

А.В. Сергеевичев, В.О. Кушнерев

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ
РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ
НА КАЧЕСТВЕННЫЕ И МОЩНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
В УСЛОВИЯХ ОЦИЛИНДРОВКИ БРЕВЕН**

Введение. В настоящее время в отечественном и зарубежном деревообрабатывающем производстве быстрыми темпами развивается домостроение с использованием различных материалов, включая древесину. Бревна – это традиционный строительный материал для изготовления жилых домов и других сооружений. Особенно эффективно используются бревна как экологически чистый материал в странах, богатых лесами: Финляндии, Швеции, Канады, России и др. [Чубинский и др., 2004].

В ведущих в данной области странах, с целью механизации и автоматизации изготовления бревенчатых домов, разработано и применяется различного рода оборудование для оцилиндровки бревен. На данном оборудовании могут быть выполнены такие операции, как фрезерование продольного желоба, получение поперечных чаш, сверление отверстий под шконты, выпиливание компенсационных прорезей и пазов и выполнение других необходимых технологических операций для получения требуемых формы и профиля детали [Сергеевичев, 2006].

В сравнении с другими технологическими операциями оцилиндровка бревен самая ответственная, трудоемкая и энергоемкая технологическая операция, определяющая внешний вид готового изделия и его качество. Поэтому в настоящее время постоянно совершенствуются процессы оцилиндровки бревен, режимы обработки и режущие инструменты.

Режущий инструмент играет большую роль в обработке древесины. В последнее время, с появлением новых древесных материалов и внедрением в производство поточных и автоматических линий, эта роль несоизмеримо возросла. В связи с этим значительно повысились требования к качеству обрабатываемого материала, а также самого режущего инструмента. Под качеством обработанной поверхности принято принимать точность обработки, а именно геометрические параметры и шероховатость обрабатываемого материала.

В настоящее время создано оборудование для заточки и подготовки деревообрабатывающего инструмента, отвечающее современным нормам, способное обеспечить удовлетворение повышенных требований к инструменту, обеспечивающему нужное качество обработанного материала.

Параметры режущего инструмента и режим резания играют большую роль на мощностные и качественные показатели при обработке поверхности изделия.

Методика исследований. В задачи экспериментальных исследований входило: изучение влияния параметров резцов и режима резания на мощностные и качественные показатели оцилиндровки бревен резанием; установление связи характера стружкообразования с качеством обработки. Для проведения плановых опытов была создана экспериментальная установка на базе токарного станка модели 1А616 с электродвигателем в приводе типа АО2-41-4М100 мощностью 4 кВт и $\cos \varphi = 0,86$. Рабочая частота вращения шпинделя станка принята равной 900 мин^{-1} , это находится в соответствии с промышленной частотой роторных оцилиндровочных станков позиционного типа.

В качестве регистрирующей аппаратуры для замера мощности резания в опытах использовался самопишущий ваттметр, подключенный к электродвигателю привода станка [Сергеевичев, Волков, 2005].

Для получения достоверных результатов замера мощности резания (N_p), были проведены предварительные опыты для определения показателей мощности на шпинделе станка при холостом ходе $N_{ш.х.х}$, при различных подачах на оборот S_0 , мм/об. Мощность холостого хода определялась по формуле, кВт

$$N_{ш.х.х} = nK_i K_V N_W \eta_n, \quad (1)$$

где n – число фаз электродвигателя, $n = 3$, шт.; K_i – коэффициент трансформации по току, $K_i = 2$; K_V – коэффициент трансформации по напряжению, $K_V = 1$; N_W – показания ваттметра, кВт; η_0 – КПД привода, без подачи $\eta_0 = 0,86$.

Значения мощности на валу шпинделя, в зависимости от подачи на оборот с учетом представлены в табл. 1.

