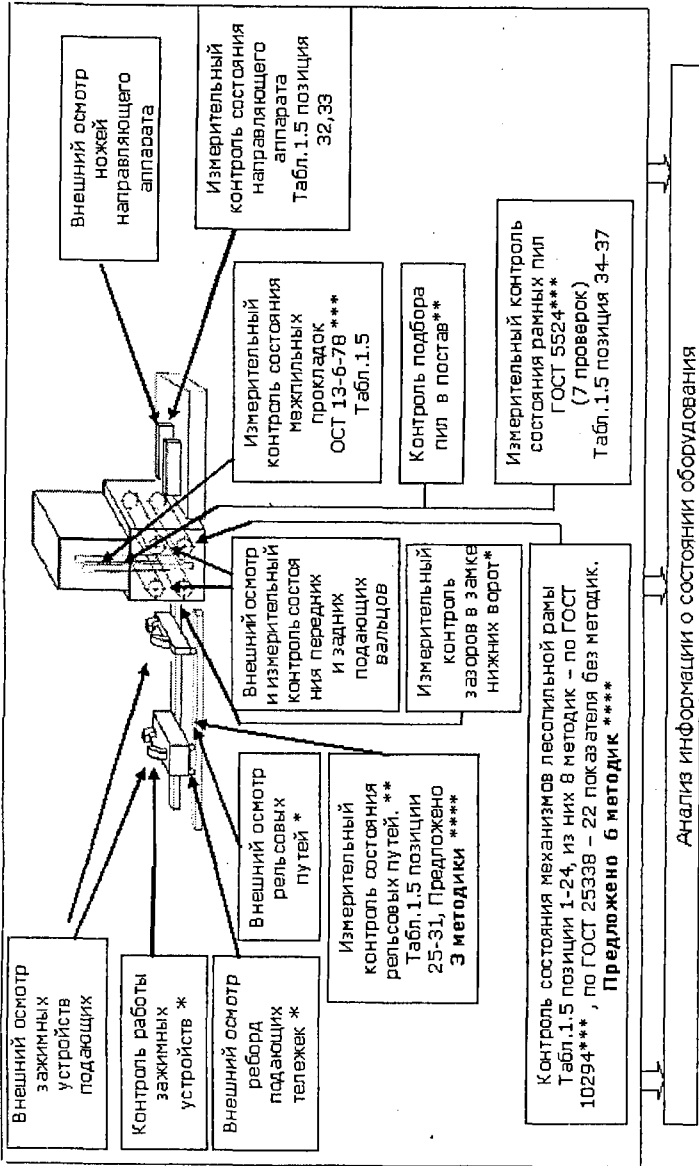


Рис.3. Блок – схема комплексной системы диагностирования лесопильного оборудования и пиломатериалов (начало)

