

УДК 621.993.6

М. В. Боярский, О. Г. Тарасова

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ И ЛЕСОПИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ (на базе двухэтажной лесопильной рамы)

Разработана схема комплексной системы диагностирования, позволяющая осуществлять оперативный контроль качества сырья, пиломатериалов и технического состояния оборудования для принятия объективных управляющих решений на основе анализа информации об объектах диагностирования. Составлен алгоритм диагностирования пиломатериалов и лесопильного оборудования в качестве основы для углубленной проработки основных стандартных положений диагностирования в лесопилении.

Ключевые слова: модель управления процессом пиления, система диагностирования, алгоритм диагностирования, лесопильная рама (ЛР), пиломатериалы (ПМ), контролепригодность, технический контроль, оперативный контроль качества.

Введение. Программа Правительства России и Совета по развитию лесного комплекса до 2020 года предлагает механизмы оптимизации лесопользования, таможенно-тарифного регулирования, экспорта необработанной низкосортной древесины и глубокой обработки древесного сырья. Основой для эффективного использования древесины в деревообработке является выработка качественных пиломатериалов.

Повышение качества российской пилопродукции, ее конкурентоспособности позволит не только вернуть утраченные экспортные позиции, но и создаст благоприятные условия для более эффективной конкуренции продукции всей деревообрабатывающей промышленности как внутри страны, так и на внешнем рынке. Основное направление для решения этой проблемы – совершенствование стандартных и (или) разработка новых методов повышения точности существующего оборудования, обладающего достаточным эксплуатационным ресурсом. Многие исследователи, проводя сравнения по производительности и качеству пиления на ЛР и ленточно-пильных станках, отмечая их достоинства и недостатки, приходят к выводу о комплексном использовании обоих видов оборудования в одном потоке: В. И. Онегин, А. Н. Чубинский [1], Г. Ф. Прокофьев [2], В. Виноградский, П. Ланца [3] и др.

Организация процесса производства и контроля невозможна без использования нормативной документации. Анализ позволил установить, что применяемая в лесопилении документация на методы контроля ПМ по ГОСТ 2140 [4] и ЛР по ГОСТ 10294 [5] не согласована с ГОСТ 25338 [6] и практически не актуализирована [7–10].

Несмотря на значительный износ лесопильного оборудования, возможно эффективное использование рамных потоков при проведении налаженного технического обслуживания на основе данных объективного и оперативного контроля его состояния. Широкое применение современных знаний в области управления качеством, стандартизации и диагностирования позволит ЛР обрести «второе дыхание» [3] на основе:

- 1) всеобщего управления качеством (TQM) и стандартов серии ИСО 9000;
- 2) совершенствования стандартных требований по диагностированию состояния оборудования и ПМ;

3) совершенствования стандартных требований по оперативному контролю за геометрической и технологической точностью настройки и работы оборудования.

Современное состояние лесопильного оборудования (с техническим износом до 70 %) ставит перед специалистами задачу по созданию комплексной системы *диагностирования лесопильного оборудования* с разработкой новых методик, адаптированных к состоянию машин и механизмов, позволяющей *оперативно*, с минимальными затратами осуществлять мониторинг процесса пиления и технического состояния оборудования и, соответственно, обеспечить необходимое качество изготавливаемой продукции.

Цель работы: поиск путей для повышения качества ПМ и ЛР.

Решаемые задачи:

1) изучение нормативных документов и технической литературы на методы контроля точности изготовления ПМ, геометрической и технологической настройки ЛР и околорамного оборудования для выявления показателей качества, характеризующих состояние объектов при диагностировании, и требований к ним;

2) анализ существующего положения с диагностированием ПМ и ЛР;

3) выявление первоочередных мероприятий по совершенствованию системы оперативного диагностирования (составление алгоритма диагностирования);

4) разработка схемы комплексной системы оперативного диагностирования лесопильного оборудования на основе установления логических связей между дефектами, диагностическими признаками и причинами появления дефектов.

Для обеспечения качества продукции в отраслях приборо-машино-авиастроения и др. уже давно применяются системы диагностирования, обобщенные в ГОСТ 26656 [11], ГОСТ 20911 [12]. Однако до лесопиления их рекомендации «не дошли». Аналогичная работа велась по системе планово-предупредительных ремонтов, по разработке РТМ, других видах работ, но не нашла отражения в стандартах.