Таблица 1

Мощность на шпинделе (холостой ход)

S_0 , мм/об	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$N_{ш.х.х}$, кВт	1,34	1,26	1,31	1,33	1,21	1,26

Среднее арифметическое значение мощности $(N_{ш.х.х.})_{ср} = 1,25$ кВт. Диапазон варьирования значений подачи на оборот (S_0), выбран с учетом ранее проведенных исследований по оцилиндровке бревен, а именно $S_0 = 0,2; 0,4; 0,6$ мм/об.

При других значениях подачи на оборот условия обработки бревен ухудшаются. При этом снижается производительность и качество обработанной поверхности бревен. Причины этого в повышении вибраций бревна и возникновении вырывов на обработанной поверхности.

На рис. 1 представлена конструктивная схема опытного узла резания с черновым резцом для оцилиндровки бревен.

На схеме обозначено: α – задний угол; ϵ – угол скоса резца, равный $\pm(0; 7,5; 15; 22,5; 30)^\circ$; φ – главный угол резца в плане, равный $(0\div 90)^\circ$; ρ – установочный угол; (I-I) – ось поворота резца на угол φ ; (II-II) – ось поворота резца на угол ρ .

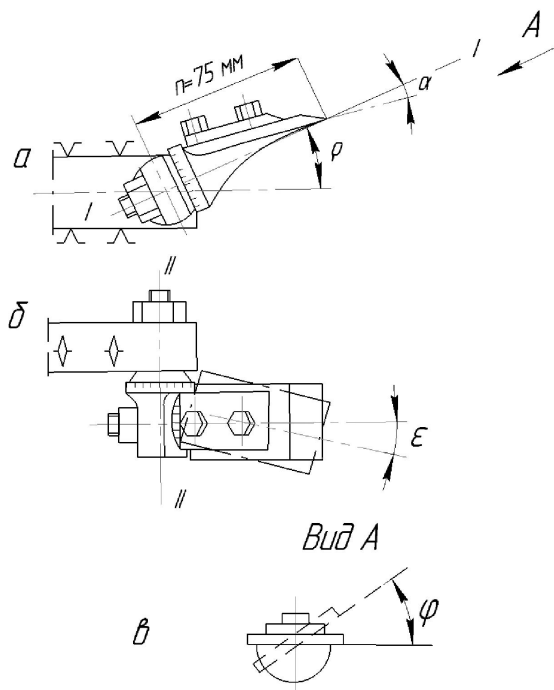


Рис. 1. Конструкция узла резания с черновым резцом для оцилиндровки бревен:

а – вертикальная проекция; б – горизонтальная проекция; в – вид А

Данный опытный узел резания устанавливается на суппорте экспериментальной установки. Узел резания включает основание и установленную на нем державку с закрепленным резцом для черновой обработки. Данная конструкция обеспечивает четыре степени свободы для резца (настроечные перемещения). Позволяет ориентировать его лезвие в пространстве и получать углы, необходимые для проведения экспериментов. Державка имеет два поворотных плоских шарнира с лимбами, а также устройство для поворота режущей кромки на требуемый угол скоса резца. Угол (ε) может изменяться с шагом $7,5^\circ$. Данная конструкция узла резания используется и для исследования чистовых резцов.

Для определения необходимых настроечных перемещений резца в ходе экспериментов были проведены теоретические исследования, в результате которых получены графические и аналитические зависимости для перемещений чернового резца, представленные на рис. 2.