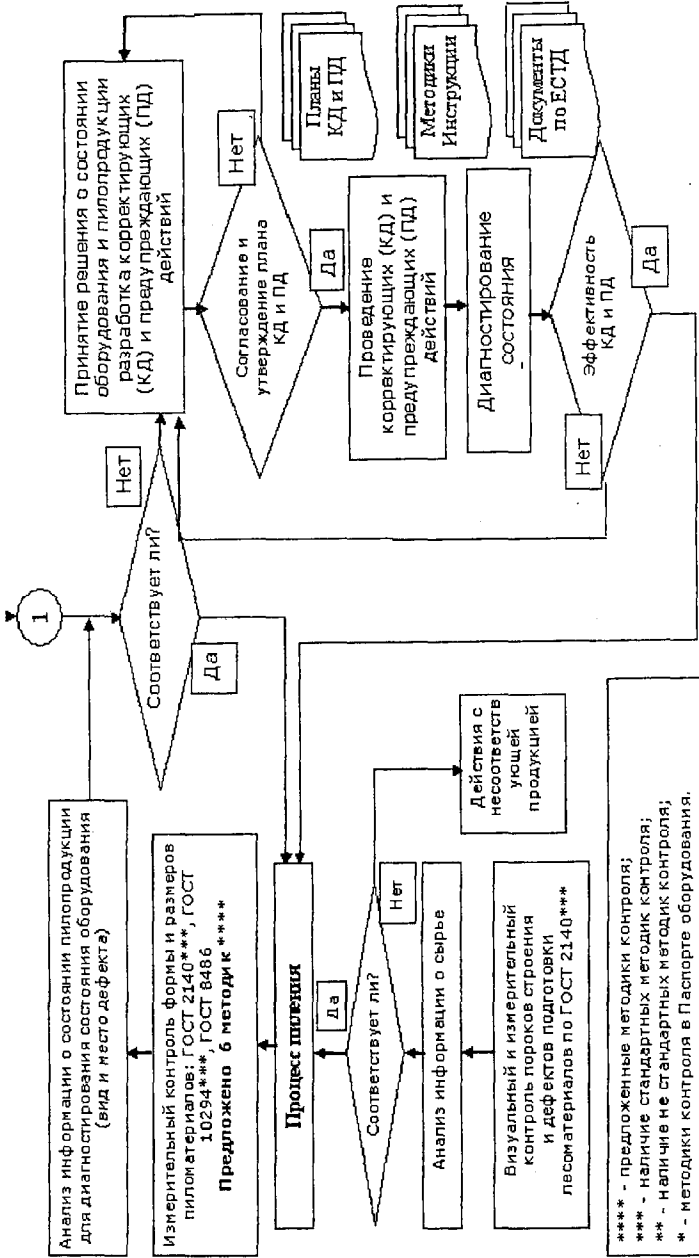


Рис.3. Блок – схема комплексной системы диагностирования лесопильного оборудования и пиломатериалов (окончание)

4.2. Стандартные и предлагаемые способы контроля пиломатериалов

В соответствии с разработанной схемой оперативного диагностирования для оценки погрешностей формы и размеров предложено 6 способов измерения продольной покоробленности пиломатериалов [26].

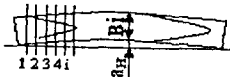


Рис. 4. Способ I с применением струны

I способ – прямое измерение на основе ГОСТ 2140 [4, 26]. Струна натягивается вдоль продольной кромки доски с опорами на торцах в срединных точках по толщине (рис.4), стрела прогиба измеряется при помощи штангенглубиномера.

Способы II – VI, предлагаемые ниже, дают возможность выполнить комплексную оценку погрешностей размеров и формы с применением размерных цепей. Более удобен **способ II** (рис. 5), в котором параллельно струне на заданном расстоянии B закрепляют два ряда плоскопараллельных реек, между которыми укладывают исследуемую доску [8, 26]. Измеряют ширину доски b , и отклонения нижней $y_{ни}$ и верхней кромок $y_{ви}$ от прямолинейной базы. Размерная цепь в каждом контрольном сечении будет содержать $B_{pi} = e_{p1} + e_{p2} + y_{ни} + y_{ви} + b_i$. Разность B и расчетной ширины B_{pi} позволяет выявить ошибки и оценить суммарную величину случайных ошибок всех трех измерений в каждом сечении и в среднем по всем контрольным сечениям.

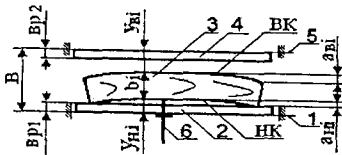


Рис. 5. Способ II с применением струн и реек: 1 – струна, 2 – базовая рейка, 3 – исследуемый пиломатериал, 4 – дополнительная рейка, 5 – струна; 6 – штангенглубиномер

Величины стрел прогиба: нижняя СП $a_{ни} = y_{ни} - e_{p1}$, верхняя СП $a_{ви} = y_{ви} - e_{p2}$,

Более простая схема размерной цепи использована в **III, IV, V** способах путем натяжения струны по середине ширины доски с применением зеркала или со смещением струны к одной из кромок [5, 26].

Для устранения недостатков, связанных с созданием материальной прямолинейной базы (в виде поверочной линейки, струны или реек), разработан **VI способ** – с созданием математической (воображаемой) прямолинейной базы путем симметричного расположения относительно продольной оси двух смежных досок из одного постова, продольные кромки которых практически одинаковы [1, 7, 26]. Закрепляя доски на определенном расстоянии y_0 друг от друга по рис.6, можно построить размерные цепи для контрольных сечений на основе измерений штангенциркулем ширин досок (B_{1i} и B_{2i}) и расстояний между их внутренними Y_{1i} и наружными Y_{2i} кромками: $Y_{2i} = Y_{1i} + B_{1i} + B_{2i}$. Разность расчетной и измеренной ширин досок позволяет оценить суммарную величину погрешностей (ΔB_i) всех четырех измерений как для каждого контрольного сечения, так и в

