

Исследование процесса образования поверхностей изделий из древесины при механической обработке

А.В. Сергеевичев^a, И.И. Костюков^b, Ар.А. Федяев^c, М.А. Дедерер^d

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, Институтский пер., 5У, Санкт-Петербург, Россия

^a 910sav@gmail.com, ^b spb.kostyukov@mail.ru, ^c art_fedyaev@mail.ru, ^d sp1kexx89@gmail.com

^a <https://orcid.org/0000-0003-3655-207X>, ^b <https://orcid.org/0000-0002-3629-8190>,

^c <https://orcid.org/0000-0001-8036-7432>, ^d <https://orcid.org/0000-0002-1589-0734>

Статья поступила 16/06/2025, принята 08.09.2025

Целью работы является повышение качества продольного пиления древесины дисковыми пилами путём изучения закономерностей образования поверхностей при открытом и полузакрытом резании. Для достижения поставленной цели решаются задачи по определению влияния на качество обработанной поверхности при механической обработке древесины и толщину слоя под ней со следами разрушения ориентации плоскости резания в стволе при изменении толщины стружки, угла резания, затупления резца и влажности древесины. Резание древесины на основе деления ее на части твёрдыми режущими инструментами предопределяет переход некоторой части древесины в стружку, являющейся материалом с низкими конструктивными свойствами. При механической обработке древесины образуется достаточно большое количество стружки, что приводит к возникновению проблемы использования её для производства полуфабрикатов, главным образом, плит, в которых отдельные стружки склеиваются смолами, являющимися продуктом сухой перегонки самих стружек, либо получаемых в специальных производствах. Проблема экономического использования натуральной древесины не может быть решена путём потребления древесины в виде облагороженных отходов деревообрабатывающих предприятий, производящих конструкционные материалы, подвергающиеся в конструкциях изгибу, тем более, что затраты труда на изготовление стружечных плит не меньше, чем на изготовление досок из натуральной древесины. В результате исследований установлено влияние на шероховатость обработанной поверхности древесины угла встречи резца с волокнами, толщины стружки, угла резания, влажности древесины и затупления резца. Отмечается, что толщина слоя с разрушениями малоизучена, в то время как иногда её величина достигает значительных размеров, приближающихся в высоте максимальных неровностей обработанной поверхности.

Ключевые слова: качество обработанной поверхности древесины; механическая обработка древесины; открытое резание; полузакрытое резание.

Study of the process of wood product surfaces formation during mechanical processing

A.V. Sergeevichev^a, I.I. Kostyukov^b, Ar.A. Fedyaev^c, M.A. Dederer^d

St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov; 5U, Institutsky Lane, St. Petersburg, Russia

^a 910sav@gmail.com, ^b spb.kostyukov@mail.ru, ^c art_fedyaev@mail.ru, ^d sp1kexx89@gmail.com

^a <https://orcid.org/0000-0003-3655-207X>, ^b <https://orcid.org/0000-0002-3629-8190>,

^c <https://orcid.org/0000-0001-8036-7432>, ^d <https://orcid.org/0000-0002-1589-0734>

Received 16.06.2025, accepted 08.09.2025

The aim of the work is to improve the quality of longitudinal sawing of wood with circular saws by studying the patterns of surface formation during open and semi-closed cutting. To achieve this goal, the tasks of determining the influence of the orientation of the cutting plane in the trunk on the quality of the processed surface during mechanical processing of wood and the thickness of the layer under it with traces of destruction when changing the thickness of the chip, the cutting angle, the blunting of the cutter and the moisture content of the wood are solved. Cutting wood, based on dividing it into parts with hard cutting tools, predetermines the transition of some of the wood into chips, which is a material with low structural properties. During mechanical processing of wood, a fairly large amount of chips is formed, which leads to the problem of using it for the production of semi-finished products, mainly boards, in which individual chips are glued together with resins, which are a product of dry distillation of the chips themselves, or obtained in special industries. The problem of the economical use of natural wood cannot be solved by consuming wood in the form of refined waste from woodworking enterprises producing structural materials subject to bending in structures, especially since labor costs for the production of chipboards are no less than for the production of boards from natural wood. As a result of the research, the influence of the angle of the cutter meeting the fibers, the thickness of the chips, the cutting angle and the moisture content of the wood and the bluntness of the cutter on the roughness of the treated wood surface are established. It is noted that the thickness of the layer with destructions is poorly studied, while sometimes its value reaches significant sizes, approaching the height of the maximum irregularities of the treated surface.

Keywords: quality of processed wood surface; mechanical processing of wood; open cutting; semi-closed cutting.

Введение. Развитие механической технологии твёрдых материалов характеризуется повышением производительности и точности формирования изготавливаемых изделий из древесины.

Механическая технология древесины на основе деления её на части твёрдыми режущими инструментами предопределяет переход некоторой части древесины в стружку, являющейся материалом с низкими конструктивными свойствами. При механической обработке древесины образуется достаточно большое количество стружки, что приводит к возникновению проблемы использования её для производства полуфабрикатов, главным образом, плит, в которых отдельные стружки склеиваются смолами, являющимися продуктом сухой перегонки самих стружек, либо получаемых в специальных производствах. Проблема экономичного использования натуральной древесины не может быть решена путем потребления древесины в виде обогащенных отходов деревообрабатывающих предприятий, производящих конструкционные материалы, подвергающиеся в конструкциях изгибу, тем более, что затраты труда на изготовление стружечных плит не меньше, чем на изготовление досок из натуральной древесины [1–6, 11–15, 21].