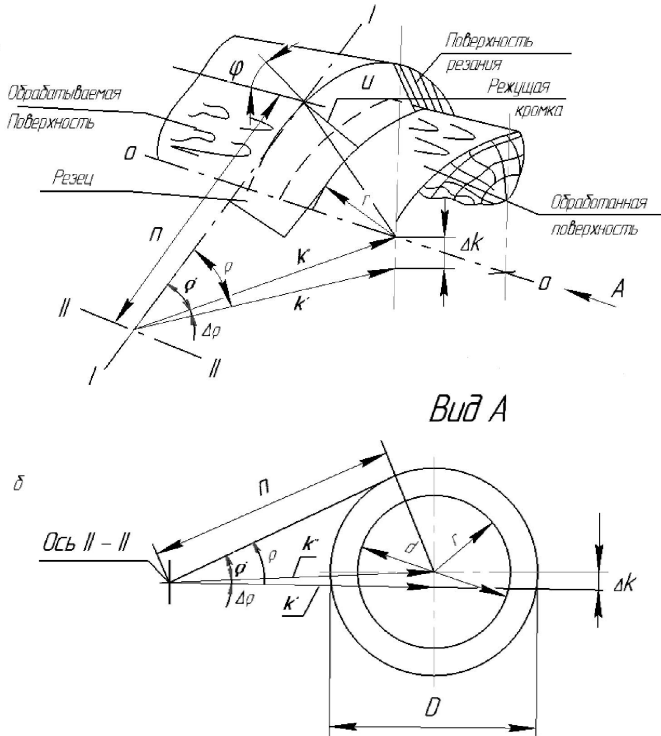


Рис. 2. Расчетная схема для определения настроечных перемещений чернового резца: а – аксонометрическая проекция обрабатываемого бревна; б – вид А ($\varepsilon = 0$)

Таблица 2

**Методическая сетка опытов для исследования оцилиндровки бревен
черновым резцом**

Наименование факторов	Обозначение	Значение факторов
Постоянные факторы		
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	<i>n</i>	950
Влажность древесины, %	<i>W</i>	30
Глубина резания, мм	<i>t</i>	10
Задний угол резца, град.	<i>α</i>	10
Угол заточки резца, град.	<i>β</i>	35
Передний угол резца, град.	<i>γ</i>	45
Угол резания, град.	<i>δ</i>	45
Температура окружающей среды, °С	<i>T</i>	20
Переменные факторы		
Порода древесины	–	сосна, ель
Скорость резания, м/с	$V_p = f(d_e)$	6,6; 5,7; 4,7
Диаметр оцилиндрованных бревен, мм	<i>d</i>	140; 120; 100
Угол скоса режущей кромки резца, град.	<i>ε</i>	0; 15; 30
Главный угол резца в плане, град.	<i>φ</i>	45; 60; 75
Скорость подачи ротора, мм/об	$S_0 = S_z$	0,2; 0,4; 0,6
Оценочные показатели		
Мощность резания, кВт	N_p	+
Шероховатость обработанной поверхности, мкм	$R_{m(max)}$	+

Методическая сетка опытов для исследования обработки черновыми резцами приведена в табл. 2.

На схеме обозначено: ρ – установочный угол от оси I–I державки до касательной к обрабатываемой поверхности бревна, град.; O–O – ось бревна; K' – установочное расстояние от оси II–II державки до вертикальной плоскости, проходящей через ось O–O; d, r – диаметр и радиус обработанной поверхности бревна, мм; u – расстояние от оси I–I державки до конца режущей кромки резца, мм; n – расстояние от оси II–II державки до режущей кромки резца, мм; φ – главный угол резца в плане, град.; Δh – превышение линии центров стойки от оси O–O над осью II–II державки резца, мм; K'' – расстояние от оси державки II–II до оси бревна, мм; ρ' – угол между векторами n, K'' , исходящих из точки пересечения осей I–I и II–II°; $\Delta K'$ – поправка на вектор K' , мм; $\Delta \rho'$ – поправка на угол ρ , град.

Поправки $\Delta K'$ и $\Delta \rho'$ возникают в связи с трансформацией угловых и линейных перемещений резца в пространстве в ходе экспериментов. При этом угол скоса резца $\varepsilon = 15^\circ; 30^\circ$. При $\varepsilon < 15^\circ$ эти поправки можно не учитывать вследствие их малости [Сергеевичев, 2002].