Существующая на предприятиях отрасли система контроля качества пиломатериалов, основанная на устаревших стандартизованных методах контроля, не обеспечивает мониторинг изменения качества пилопродукции, так как не дает возможность объективно его оценить и диагностировать состояние лесопильного оборудования по схемам, установленным в нормативной документации. На многих лесопильных предприятиях практически имеется система диагностирования ПМ и ЛР, но, к сожалению, основанная на **визуальном** контроле **технического брака** (наличие крыловатости, кривизны и т.д.) опытными контролерами или самими рабочими. Основной вид **объективного** контроля – это измерение толщины бруса (или необрезных досок) при первом проходе и сечения обрезных досок при втором проходе. Цель управления качеством состоит в предотвращении появления несоответствующей продукции на основе оперативного контроля над негативными тенденциями в изменении качества.

В основе анализа существующего положения с диагностированием в лесопилении лежит установление и соотнесение основных понятий по контролю состояния объектов исследования – ПМ и ЛО с терминологией из области диагностирования, т.к. в данной отрасли эти термины [12] применяются пока достаточно редко.

Объект диагностирования (изделие, подлежащее диагностированию) – пиломатериал обрезной или необрезной (пласти, кромки, торцы) и лесопильное оборудование (в данном случае двухэтажная лесопильная рама и околорамное оборудование).

Техническое состояние объектов оценивается значениями параметров объектов:

– ПМ по ГОСТ 2140, ГОСТ 8486, ГОСТ 10294;

– ЛО по ГОСТ 25338, ГОСТ 10294, Паспорта на соответствующее оборудование, РТМ.

Техническая диагностика ПМ и ЛО включает теорию, методы и средства определения технического состояния объектов. Теоретические разработки и практические исследования по оценке данных объектов представлены нормативной документацией [5, 6, 13, 14], тех-

нической и научной литературой [2, 7, 8, 10, 15, 16]. Методы и средства контроля регламентированы требованиями нормативных документов ГОСТ 2140, ГОСТ 8486, ГОСТ 10294, ГОСТ 25338. Установлено, что ряд стандартных методик не содержат необходимые схемы проверок и виды средств контроля, что не дает возможность осуществить диагностирование состояния ПМ и ЛО.

Техническое диагностирование ПМ и ЛО заключается в определении технического состояния объектов. Это возможно осуществить при установлении диагностических признаков, характеризующих состояние объектов исследования, и необходимого и достаточного перечня контролируемых показателей [10] с разработкой алгоритма диагностирования (совокупности предписаний, определяющих последовательность действий при проведении диагностирования): контроль состояния объекта → определение причин неисправности (дефекта) → прогнозирование состояния или процесса [12].

Диагностическая модель содержит формализованное описание объекта в разных формах: аналитической, табличной, графической и др. Подобные формализованные описания причинно-следственных связей для рамной распиловки (связь дефектов ПМ с дефектами настройки ЛР) имеются во многих источниках (научной, технической и учебной литературе) и в разном виде (чаще всего в виде таблиц, реже в виде графиков).

Диагностическое обеспечение включает комплекс правил, методов, алгоритмов и средств контроля. В лесопилении оно представлено нормативными документами и техническими средствами по контролю ПМ и ЛО, нуждающимися в настоящее время в пересмотре и разработке новых. Особенность диагностики в лесопилении – это двойное понимание «отказа» оборудования (или сбоя в его работе). Если отказ транспортного средства выражается в неспособности выполнять заданную функцию, то в лесопилении такой прямой отказ оборудования дополняется неспособностью производить качественный пиломатериал.

Применение методов управления качеством и технической диагностики дает возможность выявить недостатки в существующей практической системе диагностики и управления качеством пиломатериалов и оборудования.

Применительно к процессу пиления можно выделить основные цели технической диагностики:

- оценка технического состояния оборудования;
- оценка технических погрешностей пиломатериалов;
- установление количественных связей между погрешностями ПМ и ЛО;
- организация обслуживания и ремонта оборудования по результатам контроля: во-первых, по наличию и распределению погрешностей по длине доски; во-вторых, по техническому состоянию оборудования;
- оценка целесообразности дальнейшей эксплуатации оборудования с учетом прогнозирования его технического состояния при выявленных дефектах.

В соответствии с имеющимися рекомендациями ГОСТ 20911 [12] существующая система диагностирования в лесопилении нуждается в существенной доработке.