среднем по всем сечениям:

$$\Delta B_i = (Y_{2i} - Y_{1i}) - (B_{1i} + B_{2i}), \quad (1)$$

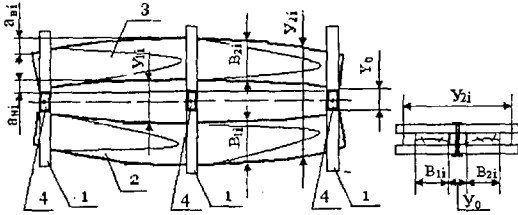


Рис.6. Схема закрепления досок в зажимах и измеряемые величины по VI способу:
1 – зажимы, 2 – доска 2Л,
3 – доска 1Л,
4 – прокладки

Стрелы прогиба нижней кромки – a_{ni} (2) и верхней кромки a_{vi} (3) определяются как полуразность расстояний:

$$a_{ni} = (Y_{1i} - Y_0) / 2, \quad (2)$$

$$a_{vi} = (Y_{2i} - Y_{0i} - (B_{1i} + B_{2i})) / 2, \text{ мм.} \quad (3)$$

4.3. Стандартные и предлагаемые способы контроля взаиморасположения частей механизма подачи лесоматериала на лесопильной раме

Предлагается комбинирование точных средств измерения с упрощенными и недорогими приспособлениями [2, 3, 9, 10, 12, 23, 27], изготовление которых возможно в условиях лесопильно-деревообрабатывающих предприятий для следующих проверок:

- горизонтальности, прямолинейности и параллельности рельсов;
- параллельности осей подающих валцов в горизонтальной и вертикальной плоскости;
- расположения осей нижних подающих валцов в одной горизонтальной плоскости;
- параллельности установочной линейки оси переднего нижнего подающего валца.

В проверках предлагается уменьшение систематических погрешностей измерения за счет проведения совокупных измерений с разворотом устройств на 180° и радиального биения поворотом валцов на 180° .

В качестве примера рассмотрим одну из проверок – **расположение осей нижних подающих валцов в одной горизонтальной плоскости**. Стандартная норма 0,4 мм на 1000 мм (п. 2.3 ГОСТ 10294) не учитывает возможность значительных наклонов фундамента и правильно собранной рамы в целом на величину, превышающую пределы измерений уровня, неудобство базирования уровня на узкой контрольной поверхности поверочной линейки и возможное радиальное биение шеек валцов, достигающее на действующих лесопильных рамах 0,5 мм и более.

Предлагаемое устройство (рис. 7) и методика совокупных измерений, позволяет совместить эту проверку с проверкой параллельности осей в вертикальной плоскости, исключив влияние систематических погрешностей метрологических баз на результаты оценок, путем составления и решения системы уравнений:

$$h_{1П} = A_{ГП} + A_B + A_{РЛ}, \quad (4)$$

$$h_{2П} = A_{ГП} + A_B - A_{РЛ}, \quad (5)$$

$$h_{1Л} = A_{ГЛ} + A_B + A_{RLB} \quad (6)$$

$$h_{2П} = A_{ГП} + A_B - A_{RLB} \quad (7)$$

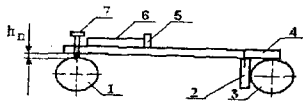


Рис.7. Предложенная схема проверки расположения нижних подающих валцов в одной горизонтальной скости: 1 и 3 – шейки переднего и заднего валцов, 2 ор, 4 – контрольный брусок, 5 – упор для уровня, 6 – уровень, 7 – регулировочный винт

где h_1 – возвышение регулировочного винта над нижней плоскостью контрольного бруска при установке уровня в горизонтальное положение на правых (п) и левых (л) шейках валцов в их исходном положении;

h_2 – то же после поворота валцов на 180° ;

$A_{ГП}$, $A_{ГЛ}$ – отклонение центров шеек переднего и заднего валцов от горизонтальности с правой (ГП) и левой (ГЛ) стороны;

A_B – отклонение от параллельности нижней и верхней поверхностей контрольного бруска;

A_{RLB} , $A_{RLЛ}$ – радиальное биение базовых поверхностей шеек с правой и левой стороны валцов.