Величины настроечных перемещений ρ и K' определялись аналитическим методом с использованием следующих зависимостей:

$$\operatorname{tg} \rho' = \frac{r u \sin \varphi}{n}; \quad (2)$$

$$\sin \Delta \rho = \frac{\Delta h}{K''}; \quad (3)$$

$$K'' = \frac{n}{\cos \rho'}; \quad (4)$$

$$\rho = \rho' + \Delta \rho, \text{ град.}; \quad (5)$$

$$K' = K'' \cos \Delta \rho, \text{ мм.} \quad (6)$$

В задачу исследований входит изучение влияния параметров работы чистовых резцов и режимов резания на качество обработки бревен.

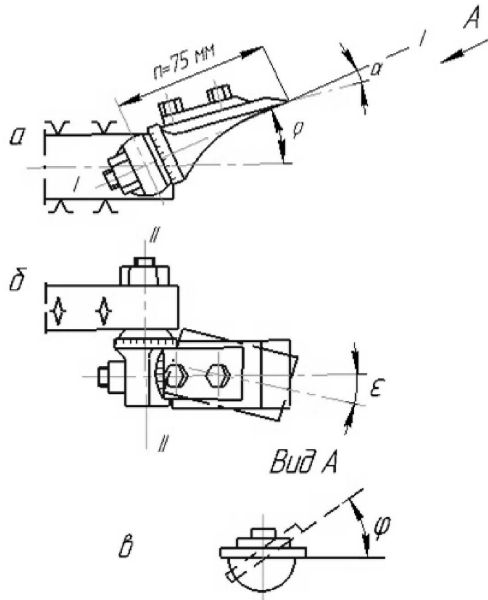


Рис. 3. Принципиальная схема оцилиндровки бревен чистовым резцом:
 а – вертикальная проекция; б – вид А; в – разрез Б – Б

Таблица 3

**Методическая сетка опытов для исследования оцилиндровки бревен
чистовыми резцами**

Наименование факторов	Обозначение	Значение факторов
Постоянные факторы		
Порода древесины	–	сосна, ель
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	n	900
Влажность древесины, %	W	30
Задний угол резца, град.	α	10
Угол заточки резца, град.	β	30
Передний угол резца, град.	γ	50
Угол резания, град.	δ	40
Температура окружающей среды, °С	T	20
Диаметр обработанного бревна, мм	d	100
Переменные факторы		
Угол скоса режущей кромки резца, град.	ε	10; 15; 30
Скорость подачи ротора, мм/об	$S_0 = S_z$	0,2; 0,4; 0,6
Глубина резания, мм	t	0,2; 0,4; 0,6
Оценочные показатели		
Шероховатость обработанной поверхности, мкм	$R_{m(max)}$	–

Предварительными экспериментами было установлено, что мощность на резание для чистовых резцов не превышает 5% от мощности резания для черновых резцов. Поэтому ее при расчетах мощности на резание при оцилиндровке бревен можно учесть коэффициентом запаса. При исследовании работы чистовых резцов в качестве оценочного показателя можно взять шероховатость поверхностной обработки ($R_{m(max)}$). Методическая сетка опытов для исследования обработки чистовыми резцами приведена в табл. 3.

Результаты исследований. При проведении опытов в соответствии с методической сеткой определялась зависимость мощности на резание от основных режимных и инструментальных факторов при оцилиндровке со-

сновых и еловых бревен с влажностью 30% острыми резцами для черновой обработки. Опыты выполнялись на основе методики однофакторного эксперимента. Результаты опытов подвергались статистической обработке. В последующем обработка полученных данных производилась графическим методом с построением графиков и степенных зависимостей.

При анализе полученных результатов получены частные и общие зависимости мощности резания от основных факторов. Однофакторное планирование экспериментов осуществлялось по классической методике, поскольку в задачу исследований не входило установление точных количественных зависимостей для мощностных и качественных показателей процесса оцилиндровки бревен.