В случае если бы конструкционные свойства плит или других материалов, которые получают из отходов деревообработки, были выше конструкционных свойств досок из натуральной древесины, но назначение низкой стоимости стружек – сырья в таком производстве оказалось бы явно целесообразным. Поэтому низкая стоимость стружек, как сырья для производства материалов на основе отходов деревообрабатывающих предприятий, является показателем как низкого технологического уровня деревообрабатывающих производств, выбрасывающих чрезмерное количество отходов в виде стружек, так и низкого уровня производств, перерабатывающих эти отходы, как сырьё при изготовлении новых конструкционных материалов [2, 3, 5, 7–9, 17, 19].

Данная ситуация подчёркивает необходимость разработки и внедрения мероприятий по увеличению полезного выхода на всех операциях технологических процессов механических деревообрабатывающих производств.

Изучением влияния режимов пиления на динамику и качество резания и обработки при продольном пилении дисковыми пилами занимались многие отечественные ученые [1, 3, 10, 11, 18, 20].

Срезание стружки зубом пилы начинается тогда, когда её толщина достигает определённой величины. Это обусловлено свойствами древесины как обрабатываемого материала и радиусом кривизны профиля режущей кромки.

Особенностью пиления является значительный радиус кривизны профиля режущей кромки зуба после его заточки. Поэтому при расчётной величине толщины стружки, приближающейся к минимальному значению, режим резания сильно отличается от расчётного.

В многочисленных экспериментальных исследованиях продольного пиления древесины дисковыми пилами основное внимание уделялось динамике резания [4, 6, 9, 11, 21]. Значительно меньше изучено влияние

различных условий пиления на качество поверхности резания и обработки. При этом не подчёркивалось различие между условиями образования этих двух видов поверхностей [12–15].

Однако при оценке качества поверхности резания средние показатели качества недостаточны для оценки качества обработанной поверхности. Необходимо понимание пределов, в которых изменяются эти показатели. Вернее необходимо знать верхние пределы, так как при последующей обработке поверхности распила они определяют толщину срезаемого с доски слоя. Несмотря на это, изучение качества пиления сводилось к определению влияния на высоту неровностей обработанной поверхности величины средней толщины стружки. При такой оценке качества пиления не всегда определялись количественные характеристики. Во многих исследованиях использованы такие определения качества поверхности пиления, как мшистость, ворсистость и вырывы, что свидетельствует о недостаточном развитии способов определения количественных показателей качества, как в условиях производства, так и в испытательных лабораториях [16–21].

Методы и средства исследований. Целью выполненной работы являлось повышение качества образуемой единичным резцом поверхности резания. Качество образуемой единичным резцом поверхности резания определяется двумя параметрами:

- высотой максимальных неровностей обработанной поверхности, H_{max} ;
- толщиной слоя под обработанной поверхностью, в котором выявлены нарушения естественной структуры древесины, H_1 .

При решении данной задачи поле исследований достаточно обширно, так как, несмотря на многочисленные исследования механической обработки древесины, величины H_{max} и H_1 как функции условий резания малоизученны. Как правило, учёные исследовали сумму величин $H_{max} + H_1$ как функцию совокупности условий механической обработки древесины, выражаемых величиной подачи на зуб или толщиной стружки.

Проведённые исследования не выявили влияния на качество резания структуры древесины, характеризуемой в частности и углом встречи резца с её волокнами и ориентацией плоскости резания относительно годовых колец древесины.

Без учёта влияния данных факторов невозможно спрогнозировать, а соответственно, и провести нормирование качества механической обработки древесины одиночным резцом и в целом режущим инструментом.

При продольном резании влияние структуры древесины проявляется особенно сильно, так как резцы инструмента при выпиливании досок около сучков образуют поверхность резания в условиях всевозможных углов встречи режущей кромки с волокнами древесины.

Поэтому для формирования понимания качественных характеристик процесса механической обработки древесины необходимо выявить зависимость высоты максимальных неровностей обработанной поверхности и толщины слоя под ней со следами разрушения от ориентации плоскости резания в стволе при изменении ряда параметров: толщины стружки, угла резания, за-

тупления резца и влажности древесины, как при открытом, так и полузакрытом резании.

Результаты и обсуждение.

Зависимость шероховатости обработанной поверхности от величины угла встречи.

Влияние угла встречи режущей кромки с волокнами древесины на величину H_{max} представлено на рис. 1. Зависимость высоты максимальных неровностей обработанной поверхности древесины от угла встречи приводится в виде графика функции $H_{max} = f(\varphi_v)$ при двух углах резания $\delta = 25^\circ$ и $\delta = 75^\circ$ при влажности древесины $W = 20\%$ и $W = 70\%$.

При малых углах резания (рис. 1, кривые 1 и 3) влияние угла встречи на H_{max} невелико. Высоты неровностей не превышают 200 микрон. Максимальные значения H_{max} наблюдаются при угле встречи 50° , а для сухой древесины – 72° . Отношение к этим графикам, полученным при резании резцом с $\delta = 75^\circ$. Эти графики имеют явно выраженные максимумы при $\varphi_v = 50^\circ$.