При повороте валцов на 180° отклонения $A_{ГП}$ и A_B не изменяются, а A_{RL} меняет знак на противоположный. Складывая попарно (4)+(5) и (6)+(7) получаем

$$h_{1П} + h_{2П} = 2(A_{ГП} + A_B), \quad (8)$$

$$h_{1Л} + h_{2Л} = 2(A_{ГЛ} + A_B). \quad (9)$$

Откуда $A_{ГП} = (h_{1П} + h_{2П}) / 2 - A_B$ и $A_{ГЛ} = (h_{1Л} + h_{2Л}) / 2 - A_B$.

Величину A_B можно оценить по разнице толщин бруска в опорных сечениях (обычно $A_B \ll A_{ГП}$ и ею можно пренебречь). Сравнивая A_B и $A_{ГП}$, оценивается отклонение от параллельности осей в вертикальной плоскости

$$A_{||} = A_{ГП} - A_{ГЛ} = (h_{1П} + h_{2П}) / 2 - (h_{1Л} + h_{2Л}) / 2. \quad (10)$$

Для уменьшения случайных погрешностей базирования бруска на шейках валцов рекомендуется выполнять эту проверку в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

5. Результаты оперативного диагностирования пилопродукции и узлов лесопильных рам

5.1. Результаты исследования формы и размеров пиломатериалов

Предложены и исследованы способы (один прямого и пять косвенного) измерения продольной покоробленности (кривизны) пилопродукции с использованием доступных технических средств измерений, позволяющие оперативно оценивать качество продукции и диагностировать техническое состояние лесорамы по результатам решений гармонических уравнений.

Результаты статистической обработки свидетельствуют об однородности основных статистик \bar{y} , S, r, A, E, а, следовательно, о пригодности новых способов. Для внедрения в производство с целью оценки точности формы, размеров и распределения погрешностей по длине доски рекомендуются I, II и VI способы:

– с целью определения сорта пиломатериалов целесообразно применять способ I

патент) как наиболее простой, менее трудоемкий, достаточно точно оценивающий величину стрелы прогиба;

– способ II (патент) позволяет ускорить процесс массовых измерений, повысить их точность и снизить степень влияния внешних факторов при проведении измерений в помещениях лесопильного цеха или сортплощадки с оборудованием в них стационарных стенов с рейками для укладки пиломатериалов;

– применение VI способа (патент) оценки формы досок позволяет создать математическую (воображаемую) прямолинейную базу, устранить зависимость результатов измерений от погодных условий, использовать общедоступные средства измерений, применять для оперативного контроля кривизны обрезных досок, охарактеризовать по полученным уравнениям техническое состояние брусующей лесопильной рамы. Данный способ наиболее пригоден для математического описания погрешностей формы и размеров пиломатериалов для нижней и верхней кромок в целях оценки технического состояния оборудования.

При использовании программы ORIGIN (в качестве стандартной) получены полиномиальные уравнения (11, 12), описывающие погрешности продольной кромки пиломатериала, но не позволяющие выделить значения волн для диагностирования лесорамы:

$$y_n = 0,924 + (0,78) * X + 0,22 * X^2 + 0,029 * X^3 + 0,002 * X^4 + 9,586E-5 * X^5 + 2,5456E-6 * X^6 + 4,0228E-8 * X^7 + 3,477 E-10 * X^8 + 1,264E-12 * X^9; \quad (11)$$

$$y_n = 1,244 + (1,0522 * X + 0,2977) * X^2 + 0,0399 * X^3 + 0,0029 * X^4 + 1,2927E-4 * X^5 + 3,4329 * X^6 + 5,424E-8 * X^7 + 4,689 E-10 * X^8 + 1,705E-12 * X^9. \quad (12)$$

Для дальнейшего исследования и математического описания распределения погрешностей формы по длине доски по полученным значениям стрел прогиба нижней (a_{ni}) и верхней (a_{ni}) кромок пары досок применены уравнения регрессии синусоидального вида(13):

$$y = a_0 + a_1 \cdot x + \sum_{j=1}^k a_{2j} \cdot \sin\left(a_{3j} x + a_{4j}\right), \quad (13)$$

где a_0 – смещение синусоиды относительно нулевой линии; a_{1j} – тангенс угла наклона синусоиды к нулевой линии; a_{2j} – амплитуда синусоиды; a_{3j} – круговая частота (ω); a_{4j} – сдвиг синусоиды по фазе относительно нулевой точки (φ); x – номер контрольной точки начала доски (i – порядковые номера точек; j – порядковый номер синусоиды).