Влияние на мощность резания подачи на оборот. В опытах подача на резец варьировалась в пределах $S_z = 0,2 \div 0,6$ мм/об. На основании проведенных исследований можно сделать выводы, что при всех равных прочих условиях с увеличением подачи на резец мощность резания возрастает. Тенденция к росту мощности объясняется тем, что при увеличении подачи на резец увеличивается площадь сечения и толщина срезаемой стружки и соответственно растет сила резания. С увеличением подачи растут и составляющие общей силы резания: касательная сила – P_x ; радиальная сила – P_y ; осевая сила – P_z . Общая сила резания P связана с составляющими силами уравнением в виде, Н:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}.$$

Мощность резания при оцилиндровке сосновых бревен на 6–10% больше, чем еловых. Подача на резец оказывает на мощность резания сравнительно большое влияние. Ее вклад в мощность резания составляет 35–40% при различных условиях резания. С увеличением составляющей силы резания P_y возрастает сила изгибающая бревно, а с увеличением составляющей силы резания P_z возрастает сила сопротивления подачи. При увеличении касательной силы резания с ротором мощности на резание увеличивается и крутящий момент, действующий на бревно $M_{кр} = P_x \cdot d/2$, Н·м (действие одного резца). При работе Z резцов общий крутящий момент при резании равен $M_{кр(з)} = P_x \cdot Z \cdot d/2$, Н·м. Установлено, что подача на резец (оборот) оказывает большое влияние и на стружкообразование при резании. При подаче в пределах $S_z = 0,4 \div 0,6$ мм/об, угле в плане для резца $\phi \leq 60^\circ$ и угле скоса резца $\epsilon \geq 15^\circ$ образуется безэлементная (сливная) стружка. Такая стружка соответствует условиям хорошего качества по-

верхности резания. Определяющим фактором этих условий является неизменность силы резания, т. е. установившийся процесс стружкообразования. На основании проведенных опытов получены следующие частные зависимости при $Z = 1$:

- для оцилиндровки сосновых бревен, кВт

$$N_p = 2,02S_z^{0,16}; \quad (7)$$

- для оцилиндровки еловых бревен, кВт

$$N_p = 2,07S_z^{0,14}. \quad (8)$$

На основе проведенных опытов для практических целей организации процесса оцилиндровки бревен черновыми резами рекомендуются подачи на резец $S_z = 0,4 \div 0,6$ мм/об [Каменев, Кушнерев, 2016].

Влияние на мощность резания главного угла резца в плане. В опытах главный угол в плане для резца варьировался в пределах $\varphi = 45 \div 75^\circ$. На основании проведенных опытов следует, что с увеличением угла φ мощность на резание уменьшается, тенденция к снижению мощности резания объясняется тем, что при увеличении угла φ резание переходит от торцово-продольного к торцово-поперечному с уменьшением энергозатрат. Из теории резания древесины известно, что если за единицу принять касательную силу резания древесины поперек волокон, то касательная сила резания вдоль волокон (в среднем) будет равна двум, в торец – шести, т. е. $P_x(H) : P_x(\parallel) : P_x(\perp) = 1:2:6$. Переход от одного вида резания к другому вызывает соответствующее изменение силы резания и, следовательно, мощности резания. При переходе от одного вида резания к другому изменяется характер стружкообразования и, как следствие, качество обработки. Нашими опытами обнаружено, что при подачах на резец $S_z = 0,4 \div 0,6$ мм/об и $\varphi > 60^\circ$ образуется элементарная стружка с наличием многих мелких фракций. Элементность стружки ведет к снижению качества поверхности резания. При периодическом резании с образованием элементной стружки на его энергетику и качество поверхности резания влияют структурные условия резания, физико-механические свойства древесины, связанные с породой дерева, размерами стружки; углами резца; его остротой и скоростью движения в древесине. [Абдулов, Новоселов, 2012]. Все эти условия нельзя считать независимыми от влияния других. В опытах установлено, что при подаче на резец $S_z < 0,4$ мм/об, $\varepsilon < 15^\circ$, $\varphi > 60^\circ$, образуется элементная стружка в виде мелких фракций с появлением на обработанной поверхно-