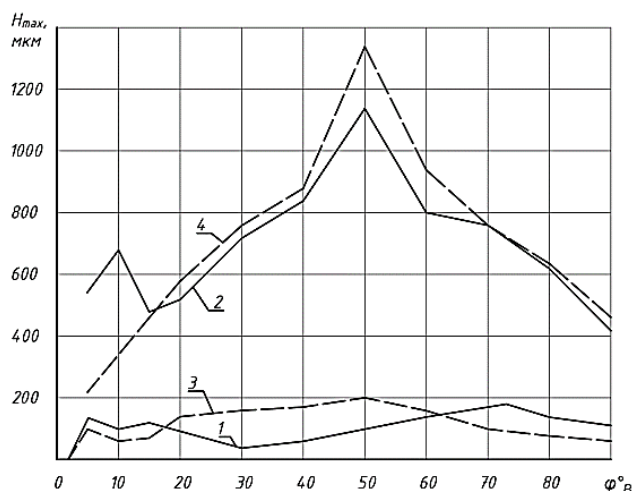


Рис. 1. Влияние угла встречи на шероховатость обработанной поверхности. Открытое резание, резец острый: угол заострения 5° , толщина срезаемой стружки 0,1 мм. 1 – $\delta = 25^\circ$, $W = 20\%$; 2 – $\delta = 75^\circ$, $W = 20\%$; 3 – $\delta = 25^\circ$, $W = 70\%$; 4 – $\delta = 75^\circ$, $W = 70\%$

На основании данных, полученных другими исследователями, можно было предположить, что наибольшая величина максимальных неровностей обработанной поверхности должна проявляться при $\varphi_v = 0-15^\circ$, когда опережающая трещина достаточно большая и направлена в заготовку. На самом же деле наихудшие условия механической обработки древесины по результирующему качеству оказываются при $\varphi_v = 50^\circ$ так как высоты неровностей поверхности, образуемой резцом, зависят от величины проекций трещины на нормальную плоскость к поверхности резания.

Зависимость шероховатости обработанной поверхности от угла резания.

В предыдущем разделе экспериментальные исследования проводились при углах резания 25° и 75° . На основании анализа графика (рис. 1) выяснилось, что наихудшие результаты обнаруживаются при угле встречи, равным 50° . Область, расположенная между кривыми, полученными при угле резания 25° и 75° , требует проведения дополнительного изучения в не-

скольких сечениях при переменном угле резания. Основной принцип проводимого исследования состоит в том, чтобы обнаружить наилучшие условия протекания процесса резания при наихудших структурных условиях. Наихудшие структурные условия определяются предельными значениями угла встречи, а именно при $\varphi_v = 35^\circ$ и $\varphi_v = 65^\circ$. Соответственно последующие опыты проводились при изменении угла резания от 20° до 75° , т. е. при всех встречающихся в производстве величинах. Влажность используемых образцов древесины – 20% и 70% .

При анализе графика (рис. 2) видно, что кривые 4, 5 и 6 достаточно похожи друг на друга, следовательно, их можно заменить одной кривой, полученной по средним значениям их ординат. Четыре экспериментальные точки располагаются на параболе с вертикальной осью, следовательно, её выражение в принятых на рис. 2 обозначениях:

$$H_{max} = a\delta^2 + b\delta + c. \quad (1)$$

Подставим значения величин H_{max} из графика и найдём коэффициенты зависимости (1), получив эмпирическую формулу:

$$H_{max} = 0,74\delta^2 + 53,6\delta + 1047. \quad (2)$$

Анализируя график полученной зависимости, получаем, что минимальное значение максимальных высот неровностей обработанной поверхности равно $H_{max} = 75$ мкм при угле резания $\delta = 36^\circ$. Угол резания 36° является оптимальным по признаку минимального значения H_{max} .

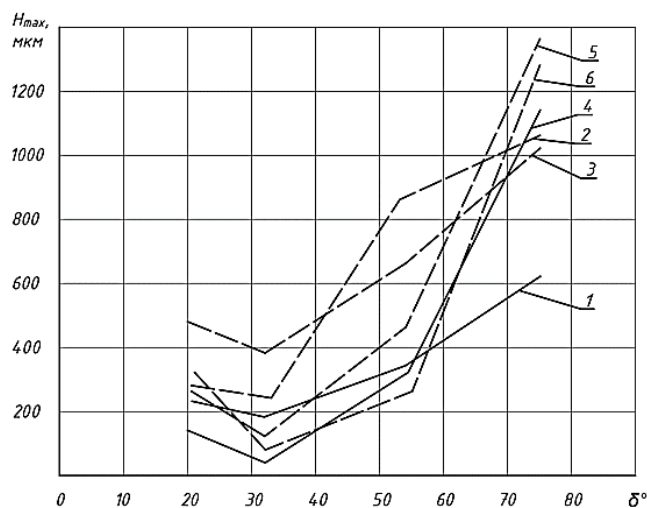


Рис. 2. Влияние угла резания на шероховатость обработанной поверхности. Открытое резание, резец острый: угол заострения 5° , толщина срезаемой стружки 0,1 мм. 1 – $\varphi_v = 35^\circ$, $W = 20\%$; 2 – $\varphi_v = 50^\circ$, $W = 20\%$; 3 – $\varphi_v = 35^\circ$, $W = 20\%$; 4 – $\varphi_v = 35^\circ$, $W = 70\%$; 5 – $\varphi_v = 50^\circ$, $W = 70\%$; 6 – $\varphi_v = 65^\circ$, $W = 70\%$

Изучая кривые 1, 2 и 3 на рис. 2 при резании сухой древесины, видно, что эти кривые отличаются друг от друга больше, чем графики 4, 5 и 6, однако из их сравнения следует, что всё равно общий характер влияния угла резания на качество обработанной поверхности сохраняется, и оптимальной величиной угла резания является 36° .