На основе отечественного опыта и нормативной документации по техническому диагностированию на контролепригодность [10–12] для лесопильного оборудования можно сформулировать следующий алгоритм:

- 1) установление диагностических признаков и показателей качества готовой продукции, видов дефектов;
- 2) контроль пилопродукции и технического состояния оборудования;
- 3) анализ полученной информации;
- 4) поиск места и причин появления несоответствующей продукции (с крыловатостью, волнистым пропилом, кривизной, мшистостью, рисками, неправильным размером по длине и ширине и т.д.) и отклонений в положении механизмов лесопильного и околорамного оборудования;

5) прогнозирование качества продукции по существующему техническому состоянию оборудования;

6) разработка соответствующих мероприятий по управлению процессом.

В частности, диагностические признаки ПМ и ЛО возможно представить в виде матрицы распределения дефектов обработки в зависимости от причин их появления. За основу берутся основные виды дефектов (Д1 – кривизна, Д2 – крыловатость, Д3 – волнистый пропил, Д4 – неправильный размер по толщине или ширине), на появление которых основное влияние оказывает техническое состояние оборудования и причины их появления: И1 – режущий инструмент, полотно и зубья рамных пил (около 14), И2 – межпилльные прокладки (около 3); И3 – лесопильная рама (около 11), И4 – околорамное оборудование (около 11), И5 – персонал (около 6). Более подробно распределение причин появления погрешностей пиломатериалов рассмотрено авторами по методологии «5М», предусматривающей разделение по следующим направлениям: механизмы, материалы, персонал, методы, менеджмент, окружающая среда [8].

Ввиду большого количества причин, вызывающих появление дефектов, в нашей работе выявление диагностических признаков ограничено только ПМ. Авторами разработана и предложена схема (рис.1) установления логических связей между дефектами (их признаками) и причинами возникновения дефектов пиломатериалов.

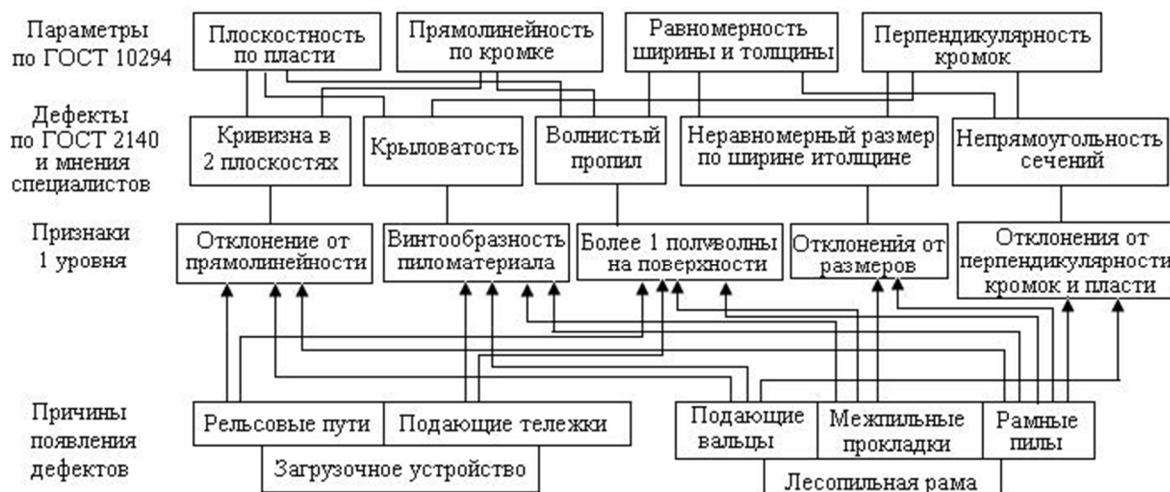


Рис.1. Структурная схема установления логических связей для пиломатериалов

В общей сложности для четырех основных видов дефектов (указанных в ГОСТ 2140 и согласно мнений специалистов) определено четыре вида признаков I уровня. Для комплексной системы оперативного диагностирования состояния продукции и оборудования авторами предложено разделение всех диагностических признаков на три уровня: один для пиломатериалов и два – для оборудования, как сложной системы. Первый уровень определен для пиломатериалов, так как ее качественные характеристики служат индикатором для оценки точности настройки и работы оборудования. Данная классификация позволяет в первую очередь осуществить визуальную оценку состояния продукции и машин по внешним диагностическим признакам, а во вторую – осуществлять количественную оценку с применением средств измерения.