сти ворсистости. Главный угол реза в плане (φ), оказывает заметное влияние на мощность резания. Его вклад в мощность резания составляет в среднем 15–20%. На основании опытов получены следующие частные зависимости при $Z = 1$:

- для оцилиндровки сосновых бревен, кВт

$$N_p = 3,44 \varphi^{-0,15}; \quad (9)$$

- для оцилиндровки еловых бревен, кВт

$$N_p = 3,14 \varphi^{-0,12}. \quad (10)$$

На основе проведенных опытов для практических целей организации процесса оцилиндровки бревен черновыми резами рекомендуется главный угол реза в плане $\varphi = 50\text{--}60^\circ$ [Зотов, 2010].

Влияние на мощность резания угла скоса реза. В опытах угол скоса реза изменялся в пределах $\varepsilon = 0\text{--}30^\circ$. Из сравнения в опытах было замечено, что с увеличением угла скоса черногого реза мощность резания возрастает. Тенденция роста мощности резания с увеличением угла скоса реза объясняется тем, что с увеличением угла ε изменяется вид резания и соответственно характер стружкообразования. Так, при подаче на резец $S_z = 0,4\text{--}0,6$ мм/об, главном угле в плане реза $\varphi \leq 60^\circ$ и $\varepsilon \geq 15^\circ$ образуется при резании безэлементная стружка. В случае, когда $S_z < 0,4$ мм/об, $\varphi > 60^\circ$ и $\varepsilon < 15^\circ$ образуется элементная стружка с наличием мелких фракций. В условиях перехода от элементной к безэлементной стружке мощность резания увеличивается с улучшением качества обработки.

На основании графика $N_p = f(\varepsilon)$ были получены следующие частные зависимости при $Z = 1$:

- для оцилиндровки сосновых бревен, кВт

$$N_p = 1,27 \varepsilon^{0,16}; \quad (11)$$

- для оцилиндровки еловых бревен, кВт

$$N_p = 1,5 \varepsilon^{0,1}. \quad (12)$$

Вклад угла скоса в мощность резания составляет в среднем 15–20%. Влияние угла ε на оцилиндровочный процесс следует рассматривать в совокупности с подачей на резец S_z , главным углом реза в плане, положением реза относительно оси бревна, структурой и породой дерева. Для

практики оцилиндровки бревен черновыми резами на основе опытов рекомендуется $\varepsilon = 15\text{--}20^\circ$.

Обобщенная зависимость мощности резания от режимных и инструментальных факторов. На основе обобщения опытных данных и частных степенных зависимостей получены следующие степенные формулы для определения мощности резания при оцилиндровке бревен роторным инструментом с Z резами по окружности резания:

– для оцилиндровки сосновых бревен, кВт

$$N_p = 0,218S_Z^{0,16}\varphi^{-0,15}\varepsilon^{0,16}tZ; \quad (13)$$

– для оцилиндровки еловых бревен, кВт

$$N_p = 0,238S_Z^{0,14}\varphi^{-0,12}\varepsilon^{0,1}tZ. \quad (14)$$

Формулы (13) и (14) достоверны при варьировании переменных в следующих пределах: $S_z = S_0 = 0,2\text{--}0,4\text{--}0,6$ мм/об; $\varphi = 45\text{--}60\text{--}75^\circ$; $\varepsilon = 0\text{--}15\text{--}30^\circ$; $t = 1,0\text{--}70$ мм – глубина резания; Z – число резцов в роторе (охватывающей резцовой головке), шт. Угловые параметры чернового резца: $\alpha = 10^\circ$; $\beta = 35^\circ$; $\gamma = 45^\circ$; $\delta = \alpha + \beta = 45^\circ$; резец острый ($\rho = 10\text{--}15$ мкм); материал резца – быстрорежущая сталь (P9; P18). При изменении породы древесины, влажности древесины, остроты резцов, угла резания следует использовать поправочные коэффициенты. Для практики оцилиндровки бревен черновыми резами рекомендуются следующие значения параметров:

$$S_z = S_0 = 0,2\text{--}0,6 \text{ мм/об}; \varphi = 50\text{--}60^\circ; \varepsilon = 15\text{--}20^\circ.$$

Выводы

1. В режущей охватывающей роторной головке позиционного оцилиндровочного станка должны быть две группы ножей: ножи для черновой обработки и ножи для окончательной чистовой обработки. Черновые ножи работают в условиях торцово-продольно-поперечного вида резания, а чистовые ножи – в условиях поперечно-продольного вида резания древесины. Эти виды резания оказывают влияние на силовые, мощностные и качественные показатели оцилиндровки бревен комбинированным режущим многолезцовым инструментом.

2. Основными доминирующими факторами, влияющими на мощность резания при оцилиндровке бревен черновыми резами, являются подача на резец, главный угол резца в плане, угол скоса резца. Для чистовых резцов при равных прочих условиях доминирующим фактором является угол наклона режущей кромки резца.

3. С увеличением подачи на резец в пределах от 0,2 до 0,6 мм/об мощность резания при оцилиндровке черновыми резцами возрастает. Рост мощности объясняется увеличением площади сечения стружки и соответственно ростом силы резания.

4. С увеличением главного в плане чернового резца мощность резания уменьшается. Это связано с переходом вида резания от торцово-продольного к торцово-поперечному с уменьшением энергозатрат.

5. С увеличением угла скоса чернового резца мощность резания возрастает. Это объясняется изменением вида резания и, следовательно, характера стружкообразования.

6. Для обеспечения нормальных условий оцилиндровки бревен много-резцовым инструментом в виде охватывающей роторной головки, в практике на позиционных станках рекомендуются следующие значения для черновых резцов: $S_z = S_0 = 0,4 \div 0,6$ мм/об; $\varphi = 50 \div 60^\circ$; $\varepsilon = 15 \div 20^\circ$, резцы острые ($\rho = 10\text{--}15$ мкм), материал резцов – быстрорежущая сталь (P9, P18). Резцы – цельные или оснащенные пластинками из быстрорежущей стали.

7. Для обеспечения нормальных условий резания и требуемого качества поверхности обработки, угол наклона чистовых острых резцов рекомендуется в пределах $20 \div 30^\circ$.

Библиографический список

Абдулов А.Р., Новоселов В.Г. Выбор способа повышения износостойкости дереворежущего инструмента // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: матер. VIII Всерос. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов конкурса по программе «Умник». 2012. Часть I.

Каменев Б.Б., Кушнерев В.О. Повышение стойкости инструмента роторных оцилиндровочных станков на основании анализа погрешностей обработки бревен // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2016. Вып. 214. С. 178–191.

Сергеевичев А.В. Повышение эффективности оцилиндровки бревен путем совершенствования механизма резания : автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб.: СПбГЛТА, 2002. 25 с.

Сергеевичев А.В., Волков А.Ю. Современные методы повышения стойкости дереворежущих инструментов в условиях оцилиндровки бревен // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2005. Вып. 173. С. 100–103.

Сергеевичев А.В. Погрешности обработки бревен на позиционных роторных оцилиндровочных станках // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2006. Вып. 179. С. 56–64.

Чубинский А.Н., Герасюта С.М., Коваленко И.В. Пористость древесины с учетом фрактальной структуры // Строение, свойства и качество древесины. СПб.: СПбГЛТА, 2004. С. 382–384.