На основании анализа результатов исследований, представленных на рис. 1 и 2, можно сделать следующие выводы, что худшие структурные условия резания древесины определяются углом встречи в 50° , а оптимальный угол резания в данных худших структурных условиях равен 36° .

Зависимость шероховатости обработанной поверхности от толщины срезаемой стружки.

При проведении серий экспериментов, результаты которых представлены на рис. 1 и 2 толщина снимаемой стружки была $a = 0,1$ мм. Данная величина выбрана не случайно, так как именно при этой величине резание древесины является наиболее организованным, то есть приближается к установившемуся. В указанных условиях закономерное влияние структуры и угла резания на процесс образования поверхности резания проявляется наилучшим образом.

Однако при пилении древесины на лесопильных производствах толщина стружки явно больше $0,1$ мм. С целью оценивания влияния толщины срезаемой стружки на качество обработанной поверхности проведён анализ результатов экспериментальных исследований, представленных на рис. 3. Из графика на рис. 3 видно, что увеличение толщины стружки отрицательно влияет на шероховатость обработанной поверхности как при резании острым резцом, кривая 1, так и в процессе работы, то есть в различных стадиях затупления резца – кривые 2, 3 и 4.

Из анализа графиков на рис. 3 следует, что оптимальные условия резания, особенно при продольной распиловке бревен и пиломатериалов наступают при толщине стружки приближающейся к величине $a = 0,1$ мм, складывается двоякая ситуация: с одной стороны необходимо стремиться осуществлять пиление древесины с малой толщиной срезаемой стружки, с другой стороны повышать эффективность обработки древесины невозможно без повышения производительности инструмента, которое напрямую зависит от толщины срезаемой стружки, количества резцов зубьев пил и скорости их вращения.

Зависимость шероховатости обработанной поверхности от степени затупления резца.

Несмотря на длительный период использования режущих элементов при резании и многочисленные исследования механической обработки древесины, до сих пор затупление лезвий является наименее изученным и малоуправляемым процессом. Материал резца является важнейшим фактором, способствующим замедлению износа граней резца. Казалось бы, этот фактор является определяющим и полностью может решить проблему управления процессом затупления. Однако, известно, что даже самый прочный резец со временем теряет свою остроту и требует обновления граней, следовательно, проблема управления затуплением остается нерешённой, и её решение при различных материалах, из которых изготовлен резец, имеет некоторые особенности.

Затупление зубьев пилы оказывает сильное влияние на качество обработанной поверхности древесины. Зависимость шероховатости обработанной поверхности от затупления резцов представлена на рис. 3 и 4. На обоих графиках можно наблюдать прогрессирующее

отрицательное влияние затупления резца на качество резания, выражаемого длиной пробега зуба по древесине. При анализе влияния толщины срезаемой стружки на качество обработанной поверхности было показано, что отношение $\frac{\Delta H_{max}}{\Delta a}$, при увеличении толщины стружки, уменьшается, тогда как при затуплении отношение $\frac{\Delta H_{max}}{\Delta L}$ увеличивается. Следовательно, проблеме управления затуплением резца необходимо уделять особое пристальное внимание.

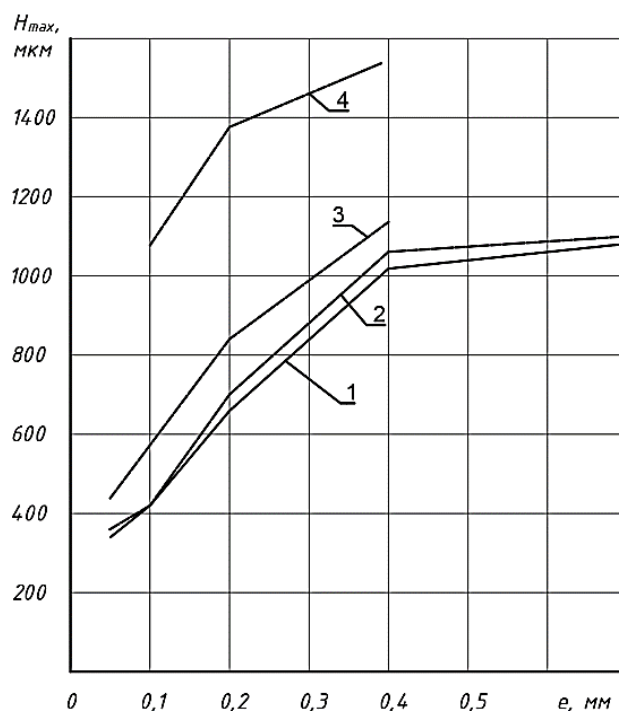


Рис. 3. Влияние толщины срезаемой стружки при различной степени остроты лезвия на шероховатость обработанной поверхности. Открытое резание, резец острый: угол заострения 5° , угол резания 36° , угол встречи 50° , влажность образцов древесины 20 %. 1 – $L = 0$; 2 – $L = 1000$ м; 3 – $L = 2000$ м; 4 – $L = 6000$ м

