

Разработанные материалы обладают высокими физико-механическими показателями и являются конструкционным, что позволяет применять их (рисунок 8) в изготовлении необходимых конструкций мебели, дверей, стеновых панелей, ширм и других конструкций специального назначения. Материал можно облицовывать и производить отделку разнообразными лакокрасочными материалами, тем самым, улучшая его внешний вид.

Разработанные материалы обладают оригинальными конструктивно-декоративными особенностями, хорошими свойствами для монтажа, хорошо обрабатываются на деревообрабатывающем оборудовании.

**Рогожникова И.Т., Новоселов В.Г.** (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

[nauka-les@yandex.ru](mailto:nauka-les@yandex.ru)

## **КРИТЕРИИ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЕРЕВООБРАБОТКИ ПО ПАРАМЕТРУ КАЧЕСТВА «ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ»**

### *THE DEFINITION MEANS OF WOODWORKING TECHNOLOGY SYSTEMS RELIABILITY ON THE QUALITY INDEX "THE SURFACE ROUGHNESS ". CRITERIA, METHODS AND MEANS*

Согласно ГОСТ 15467-79 [1], качество продукции – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Следовательно, качество продукции деревообработки – это не только степень насыщенности их пороками древесины, как принято считать в лесопилении и отраслях, потребляющих пиломатериалы, а также совокупность потребительских (эксплуатационных) свойств, таких как размер, форма, прочность, шероховатость обработанной поверхности, биостойкость, влажность, декоративность и т.д.

Шероховатость поверхности изделий из древесины оказывает непосредственное влияние на многие технологические и эксплуатационные свойства деталей в целом и является важным производственным фактором, с которым связан расход материалов и технико-экономическая эффективность многих технологических операций таких, как склеивание, шлифование, покрытие лаком и др. Нельзя забывать и о эстетических свойствах древесины – отражающую и поглощающую способность, на которую непосредственно оказывает влияние шероховатость поверхности.

Актуальность проблемы получения необходимого качества обработанной поверхности древесины в настоящее время становится всё более значимой в связи с повышением требований к качеству продукции деревообработки и получения наибольшего экономического эффекта для предприятия.

Технологическая система деревообработки в соответствии с ГОСТ 27.004-85 [2] включает в себя функционально взаимосвязанные средства технологического оснащения - станок, предмет производства и исполнителя - станочника по деревообработке,

для выполнения в регламентированных условиях производства заданный технологический процесс или операцию.

Жесткие режимы эксплуатации инструмента при обработке древесины и древесных материалов в станках приводят к высокой интенсивности изнашивания инструмента, быстрому его затуплению, потере режущих свойств и снижению качества обработки. Нарушение технологии и режимов резания древесины, отсутствия должной настройки и наладки системы «станок-инструмент-зготовка» также отрицательно влияет на качество обработки и, в частности, на шероховатость поверхности. Шероховатость обработанной поверхности детали постепенно увеличивается.

Поэтому может наступить событие, когда функционирование технологической системы сохраняется, но происходит выход значения параметра технологического процесса, в данном случае шероховатости поверхности за пределы, установленные в нормативно-технической и конструкторской и технологической документации, и наступает параметрический отказ. Наступает отказ технологической системы деревообработки по параметру качества продукции, в частности по параметру «шероховатость поверхности». Знание закономерности наступления этого состояния в зависимости от конструктивно-технологических факторов процесса обработки древесины позволит объективно устанавливать период стойкости инструмента, время подналадки оборудования и рационально организовать его эксплуатацию и техническое обслуживание.

В связи с этим один из основных показателей качества продукции деревообработки «шероховатость поверхности» принимается нами за критерий надежности технологической системы по параметру качества продукции [3].

Вопросу шероховатости обработанной поверхности древесины уже стало уделяться достаточное внимание с момента появления средств и методов механической обработки. Но изначально не было единого понятия шероховатости поверхности. В конце 19 века, когда изучение шероховатости поверхности изделий стало проводиться на научной основе, встречаются понятия «ровность», «гладкость» древесины при её механической обработке, например, в работах И.А. Тиме [4].