Конструкция объекта (лесопильной рамы) и его составных частей должна обеспечивать доступ средств диагностирования к контрольным точкам или сечениям без разборки узлов и механизмов и исключать возможность повреждения объектов при присоединении средств диагностирования (контроля). Улучшение качества диагностирования и уменьшение дефектной продукции возможно за счет повышения контролепригодности оборудования. Конструкция

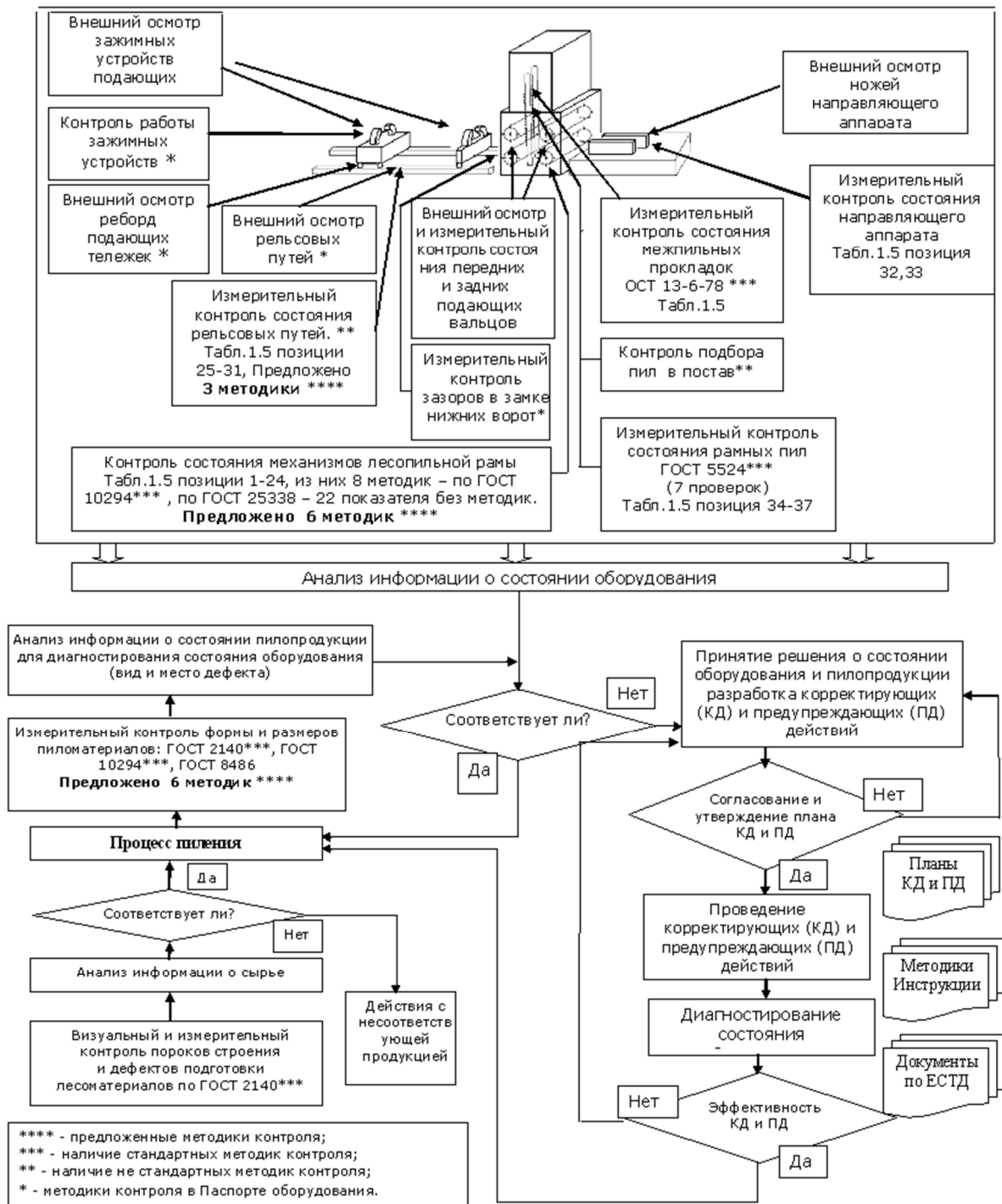


Рис.2. Блок-схема комплексной системы диагностирования лесопильного оборудования и пиломатериалов

лесопильной рамы контролепригодна практически без дополнительной разборки при открытии верхних и нижних передних ворот. Анализ источников позволил выявить более 50 показателей, из которых только около 30 % имеют стандартные методики проверки.