Одним из перспективных направлений замедления затупления в процессе резания древесины является процесс самозатачивания резца. При проведении исследований процесса механической обработки древесины был установлен факт самозатачивания резца стружкой на фоне общего затупления. При описании исследований в некоторых случаях наблюдалось уменьшение максимальной величины неровностей при увеличении пробега резца от 2000 до 3000 метров, после чего увеличение пробега вновь приводило к увеличению шероховатости обработанной поверхности.

Зависимость шероховатости обработанной поверхности от влажности древесины.

Влияние влажности древесины на качество обработанной поверхности можно наблюдать на графиках рис. 1, 2, 5.

Графики на рис. 1 показывают, что влияние влажности на величину максимальных неровностей обработанной поверхности при изменении угла встречи от 5° до 90° крайне невелико как при угле встречи 25° , так и при 75° . В несколько большем, но все же малом вли-

янии влажности на высоту максимальных неровностей можно сделать вывод и анализ рис. 2. К тому же, если на рис. 1 повышенная влажность древесины вызывает некоторое увеличение величины максимальной высоты неровностей, то на рис. 2 повышение влажности приводит к уменьшению этого показателя.

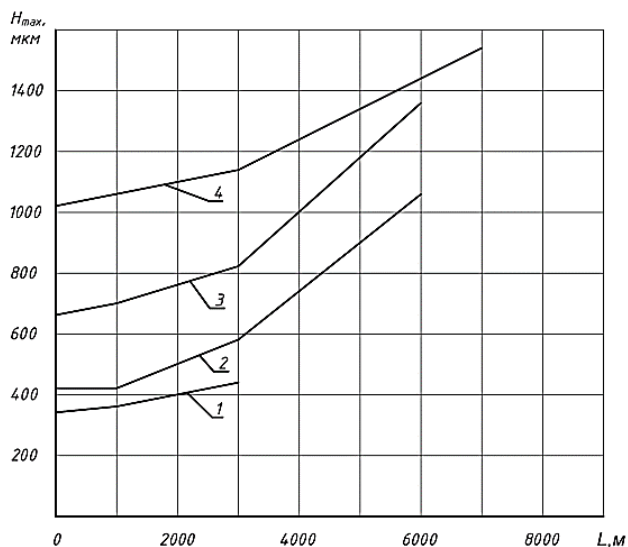


Рис. 4. Влияние затупления режущей кромки резца при различной толщине срезаемой стружки на шероховатость обработанной поверхности. Открытое резание, резец острый: угол заострения 5° , угол резания 36° , угол встречи 50° , влажность образцов древесины 20 %. 1 – $a = 0,05$ мм; 2 – $a = 0,10$ мм; 3 – $a = 0,20$ мм; 4 – $a = 0,40$ мм

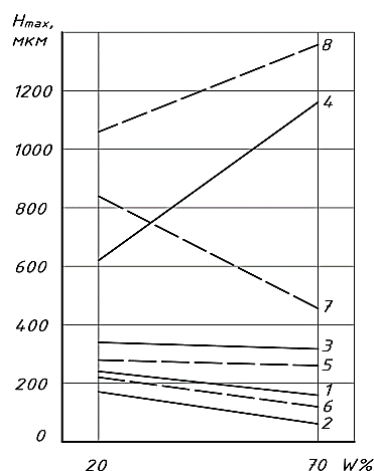


Рис. 5. Влияние влажности древесины на шероховатость обработанной поверхности. Открытое резание, резец острый: угол заострения 5° . 1 – $\delta = 20^\circ$, $W = 20\%$; 2 – $\delta = 35^\circ$, $W = 20\%$; 3 – $\delta = 55^\circ$, $W = 20\%$; 4 – $\delta = 75^\circ$, $W = 20\%$; 5 – $\delta = 20^\circ$, $W = 70\%$; 6 – $\delta = 35^\circ$, $W = 70\%$; 7 – $\delta = 55^\circ$, $W = 70\%$; 8 – $\delta = 75^\circ$, $W = 70\%$

Графики на рис. 5 свидетельствуют о снижении шероховатости обработанной поверхности с ростом влажности при изменении угла встречи от 35° до 65° и угла резания от 20° до 55° . Также можно отметить, что при угле резания 75° влияние влажности отрицательно влияет на качество поверхности.

Графики полученных зависимостей показывают, что при корректно выбранных из определённых

в нашем исследовании геометрических параметрах резца и толщины срезаемой стружки влияние влажности на качество обработанной поверхности резания невелико, при расчётах им можно пренебречь.

Зависимость шероховатости обработанной поверхности от структурных условий вокруг сучков.

На основании выявленного условия, создающего наихудшие структурные условия, создаются при угле встречи лезвия с волокнами 50° . Проведённые исследования показывают, что в сучковой области данные условия создаются крайне редко, следовательно, при исследовании околосучковой области высота максимальных неровностей должна быть меньше этой величины при $\varphi_b = 50^\circ$.