В 1937 году был утвержден и введен в действие ОСТ НКЛес 203 «Термины и обозначения процессов механической обработки древесины», разработанный ЦНИИМОДом. Содержащиеся в этом ОСТе определения шероховатости технически были не определены и были основаны лишь на субъективной оценке шероховатости обработанной поверхности.

Практически обработанная поверхность древесины имеет большое разнообразие неровностей, определяющих качество поверхности. Существенное влияние на шероховатость поверхности древесины оказывает её анизотропия, т.е. обладание различными физико-механическими свойствами по трём взаимно-перпендикулярным направлениям (продольное, поперечное, торцевое), а также неоднородность древесины (различная степень упругости по годовым слоям).

Впервые в 1947 году Ф.М. Манжосом была предложена классификация неровностей для поверхностей древесины. Все неровности Ф.М. Манжос разделяет в зависимости от происхождения на следующие четыре группы: кинематические неровности в виде волн (риск); неровности разрушения – углубления, возникающие в результате скалывания или вырывания отдельных частиц древесины; вибрационные неровности в форме выступов и порогов, образующихся под влиянием вибраций резца или обраба-

тываемой заготовки; структурные неровности, обусловленные наличием естественных пор и сосудов.

Большой вклад по изучению чистоты поверхности древесины, её классификации, определения классов обработки, методов контроля, зависимости влияния режимов резания на шероховатость поверхности внес Б.М. Буглай [5]. В начале 1950-х годов Б.М. Буглай предложил свою классификацию неровностей поверхностей древесины.

На основе работ под руководством Б.М. Буглая был подготовлен и утвержден ГОСТ 7016-54 «Чистота поверхности древесины. Определения и классификация», который установил 10 классов чистоты поверхности. В дальнейшем в 1968 году данный ГОСТ изменил название на «Древесина. Классы шероховатости и обозначения», в котором понятие «чистоты поверхности» заменяется понятием «шероховатость поверхности». В 1982 году в связи с развитием технического прогресса и технологий деревообработки данный ГОСТ получил название «Изделия из древесины и древесных материалов. Параметры шероховатости поверхности» [6], который действует и по настоящее время.

А.Л. Бершадский [7] к классификации по М.Б. Буглая добавил определения неровностей обработки древесины с нерегулярным и регулярным шагом, характеризующимися размерными показателями в виде неровностей разрушения, наличием или отсутствием ворсистости и мшистости, неровностей разрушения от неправильно выбранных режимов резания или нарушения технологий.

В.Н. Невзоров [8] ввел понятие субмикронеровности, под которым предложил понимать неровности поверхности древесины на молекулярном уровне.

Мы предлагаем в определении погрешностей обработки изменить понятие макронеровности на неровности формы детали и ввести новое понятие микронеровности. Под макронеровностями М.Б. Буглай рассматривал погрешности геометрической точности продукции деревообработки, например неплоскостность поверхностей (крыловатость, коробление и т.п.) и относил к категории точности, а не чистоты обработки. Нами предлагается под понятием макронеровности рассматривать неровности разрушения с нерегулярным шагом – ворсистость, мшистость, вырыв, скол, а также неровности разрушения с регулярным шагом – кинематическая волнистость, вибрационные неровности. Классификация неровностей обработанной поверхности древесины приведена на рисунке.

К микронеровностям мы предлагаем отнести неровности разрушения с регулярным шагом – неровности упругого восстановления, обработочные риски и в некоторых случаях учитывать анатомические неровности поверхности, согласно ГОСТ 7016-82. Необходимо отметить, что микронеровности на каждой поверхности древесины являются случайными дефектами, тогда как кинематическая волнистость и вибрационные неровности носят регулярный характер и зависят от диаметра окружности резания, припуска на обработку, количества резцов, от настройки и наводки режущего инструмента.