Одним из основных показателей, характеризующих приспособленность объектов к диагностированию по ГОСТ 26656 [11] является коэффициент безразборного диагностирования $K_{б.д.}$, в соответствии с предложенной комплексной системой диагностирования (рис. 2) $K_{б.д.} = \Pi_k / \Pi_n = 44/53 = 0,83$, что положительно характеризует предложенную систему (где Π_k – число контролируемых параметров изделия данного вида диагностирования, для измерения которых не требуются демонтно-монтажные работы; Π_n – общее число контролируемых параметров данного вида диагностирования).

Новизной разработанной блок-схемы комплексной системы является предложение оперативных проверок и объединение в систему показателей, характеризующих качество пиломатериалов, инструмента (рамные пилы), приспособлений (межпилльные прокладки), механизмов лесопильной рамы и околорамных механизмов, требования к которым представлены широким спектром источников (ОСТ, ГОСТ и технической литературы).

При разработке систем диагностирования авторами предложен ряд методик (на большую часть которых получены патенты на изобретения), позволяющих оценить:

– качество пилопродукции, в частности продольную покоробленность и крыловатость – 6 методик, например [17];

– техническое состояние оборудования, в частности взаиморасположения частей механизма подачи – 7 методик, например [18].

Применение методик оперативного контроля позволит своевременно выявлять негативные тенденции в изменении качества пиломатериалов и предотвращать появление несоответствующей продукции путем проведения предупреждающих действий. Техническая диагностика предусматривает, в первую очередь, установление и изучение признаков, характеризующих наличие дефектов. В технической литературе по диагностированию, в основном, рассматриваются дефекты механизмов, узлов и устройств для предотвращения явных аварийных ситуаций или для прогнозирования возможных отклонений в режимах их работы путем внешнего осмотра или с использованием средств диагностирования.

Создание продукта, удовлетворяющего требованиям потребителя, возможно только тогда, когда все участники этого процесса (особенно производители) ясно представляют цели и пути повышения качества, активно и осознанно взаимодействуют в этом процессе на взаимовыгодных условиях. Этой обоюдной выгоде способствует применение принципов TQM (Total Quality Management – Всеобщее управление качеством) любой организацией, нацеленной на качество; подход, основанный на участии всех ее членов и направленный на достижение долгосрочного успеха через удовлетворение требований потребителя с выгодой для изготовителя и общества. Этому условию отвечает налаженная система оперативного контроля качества продукции и технического состояния машин и механизмов.

Выводы.

1. Опыт успешного производства экспортных ПМ на ЛР говорит о состоятельности экспертных оценок специалистов, принятых в качестве основы для установления взаимосвязи между дефектами ПМ и лесопильным оборудованием.

2. Организация объективного инструментального оперативного контроля качества ПМ позволит перейти от визуального выявления брака к объективной оценке появления негативных тенденций и предупреждению появления несоответствующей продукции, повышению качества и конкурентоспособности пиломатериалов.

3. Предложены алгоритм и схема (модель) комплексной системы диагностирования, позволяющие наглядно представить взаимосвязи данных о качестве сырья, пиломатериалов и технического состояния оборудования.

4. Проведенные авторами разработки по совершенствованию технических средств контроля позволяют повысить контролепригодность ПМ и ЛР.

Для внедрения диагностирования ПМ и ЛР необходимо завершить:

- установление диагностических признаков объектов ПМ и ЛР;
- разработку и усовершенствование методик (включая средства технического диагностирования), предусматривающих оперативный контроль качества ПМ и технического состояния ЛР с установлением причинно-следственных связей, позволяющих определить место и причины появления несоответствующей продукции и ухудшение состояния оборудования;
- формирование оперативной системы диагностирования с принятием решений в виде корректирующих и предупреждающих действий на основе объективной информации.