Проводя анализ графиков зависимостей на рис. 6, убеждаемся в правильности нашего заключения. Графики высоты максимальных неровностей, полученные в зоне сучка как при подходе резца к нему, так и после сучка, располагаются во всех случаях значительно ниже уровня высот неровностей, образующихся при угле встречи равном 50° .

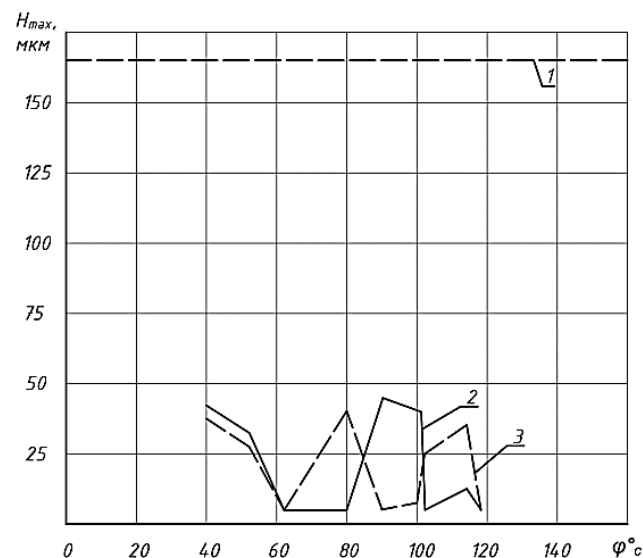


Рис. 6. Влияние расположения оси сучка на шероховатость обработанной поверхности. Открытое резание, резец острый: угол заострения 5° , угол резания 36° , толщина стружки 0,1 мм, влажность образцов древесины 20 %. 1 – высота неровностей при резании древесины без сучков, $\varphi_b = 50^\circ$; 2 – зона перед сучком; 3 – зона после сучка

Данный результат подтверждает сформулированное предположение и позволяет сделать вывод, что при корректном выборе параметров острого резца и толщины стружки шероховатость обработанной поверхности в области сучка может быть значительно меньше, чем в наихудших структурных условиях, то есть при угле встречи 50° .

Качество обработанной поверхности при полукрытом резании.

У резца имеются три режущие кромки, две из них отвечают за формирование обработанной поверхности. Короткая кромка формирует дно, а боковая – боковую поверхность пропила. Третья кромка формирует поверхность, имеющую второстепенное значение. Из двух главных поверхностей дно пропила не сохраняет

ся. Результатом пиления является боковая поверхность пропила, но качество дна пропила оказывает влияние на качество боковой поверхности пропила. При хорошем качестве дна пропила обеспечивается и высокое качество боковой поверхности. В области перерезания сучков каждая из двух режущих кромок встречается с многообразными структурными условиями. Вероятность встречи с любой структурой у них одинакова, поэтому конструкция зуба должна удовлетворять условию равенства углов встречи короткой и боковой кромок с волокнами оптимальной величине равной 45° .

Этому условию удовлетворяет резец, у которого угол резания короткой кромки равный 45° измеряется в плоскости нормальной к оси вращения пилы, то есть параллельной плоскости, образуемой боковой кромкой. Угол резания боковой кромки также равен 45° , измеряется в плоскости, содержащей вектор скорости резания и нормаль к образуемой этой кромкой плоскости.

На рис. 7 приведены результаты обработки таким резцом древесины с сучками на различных стадиях затупления его кромок.

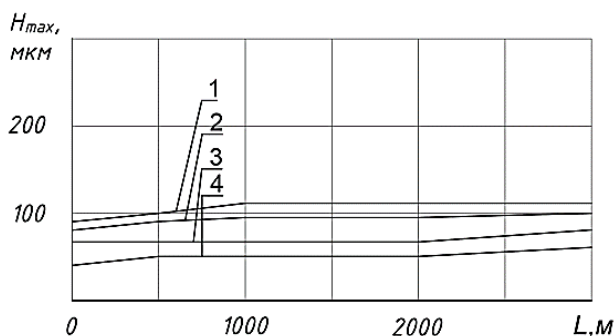


Рис. 7. Влияние затупления режущих кромок резца на шероховатость обработанной поверхности. Полузакрытое резание, толщина стружки 0,1 мм, влажность древесины 20 %. 1 – образец № 1; 2 – образец № 4; 3 – образец № 7; 4 – образец № 8