Подбор коэффициентов гармонического уравнения для верхней и нижней кромок выполнялся в диалоговом режиме методом покоординатного поиска с графическим отображением экспериментальной a_i и расчетной a_{ip} (стрел прогиба) до достижения минимальной суммы квадратов отклонений (14), (15).

$$y_n = (-2,4783) + 0,1014 * x + 8,4696 * \sin(0,15 * x + (-5,1872)) + 5,2193 * \sin(0,1782 * x + (-2,742)) + 0,6355 * \sin(-0,388 * x + (-2,3298)) + 11,2758 * \sin(-0,782 * x + 3,3911); \quad (14)$$

$$y_n = (-2,455) + 0,671 * x + 10,270 * \sin(0,02 * x + (-0,229)) + (-2,927) * \sin(0,176 * x + (-6,539)) + 6,243 * \sin(0,1312 * x + (-5,285)) + 0,653 * \sin(-0,053 * x + 3,185). \quad (15)$$

Определены периодические колебания кривизны, амплитуды, круговые частоты ω

(коэффициенты $a_{11} \dots a_{44}$), период T , рассчитаны длины волн λ на поверхности пиломатериалов [19, 28].

Проведенные исследования показали эффективность введения четырех гармонически составляющих в уравнениях (14), (15), а полученные зависимости (при $q=5\%$) $F_{ap} < F_{at}$ $F_{pэф} > F_{тэф}$ позволяют принять гипотезу об адекватности и эффективности регрессионной модели уравнения.

5.2. Результаты исследования геометрической точности механизма подачи лесопильной рамы

Рассмотрены проверки:

- *состояния рельсовых путей*, позволяющие установить величины отклонения от прямолинейности (сужение и расширение колеи), горизонтальности (наличие перекоса при передвижении механизма подачи), параллельности рельсовых путей (волнистости являющиеся причинами появления кривизны и волнистого пропила;

- *горизонтальности (параллельности) осей нижних подающих валцов*. Предлагаемое устройство позволяет определить положение валцов в лесопильной раме имеющееся отклонение их от горизонтальности (параллельности), в частности, на данной лесопильной раме – превышающее допуск, установленный ГОСТ 10294, практически в 4 раза. Наличие непараллельности является одной из причин кривоватости и кривизны пиломатериалов;

- *расположения осей нижних подающих валцов в одной горизонтальной плоскости* (схема на рис. 7). Результаты измерений показали, что предлагаемое устройство позволило выявить: 1) превышение оси переднего нижнего подающего валца относительно оси заднего в среднем на 11,275 мм с правой стороны и 10,95 мм с левой, что значительно превышает нормативное значение допуска в 0,1 мм; 2) отклонение осей переднего и заднего нижних подающих валцов от горизонтальности на 0,41 мм на длину валца (~900 мм); полученная величина, приведенная к нормативному значению (к длине 1000 мм), составит 0,455 мм, что практически соответствует стандартному значению 0,5 мм.

- *параллельности нижних (и верхних) подающих валцов в горизонтальной плоскости*, показавшие, что предлагаемое устройство позволяет выявить наличие отклонений от параллельности, в частности, осей верхних валцов до 2,03 мм и нижних до 4,98 мм. Наличие непараллельности вызывает появление кривизны, волнистого пропила неравномерного размера по ширине и толщине;

- *параллельности установочной линейки оси переднего нижнего подающего валца*, показавшие, что предлагаемое запатентованное устройство позволяет с достаточно высокой точностью измерить отклонения от параллельности установочной линейки оси переднего подающего валца (в частности, определить, провести сравнение и установить наличие отклонения параллельности, практически в 5,4 раза превышающее установленное).

Выводы

1. Выполнен анализ показателей лесопильного оборудования по нормативным документам и технической литературе. Установлено, что контролепригодность лесопилы

го оборудования можно повысить разработкой комплексной системы диагностирования лесопильного оборудования и пилопродукции на основе установленных логических связей между параметрами, дефектами, их диагностическими признаками, причинами явления дефектов и методами контроля, что позволяет проводить оперативный мониторинг за формой и размерами пилопродукции и периодические комплексное диагностирование состояния оборудования.