Возвращаясь к истории вопроса о шероховатости поверхности древесины необходимо отметить работу Н.А. Кряжева [9] по изучению зависимости шероховатости поверхности древесины от условий и режимов резания при наиболее распространенном режиме резания как по многообразию выполняемых работ, так и по удельному весу в технологическом цикле – цилиндрическом фрезеровании. Н.А. Кряжев подробно рассмотрел влияние параметров и режимов резания на шероховатость поверхности таких,

как подача на резец, угол резания, степень затупления инструмента, глубина фрезерования, скорости подачи и резания и т.д.



Рисунок – Классификация неровностей обработанной поверхности древесины

ГОСТ 7016-82 регламентирует набор из пяти параметров шероховатости обработанной поверхности  $Rm_{max}$ ,  $Rm$ ,  $Rz$ ,  $Ra$ ,  $Sz$ . Четыре первых параметра характеризуют высоту неровностей, а пятый – шаг неровностей. Единица измерений данных параметров – микрометр (мкм).

$Rm_{max}$  - среднее арифметическое высот отдельных наибольших неровностей на поверхности,  $Rm$  - наибольшая высота неровностей профиля до высшей и низшей точек от средней линии профиля,  $Rz$  - высота неровностей профиля по десяти точкам при отсчете от базовой линии,  $Ra$  - среднее арифметическое абсолютных отклонений профиля,  $Sz$  - средний шаг неровностей профиля по впадинам.

Числовые значения параметров шероховатости  $Rm_{max}$ ,  $Rm$ ,  $Rz$  находятся в диапазоне от 2,5 до 1600 мкм. Числовые значения параметра шероховатости  $Ra$  находятся в диапазоне от 0,50 до 100 мкм.

Оценка точности результатов измерения шероховатости поверхности производится несколькими метрологическими методами по ГОСТ 15612-78 [10]: профильный метод - оптический метод светового сечения и теневого сечения с применением микроскопов и профильный метод - профилометрирование и профилографирование с использованием профилографов-профилометров; метод визуального сравнения с образцами шероховатости поверхности (эталоны); метод с применением индикаторных приборов; метод контроля по образцовым деталям.

Все данные метрологические методы имеют свои преимущества и недостатки. На предприятиях широко применяется метод по образцам (эталоны) и образцовым деталям, но данный метод не носит объективного характера контроля качества обрабо-

танной поверхности, т.к. во многом зависит от квалификации контролера и степени износа образцов-эталонов и образцов-сравнения. Индикаторный метод (например, индикаторные глубиномеры И 402, И 405) позволяет измерять только крупные неровности на контролируемой поверхности размером от 500 до 1600 мкм, которые изначально необходимо выбрать визуально, т.е. опять не исключена субъективная оценка контролера. Оптические методы с применением, например, двойных микроскопов МИС-11 и ТСП-4М дают точные результаты качества обработанной поверхности, но несут трудоемкий характер измерений и требуют точной настройки микроскопов. Еще одним недостатком данного метода является разный диапазон измерений, так для МИС-11 диапазон измерений от 6 до 63 мкм, а для ТСП-4М – от 60 до 500 мкм, тогда как для продольного цилиндрического фрезерования пределы шероховатости поверхности находятся от 16 до 250 мкм. Профильный метод с применением профилографа-профилометра носит объективный характер, определяемый только качеством оборудования и его настройкой, однако также необходим профессионализм контролера. Недостатком метода с применением профилографа-профилометра является достаточно высокая цена оборудования, что не всегда под силу, например, малым предприятиям. В настоящее время возникают трудности в приобретении профилографов-профилометров для измерения шероховатости обработанной древесины из-за того, что практически отсутствуют предприятия-изготовители данных приборов. Профилометр ПМД 2-100 выпускает по индивидуальным заказам предприятие ООО «Микроавтоматика» г. Пензы. Необходимо отметить, что достоинством применения данного профилометра является то, что прибор имеет оптимальный для поверхности обработанной древесины диапазон измерений от 0,5 до 800 мкм.