Литература

- Абразумов В.В., Котенко В.Д. Износостойкость инструмента при резании древесины композитов : монография. – Мытищи, 2019. – 223 с.
- Апхузов Т.М., Шекихачев Ю.А., Шекихачева Л.З., Джолалов Ю.Ш. Сравнительная характеристика способов резания древесины // Мат-лы Междунар. (заочной) науч.-практ. конф. под общ. ред. А.И. Вострецова «Новые вопросы в современной науке». – София, 2017. – С. 20–23.
- Бершадский А.Л., Цветкова Н.И. Резание древесины. – Минск : Вышэйшая школа, 1975. – 263 с.
- Булатасов Э.О., Попов В.П., Ханин В.П. Особенности деформирования древесины при резании // Мат-лы Всеросс. науч.-метод. конф. «Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры». – Оренбург, 2017. – С. 1536–1540.
- Глебов И.Т. Резание древесины : учеб. пособие. – Санкт-Петербург, 2010. – 254 с.
- Гомонай В.В., Гомонай М.В. Резание древесины. Новое в технологии : монография. – М., 2012. – 196 с.
- Гришкевич А.А., Чаевский В.В., Углов В.В., Кулешов А.К. Эффективность применения TiN-, ZrN-, Ti-Zr-N-и Ti-покрытий на твердосплавных резцах при обработке ламинированных древесностружечных плит концевыми фрезами // Труды Белорусского государственного технологического университета. Лесная и деревообрабатывающая промышленность, 2018. – Вып. XVI. – С. 205–208.
- Камышанов Д.Т. Обрабатываемость резанием древесины различных пород // Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика», Воронеж, 2024. – Т. 2. – № 3–2 (8–2). – С. 351–355.
- Капустин А.В. Совершенствование процесса резания древесины в условиях разнопородного сырья. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Марийский государственный технический университет. – Йошкар-Ола, 2013. – 20 с.
- Мисиров М.Х., Мисирова А.М. Моделирование процесса резания древесины клином // Мат-лы XII Междунар. науч.-техн. конф. «Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования». – Вологда, 2017. – С. 133–137.
- Орленко Л.В., Орленко Е.О. Построение математической модели процесса резания древесины с учетом скорости движения резца // Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции «Современные парадигмы научных воззрений». – Архангельск, 2016. – С. 61–64.

По оси абсцисс отложены высоты неровностей боковой поверхности при срезании стружки равной 0,1 мм. Из анализа графиков зависимостей видно, что величины этих неровностей близки к величинам максимальных неровностей, полученных при оптимальных условиях работы резца с одной режущей кромкой.

Заключение. Качество обработанной поверхности древесины при резании определяется суммой высоты максимальных неровностей и толщины поверхностного слоя, в котором располагаются разрушения древесины и остаточные деформации.

Структура древесины является важнейшим фактором, влияющим на качественные показатели обработанной поверхности.

Худшие структурные условия возникают при угле встречи резца с волокнами равным 50° .

Оптимальные показатели шероховатости обработанной поверхности в худших структурных условиях достигаются при угле резания равным 36° .

Прочность режущей кромки резца при угле резания 36° недостаточна, поэтому вполне возможно увеличить нормативную величину угла до 45° , величина максимальных неровностей увеличится, но её значение останется в допустимых пределах.

Затупление резцов отрицательно сказывается на величине шероховатости обработанной поверхности, в то же время со стороны древесины при определённых условиях происходит самозатачивание режущей кромки резца.

Влиянием влажности древесины на качество образуемой поверхности при угле резания, изменяющемся от 21° до 55° , можно пренебречь из-за его малости.

Увеличение толщины срезаемой стружки всегда вызывает ухудшение качественных показателей обработанной поверхности, соответственно необходимо постоянно совершенствовать процесс механической обработки древесины.