2. Установлено, что нормативная документация на методы контроля пилопродукции и точности лесопильной рамы (ГОСТ 2140, ГОСТ10294) требует пересмотра и внесения изменений на методы оценки качества пилопродукции и точности взаиморасположения частей оборудования;

3. Впервые с учетом особенностей пиления на двухэтажных лесопильных рамах и в соответствии с алгоритмом технического диагностирования систематизированы в виде причинно-следственных связей по методологии «5М» места и причины возникновения погрешностей формы и размеров пиломатериалов, дающие возможность разрабатывать ответствующие мероприятия по управлению качеством продукции

4. Разработаны новые методики для контроля погрешностей формы и размеров (на примере пиломатериалов), пригодные как для оперативного контроля качества продукции, так для комплексного исследования распределения погрешностей по длине с использованием тупых технических средств измерений, с целью диагностирования технического состояния оборудования, в частности двухэтажной лесорамы. Результаты статистической обработки свидетельствуют о пригодности новых способов. Для внедрения в производство с целью оценки сортности (отбраковки) рекомендуется I способ; с целью оценки точности формы, размеров и распределения погрешностей по длине доски – II и VI способы.

5. Установлено, что оптимальное расстояние 100 ± 10 мм между контрольными точками дает возможность выполнить математическое описание погрешностей при помощи гармонических уравнений регрессии синусоидального вида. Проверка на адекватность и эффективность показала правильность выдвинутой гипотезы о применении регрессионной модели синусоидального уравнения с тремя-четырьмя гармоническими составляющими для описания погрешностей продольной кромки пиломатериалов.

6. Разработаны методики на новые технические решения по оперативному контролю взаиморасположения частей механизма подачи, повышающие контролепригодность оборудования, в частности лесопильного, что позволяет диагностировать и получать активную информацию о его состоянии в условиях длительной эксплуатации.

7. Полученные результаты позволяют рекомендовать предложенные методики и средства для использования в качестве «Изменений» при пересмотре стандартов на двухэтажные лесопильные рамы и пиломатериалы.

8. Полученные результаты свидетельствуют о возможности значительного повышения эффективности процесса пиления и качества пилопродукции путем применения комплексной системы оперативного диагностирования оборудования и продукции на основе совершенствования стандартных способов контроля, с разработкой и реализацией ответствующих технических решений, предложенных в работе (около 15).

9. Результаты работы реализованы на ОАО «ДОЗ» г. Йошкар-Ола, в рамках ГК № 16.11.7094 и учебном процессе кафедрой «Стандартизация, сертификация и товароведение».

ние» МарГТУ, что подтверждается актами внедрения.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

Изобретения

1. Пат. 2297593 РФ, МПК G 01 B 5/28. Способ оценки прямолинейности пиломатериалов / Боярский М.В, Тарасова О.Г. заявитель и патентообладатель МарГТУ.– RU 2297593 С заявл. 14.12.2005; опубл. 20.04.2007; Бюл. №11. (0,31 / 0,16).
2. Пат. 2304041 РФ, МПК В 27В 27/00. Способ и устройство для проверки точности установки рамных пил в пыльную рамку / Боярский М.В, Тарасова О.Г. заявитель и патентообладатель МарГТУ.– RU 2304041 С1; заявл. 27.12.2005; опубл. 10.08.2007; Бюл. №22. (0,31 / 0,16).
3. Пат. 2341368 РФ, МПК В 27В 27/00. Способ и устройство для проверки параллельности установочной линейки к оси переднего подающего вальца лесопильной рамы в горизонтальной плоскости / Боярский М.В, Тарасова О.Г.; заявитель и патентообладатель МарГТУ.– R 2341368 С1; заявл. 02.05.2007; опубл.20.12.2008; Бюл. № 35. (0,31 / 0,16).
4. Пат. 2359819 Российская Федерация, МПК В 27G 23/00. Способ оценки отклонений (прямолинейности продольных кромок пиломатериала / Боярский М.В, Тарасова О.Г.; Жгуле И.Н., заявитель и патентообладатель Йошкар-Ола, ГОУ ВПО МарГТУ. – RU 2359819 С1; заявл. 13.12.2007; опубл. 27.06.2009; Бюл. № 18. (0,31 / 0,16).
5. Пат. 2361174 Российская Федерация, МПК G01B 5/28. Способ измерения продольной покоробленности (кривизны) отдельных обрезных досок / Боярский М.В, Тарасова О.Г. заявитель патентообладатель МарГТУ.– RU 2361174 С1; заявл. 25.03.2008; опубл.10.07.2009; Бюл. № 1 (0,31 / 0,16).
6. Пат. 2365874 РФ, МПК G01B 5/28. Способ оценки отклонений от плоскостности по плас (крыловатости) пиломатериалов / Боярский М.В, Тарасова О.Г.; Шулепова Н.А. заявитель патентообладатель МарГТУ.– RU 2365874 С1; заявл. 27.03.2008; опубл.27.08.2009; Бюл. № 2 (0,31 / 0,16).
7. Пат. 2367900 РФ, МПК G01B 5/28. Способ комплексной оценки формы и размеров обрезных пиломатериалов / Боярский М.В, Тарасова О.Г.; Коротина О.С. заявитель патентообладатель МарГТУ.– RU 2367900 С1; заявл. 25.03.2008; опубл. 20.09.2009; Бюл. № 2 (0,31 / 0,16).
8. Пат. 2369832 РФ, МПК G01B 5/28. Способ комплексной оценки ширины пиломатериала и отклонений от прямолинейности его продольных кромок / Боярский М.В, Тарасова О.Г. Хныкина Ю.В. – RU 2369832 С1; заявл. 25.03.2008; опубл.10.10.2009; Бюл. № 28. (0,31 / 0,16).
9. Пат. 2352454 РФ, МПК В27В 33/04. Способ проверки параллельности осей передних задних подающих вальцов в горизонтальной плоскости / Боярский М.В, Тарасова О.Г. заявитель патентообладатель МарГТУ.– RU 2352454 С2; заявл. 02.05.2007; опубл.20.04.2009; Бюл. № 1 (0,31 / 0,16).
10. Пат. 2388593 РФ, МПК В27В 27/00. Способ и устройство для проверки параллельности рельсового пути к продольной оси лесопильной рамы (ЛР) / Боярский М.В, Тарасова О.Г. заявитель и патентообладатель МарГТУ.– RU 2388593; заявл.13.10.2008; опубл.10.05.2010; Бюл. № 13. (0, / 0,16).