Производители, стремящиеся изготавливать качественную продукцию деревообработки, соответствующую международным стандартам качества, контролирующей надежность технологической системы деревообработки по параметрам качества продукции, в частности, по параметру качества «шероховатость поверхности» будут стремиться применять объективный и научный метод профилографирования-профилометрии.

### Библиографический список

1. ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. [Текст]. Введ. 1979-26-01. М.: Госстандарт России: изд-во стандартов, 2002. 15 с.
2. ГОСТ 27.004-85 Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения. [Текст]. Взамен ГОСТ 22954-78; введ. 1986-07-01. М.: Госстандарт России: изд-во стандартов, 2002. 18 с.
3. Новосёлов В.Г. Теоретическое исследование надежности технологической системы деревообработки по параметру качества продукции «шероховатость поверхности» [Текст]/ В.Г.Новосёлов, И.Т. Рогожникова // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: материалы международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 20-21 сентября 2006 г./ Екатеринбург: Урал.гос.лесотехн.ун-т., 2006. С.117-122.
4. Вороницын В.К. Исследование и разработка ультразвукового метода контроля шероховатости поверхности изделий из древесины и древесных материалов [Текст]:

дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05: утв. 04.04.73 / Вороницин Владимир Константинович. М., 1972. 176 с. Библиогр.: с. 127-134.

5. Буглай Б. М. Исследование и нормализация чистоты поверхности древесины [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук: 05.21.05: защищена 19.06.57: утв. 31.05.58 / Буглай Борис Мартынович. М., 1957. 356 с. Библиогр.: с. 346-356. т. 1-2.

6. ГОСТ 7016-82 Изделия из древесины и древесных материалов. Параметры шероховатости поверхности [Текст]. Введ. 1983-07-01. М.: Госстандарт России: изд-во стандартов, 2002. 8 с.

7. Бершадский А.Л. Резание древесины [Текст] / Л.А.Бершадский, Н.И. Цветкова; Минск: Высшая шк., 1975. 304 с.

8. Невзоров В.Н. Надежность машин и оборудования. Ч.1 [Текст]: учеб. пособие для студентов технических специальностей вузов / В.Н. Невзоров, Е.В. Сугак; Красноярск: Сибирский государственный технологический университет, 1998. 240 с.

9. Кряжев Н.А. Цилиндрическое и коническое фрезерование древесины [Текст] / Н. А. Кряжев; М.: Гослесбумиздат, 1963. 184 с.

10. ГОСТ 15612-78 Изделия из древесины и древесных материалов. Методы определения параметров шероховатости поверхности [Текст]. Введ. 1980-01-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 1979. 13 с.

**Сазонова Е.А.** (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

[saz-elena@yandex.ru](mailto:saz-elena@yandex.ru)

### **ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЛЕСОЗАГОТОВОК**

#### *THE POWER APPROACH IN THE PERFORMANCE ESTIMATION OF TECHNOLOGICAL LOGGING PROCESSES*

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам экономии энергии и топлива в лесной отрасли, а также проблеме замены, где это возможно и целесообразно, дефицитного нефтегазового сырья древесной биомассой, которая возобновляется при жизнедеятельности лесных массивов. Однако необходимо оценить возможности энергетического использования древесной биомассы. При этом следует исходить из того, что производительность лесов как источников энергии ограничена не столь высоким пределом. Ведь годовой прирост древесины в лесах эквивалентен по энергии всего 12...13% годового расхода горючих ископаемых. Таким образом, важнейшей задачей лесного хозяйства является создание высокопродуктивных насаждений с минимальным оборотом рубки, заготовка леса, лесовозобновление, защитное лесоразведение, рубки ухода и другие лесохозяйственные мероприятия, направленные на возмещение ущерба, наносимого окружающей среде.

В связи с постоянным ростом цен на энергетические ресурсы, дефицитом топлива и необходимостью выбора вариантов его замены существенное значение приобретает один из основных показателей любого технологического процесса – энергоем-