Список литературы

1. *Онегин, В.И.* Стратегические направления развития деревообрабатывающей промышленности России / В.И. Онегин, А.И. Чубинский // *Деревообрабатывающая промышленность*. – 2000. – № 5. – С. 2-5.
2. *Прокофьев, Г.Ф.* Пути повышения эффективности рамного пиления / Г.Ф. Прокофьев. – М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1982. – 32 с.
3. *Виноградский, В.* Лесопильные рамы: есть ли у прошлого будущее / В. Виноградский, П. Ланца // *Дерево RU*. – 2004. – Март-апрель. – С 44-46.
4. ГОСТ 2140 – 81. Пороки древесины. Классификация. Термины и определения, способы измерения. – Введ. 1970.01.01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1981. – 45 с.
5. ГОСТ 10294 – 90. Рамы лесопильные вертикальные двухэтажные. Основные параметры. Нормы точности. – Введ. 1990-01-03. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1990. – 8 с.
6. ГОСТ 25338 – 82. Оборудование деревообрабатывающее. Испытания на точность. Общие требования. – Введ. 1982.16.07. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1982. – 5 с.
7. *Боярский, М.В.* Анализ видов покоробленностей и способов их измерения / М.В. Боярский, О. Г. Тарасова // *Вестник МарГТУ. Сер.: Лес. Экология. Природопользование*. – 2010. – № 3. – С. 76-92.
8. *Боярский, М.В.* Пути повышения конкурентоспособности пиломатериалов / М. В. Боярский, О. Г. Тарасова // *Вестник МарГТУ. Сер.: Лес. Экология. Природопользование*. – 2009. – №3. – С.47-57.
9. *Тарасова, О.Г.* Исследование объектов технического регулирования в деревообработке / О.Г. Тарасова // *Сб. статей студентов, аспирантов, докторантов и ППС по итогам научно-техн. конф. МарГТУ*. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. – С.106-109.
10. *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.
11. ГОСТ 26656 – 85. Техническая диагностика. Контролепригодность. Общие требования. – Введ. 1987-01-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1985. – 14 с.
12. ГОСТ 20911 – 89. Техническая диагностика. Термины и определения. – Введ. 1989-26-12. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1989. – 10 с.
13. ГОСТ 5524 – 75. Пилы для вертикальных лесопильных рам. – Введ. 1975-20-02. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1975. – 8 с.
14. ОСТ 13-6-78. Прокладки межпильные для вертикальных лесопильных рам. – Введ. 1978.01.01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1978. – 18 с.
15. *Анисимов, Э.А.* Гармонический анализ кривизны досок / М.В. Боярский, Э.А. Анисимов, О.Г. Тарасова // *Материалы ежегодной региональной научно-практической конференции*. – Красноярск, 2005. – С.30-34.
16. *Тарасова, О.Г.* Мониторинг нормативной документации на двухэтажные лесопильные рамы / О.Г. Тарасова // *Сб. статей студентов, аспирантов, докторантов и ППС по итогам научно-техн. конф. МарГТУ*. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. – С.80-82.
17. Пат. 2361174 Российская Федерация, МПК G01B 5/28. Способ измерения продольной покоробленности (кривизны) отдельных обрезных досок / Боярский М.В, Тарасова О.Г.; заявитель и патентообладатель МарГТУ. – RU 2361174 С1; заявл. 25.03.2008; опубл. 10.07.2009; Бюл. № 19. (0,31 / 0,16).
18. 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. – RU 2341368 С1; заявл. 02.05.2007; опубл. 20.12.2008; Бюл. № 35. (0,31 / 0,16).

Статья поступила в редакцию 06.10.11.

Работа выполнена в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» по ГК 2011-1.8-518-010-060.

M. V. Boyarsky, O. G. Tarasova

**SAW TIMBER AND SAWMILL EQUIPMENT DIAGNOSTICS
(on the basis of double-level saw frame)**

A scheme of complex testing system is elaborated. The scheme allows to perform operating quality control of raw materials, saw timber and technical condition of equipment for the enterprises to accept impartial managing decisions on the basis of analysis of information about the objects of diagnostics. An algorithm of saw timber and sawmill equipment in the quality of a base for profound examination of the main standard conditions of diagnostics in sawmilling is made.

Key words: *control model with the process of sawing, testing system, algorithm of diagnostics, saw frame (SF), saw timber (ST), controllability, technical state inspection, operating quality control.*

БОЯРСКИЙ Михаил Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации, сертификации и товароведения МарГТУ. Область научных интересов – деревообработка, режущие инструменты. Автор более 80 публикаций.

E-mail: BoyarskijMV@marstu.net

ТАРАСОВА Ольга Германовна – доцент кафедры стандартизации, сертификации и товароведения МарГТУ. Область научных интересов – сертификация, стандартизация, разработка нормативной документации, исследование качества мебели и изделий из древесины, деревообработка. Автор более 45 публикаций.

E-mail TarasovaOG@marstu.net