Статьи из периодических изданий, рекомендованных

ВАК Минобрнауки России

11. Тарасова, О.Г. Без знания свойств древесины невозможно качество мебельной продукции / О.Г. Тарасова, В.И. Федюков // Стандарты и качество. – 2007. – № 8. – С. 109. (0,25 / 0,1.

12. Боярский, М.В. Усовершенствованное устройство для проверки точности установки пил в пильную рамку / М.В.Боярский, О.Г.Тарасова // *Деревообрабатывающая промышленность*. – 2008. – № 4. – С. 13-14. (0,125/0,07).

13. Боярский, М.В. Анализ видов покоробленностей и способов их измерения / М.В.Боярский, О.Г.Тарасова // *Вестник МарГТУ*. – 2010. – № 3. – С. 76-92. (0,44/0,28).

В книгах

14. Федюков, В.И. Инженерные методы обеспечения качества продукции в деревообработке: учебное пособие с грифом УМО / В.И. Федюков, М.В. Боярский, О.Г. Тарасова. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 191 с. (11,2 / 2,22).

Научные статьи, материалы, тезисы

15. Тарасова, О.Г. Исследование кривизны и разнотолщинности пиломатериалов при асплювке брусьев на лесорамах 2-го ряда ОАО «ДЮЗ» / О.Г. Тарасова, А.Е. Васильева // *Сб. статей студентов, аспирантов и докторантов по итогам научно-технических конференций МарГТУ*. – Йошкар-Ола, 2003. – С.212-213. (0,125 / 0,10).

16. Боярский, М.В. Анализ стандартных норм допускаемой покоробленности при распиловке на вертикальных лесопильных рамах / М.В. Боярский, О.Г. Тарасова // *Материалы 7-го Всероссийского совещания-семинара «Инженерно-физические проблемы новой техники»*. – 1.; 2003. – С.101-102. (0,125 / 0,05).

17. Боярский, М.В. Анализ погрешностей распиловки пиломатериалов на лесопильных рамах / М.В. Боярский, О.Г. Тарасова, И.В. Акинчина // *Сборник докладов студентов и аспирантов на Всерос. науч.-техн. конф.* – Тольятти: 2004. – С.12-14. (0,19 / 0,08).

18. Боярский, М.В. Учебная практика: методические указания для студентов специальностей 072000 и 340100 очной формы обучения / М.В. Боярский, О.Г. Тарасова. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 28 с. (1,3 / 0,8).