12. Раповец В.В. Практические результаты экспериментальных исследований резания древесины двухлезвийными резцами и фрезерно-брусующих станках // Труды Белорусского государственного технологического университета. Лесная и деревообрабатывающая промышленность, 2020. – Вып. V. – С. 233–240.
13. Садртдинов А.Р., Мусин Х.Г., Филиппова Ф.М., Шагеев Ф.Ф. Основы резания древесины и дереворежущий инструмент : учеб. пособие. – Казань, 2016. – 200с.
14. Санев В.И., Каменев Б.Б., Сергеевичев А.В. Резание древесины и древесных материалов : учебник. – Санкт-Петербург, 2018. – 456с.
15. Севастеев Д.И. Кинетические параметры резания древесины и древесных материалов при их нагревании // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Санкт-Петербург, 2010. – № 166. – С.104–109.
16. Сергеевичев А.В. Анализ влияния скорости резания и подачи на шероховатость шлифованной поверхности древесины // Мат-лы третьей Междунар. науч.-техн. конф. «Леса России: политика, промышленность, наука, образование». – Санкт-Петербург, 2018. – С. 336–339.
17. Сергеевичев А.В., Лебедев А.А., Дедерер М.А. Анализ условий и характера стружкообразования при шлифовании древесины в условиях частичной самозатачиваемости абразивного инструмента // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Санкт-Петербург, 2022. – № 240. – С. 223–233.
18. Чемоданов А.Н., Гайнуллин Р.Х. К вопросу об энергоёмкости процесса продольного резания древесины // Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск, 2020. – № 25. – С. 202–204.
19. Щепочкин С.В. Режимы резания древесины в круглопильных станках по теплостойкости материала инструмента : автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург, 2022. – 20 с.
20. Belyi A.V., Grishkevitch A.A., Rapovets V.V., Tchaevskiy V.V., Uglov V.V., Kuleshov A.K. Efficiency of application of zrn-coverings on steel knives when cutting wood on milling machines // Forests of Russia and Economy in Them, 2013. № 4 (47). – С. 25–28.
21. Sergeevichev A.V. Analysis of the influence of instrumental and regime factors on the quality of wood grinding International Scientific Conference: Conference of Applied Physics, Information Technologies and Engineering-APITECH-2019. Journal of Physics: Conference Series. Institute of Physics Publishing. Great Britain: IOP Publishing Ltd. – vol. 1399 (4), 2020. – 8 p. DOI:10.1088/1742-6596/1399/4/044043.
7. Grishkevich A.A., Chaevsky V.V., Uglov V.V., Kuleshov A.K. Efficiency of using TiN, ZrN, Ti-Zr-N and Ti coatings on carbide cutters when processing laminated chipboards with end mills // Transactions of the Belarusian State Technological University. Forestry and woodworking industry, 2018. Issue XVI. – P. 205–208.
8. Kamyschanov D.T. Machinability of different types of wood by cutting // Proceedings of the international scientific and practical conference «Current directions of scientific research in the 21st century: theory and practice», Voronezh, 2024. Vol. 2. – № 3–2 (8–2). – P. 351–355.
9. Kapustin A.V. Improving the process of cutting wood in conditions of different types of raw materials. Abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Mari State Technical University. – Yoshkar-Ola, 2013. – 20 p.
10. Misirov M.Kh., Misirova A.M. Modeling the process of cutting wood with a wedge // Proceedings of the XII International Scientific and Technical Conference «Automation and energy saving of mechanical engineering and metallurgical production, technology and reliability of machines, devices and equipment». – Vologda, 2017. – P. 133–137.
11. Orlenko L.V., Orlenko E.O. Construction of a mathematical model of the wood cutting process taking into account the speed of the cutter // Collection of scientific articles based on the results of the international scientific and practical conference "Modern paradigms of scientific views". – Arkhangelsk, 2016. – Pp. 61–64.
12. Rapovets V.V. Practical results of experimental studies of wood cutting with two-blade cutters and milling and canting machines // Transactions of the Belarusian State Technological University. Forestry and woodworking industry, 2020. – Issue V. – Pp. 233–240.
13. Sadrtidinov A.R., Musin H.G., Filippova F.M., Shageev F.F. Fundamentals of wood cutting and wood cutting tool. – Tutorial. – Kazan, 2016. – 200 p.
14. Saney V.I., Kamenev B.B., Sergeevichev A.V. Cutting wood and wood materials. Textbook. – Saint Petersburg, 2018. – 456 p.
15. Sevasteev D.I. Kinetic parameters of cutting wood and wood materials during their heating // Bulletin of the Saint Petersburg Forest Engineering Academy. – Saint Petersburg, 2010. – № 166. – Pp. 104–109.
16. Sergeevichev A.V. Analysis of the influence of cutting speed and feed on the roughness of the ground wood surface // Proceedings of the third international scientific and technical conference "Forests of Russia: policy, industry, science, education". – Saint Petersburg, 2018. – Pp. 336–339.
17. Sergeevichev A.V., Lebedev A.A., Dederer M.A. Analysis of the conditions and nature of chip formation during wood grinding under conditions of partial self-sharpening of the abrasive tool // Bulletin of the Saint Petersburg Forest Engineering Academy. – Saint Petersburg, 2022. – № 240. – P. 223–233.
18. Chemodanov A.N., Gainullin R.Kh. On the energy intensity of the longitudinal cutting of wood // Actual problems of the forest complex. – Bryansk, 2020. – № 25. – P. 202–204.
19. Shchepochkin S.V. Wood cutting modes in circular saw machines based on the heat resistance of the tool material. Abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Ural State Forest Engineering University. Ekaterinburg, 2022. – 20 p.
20. Sergeevichev A.V. Analysis of the influence of instrumental and regime factors on the quality of wood grinding International Scientific Conference: Conference of Applied Physics, Information Technologies and Engineering - APITECH-2019. Journal of Physics: Conference Series. Institute of Physics Publishing. – Great Britain: IOP Publishing Ltd. vol. 1399 (4), 2020. 8 p. DOI:10.1088/1742-6596/1399/4/044043.
21. Belyi A.V., Grishkevitch A.A., Rapovets V.V., Tchaevskiy V.V., Uglov V.V., Kuleshov A.K. Efficiency of application of zrn-coverings on steel knives when cutting wood on milling machines // Forests of Russia and Economy in Them, 2013. – № 4 (47). – С. 25–28.

References

1. Abramumov V.V., Kotenko V.D. Wear resistance of the tool when cutting wood composites. Monograph. – Mytishchi, 2009. – 223 p.
2. Apkhudov T.M., Shekihachev Yu.A., Shekihacheva L.Z., Dzholabov Yu.Sh. Comparative characteristics of wood cutting methods // Proceedings of the international (correspondence) scientific and practical conference edited by A.I. Vostretsov "New issues in modern science". – Sofia, 2017. – Pp. 20–23.
3. Bershadsky A.L., Tsvetkova N.I. Wood cutting. – Minsk: Higher School, 1975. – 263 p.
4. Bulatasov E.O., Popov V.P., Khanin V.P. Features of wood deformation during cutting // Proceedings of the All-Russian scientific and methodological conference "University complex as a regional center of education, science and culture". Orenburg, 2017. – P. 1536–1540.
5. Glebov I.T. Wood cutting. Tutorial. – St. Petersburg, 2010. – 254 p.
6. Gomonay V.V., Gomonay M.V. Wood cutting. New in technology. Monograph. – Moscow, 2012. – 196 p.