19. Боярский, М.В. Точность распиловки как фактор обеспечения конкурентоспособности продукции / М.В. Боярский, О.Г. Тарасова, Ю.В. Полищук // *Сборник материалов VIII Всероссийского форума молодых ученых и студентов*. – Екатеринбург, 2005. – С. 33. (0,06 / 0,02).

20. Анисимов, Э.А. Гармонический анализ кривизны досок / Э.А. Анисимов, М.В. Боярский, О.Г. Тарасова // *Материалы ежегодной региональной научно-практической конференции*. Красноярск, 2005. – С. 30-34. (0,25 / 0,08).

21. Состояние и перспективы управления качеством и сертификации продукции из древесины / В.И. Федюков, О.Г. Тарасова, М.В. Боярский и др. // *7-я Международная научно-техническая конференция*. – Брянск, 2006. – С. 173-175. (0,25/0,083)

22. Тарасова, О.Г. Анализ методов измерения кривизны пиломатериалов / О.Г. Тарасова // *Сб. статей студентов, аспирантов, докторантов и ППС по итогам науч.-техн. конф. МарГТУ*. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – С. 146-149. (0,19 / 0,19).

23. Боярский, М.В. Устройство для проверки точности установки пил на лесопильных рамах / М.В.Боярский, О.Г.Тарасова, А.Г. Столярова // *Сб. статей по итогам Междунар. науч.-техн. конф. Ч. 2. МарГТУ*. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. – С.18-19. (0,125 / 0,05).

24. Тарасова, О.Г. Мониторинг нормативной документации на двухэтажные лесопильные рамы / О.Г.Тарасова // *Сб. статей студентов, аспирантов, докторантов и ППС по итогам науч.-техн. конф. МарГТУ*. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. – С.80-82. (0,19 / 0,19).

25. Боярский, М.В. Анализ способов измерения кривоватости пиломатериалов / М.В.Боярский, О.Г. Тарасова; Марийский государственный технический университет. Йошкар-Ола, 2008. – 6 с.: ил. – 4. – Библиогр.: 7 назв. – Рус. – Деп. в ВИНТИ 28.01.2009, 47-В2009 (0,56/ 0,35).
26. Боярский, М.В. Способы измерения продольной кривизны пиломатериалов / М.В.Боярский, О.Г.Тарасова; Марийский государственный технический университет. – Йошкар-Ола, 2008. – 7 с.: ил. – 9. – Библиогр.: 8 назв. – Рус. – Деп. в ВИНТИ 28.01.2009, № 48-В 20 (0,5/0,3).
27. Боярский, М.В. Устройство для проверки параллельности установочной линейки к нижнему переднему вальцу лесопильной рамы / М.В.Боярский, О.Г.Тарасова, В.С.Закорюкин // Сб. статей по итогам Междунар. науч.-студ. конф. / МарГТУ. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. Ч.1. – С. 231-233. (0,18 / 0,07).
28. Пути повышения конкурентоспособности пиломатериалов / М.В.Боярский, О.Г.Тарасова // Вестник МарГТУ. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. – №3. – С. 47-57. (0,625 / 0,32).
29. Тарасова, О.Г. О применении гармонических уравнений для повышения качества пилопродукции / О.Г. Тарасова, В.С. Закорюкина, М.В. Сазанова, Л.Н. Губайдуллина // Сб. статей по итогам третьей Междунар. науч.-практ.конф. / ПВГУС. – Тольятти, 2009. – Ч.2. С.106-111 (0,375/0,2).
30. Тарасова, О.Г. Исследование объектов технического регулирования в деревообработке / О.Г. Тарасова // Сб. статей студентов, аспирантов, докторантов и ППС по итогам науч.-тех. конф. МарГТУ. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. – С.106-109 (0,24/0,24).
31. Тарасова, О.Г. Лесопильное оборудование как объект диагностирования / Тарасова О.Г.; Марийский государственный технический университет. – Йошкар-Ола, 2011. – 14 с.: ил. – 1, табл. 1. – Библиогр.: 18 назв. – Рус. – Деп. в ВИНТИ 4.03.2011, № 109-В 2011 (0,9/ 0,9)
Всего печат. листов автора – 8,32

Подписано в печать 07.11.2011.
Усл. печ. л. 1,0. Печать офсетная.
Тираж 100 экз. Заказ № 4723

Редакционно-издательский центр
Марийского государственного технического университета
424006 Йошкар-Ола, ул. Панфилова, 17