References

Abdulov A.R., Novoselov V.G. Vybor sposoba povysheniia iznosostoikosti derevrezhushchego instrumenta. *Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii: mater. VIII Vseros. nauch.-tekhn. konf. studentov i aspirantov konkursa po programme «Umnik».* 2012. Chast' I. (In Russ.)

Kamenev B.B., Kushnerev V.O. Povyshenie stoikosti instrumenta rotornykh otsilindrovichnykh stankov na osnovanii analiza pogreshnosti obrabotki breven. *Izvestiia Sankt-Peterburgskoi lesotekhnicheskoi akademii.* 2016. Vyp. 214. S. 178–191. (In Russ.)

Sergeevichev A.V. Povyshenie effektivnosti otsilindrovki breven putem sovershenstvovaniia mekhanizma rezaniia : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. SPb.: SPbGLTA, 2002. 25 s. (In Russ.)

Sergeevichev A.V., Volkov A.Iu. Sovremennye metody povysheniia stoikosti derevrezhushchikh instrumentov v usloviakh otsilindrovki breven. *Izvestiia Sankt-Peterburgskoi lesotekhnicheskoi akademii.* 2005. Vyp. 173. S. 100–103. (In Russ.)

Sergeevichev A.V. Pogreshnosti obrabotki breven na pozitsionnykh rotornykh otsilindrovichnykh stankakh. *Izvestiia Sankt-Peterburgskoi lesotekhnicheskoi akademii.* 2006. Vyp. 179. S. 56–64. (In Russ.)

Chubinskii A.N., Gerasiuta S.M., Kovalenko I.V. Poristost' drevesiny s uchetom fraktal'noi struktury. *Stroenie, svoistva i kachestvo drevesiny.* SPb.: SPbGLTA, 2004. S. 382–384. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 22.12.2016 г.

Сергеевичев А.В., Кушнерев В.О. Анализ влияния параметров режущего инструмента и режимов резания на качественные и мощностные показатели в условиях оцилиндровки бревен // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2017. Вып. 219. С. 206–221. DOI: 10.21266/2079-4304.2017.219.206-221

В сравнении с другими технологическими операциями оцилиндровка бревен самая ответственная, трудоемкая и энергоемкая технологическая операция, определяющая внешний вид готового изделия и его качество. В настоящее время в ведущих в этой области странах постоянно совершенствуются процессы оцилиндровки бревен, режимы обработки и режущие инструменты. В связи с этим исследование влияния параметров режущего инструмента и режима резания на мощностные и качественные показатели оцилиндровки бревен, следует считать актуальными. В задачи экспериментальных исследований входило изучение влияния параметров резов и режима резания на мощностные и качественные по-

казатели оцилиндровки бревен резанием; установление связи характера стружкообразования. В настоящей статье приведены результаты экспериментальных опытов и методика их выполнения, описана конструкция опытного узла резания, установленного на суппорте экспериментальной установки, приведены графические схемы и технические характеристики. Данная конструкция обеспечивает четыре степени свободы для реза, что позволяет ориентировать лезвие в пространстве и получать углы, необходимые для проведения экспериментов. Державка имеет два поворотных плоских шарнира с лимбами, а также устройство для поворота режущей кромки на требуемые углы скоса и положения реза. При проведении опытов в соответствии с методической сеткой определялась зависимость мощности на резание от основных режимных и инструментальных факторов при оцилиндровке сосновых и еловых бревен с влажностью 30%. Опыты выполнялись на основе методики однофакторного эксперимента. Результаты подвергались статистической обработке, в последующем обработка полученных данных производилась графическим методом с выявлением степенных зависимостей. На основе зависимостей мощности резания от основных факторов авторами были получены частные и общие зависимости мощности резания. В режущей охватывающей головке позиционного оцилиндровочного станка должны быть две группы ножей: ножи для черновой обработки и ножи для чистовой обработки. Основными доминирующими факторами, влияющими на мощность резания при оцилиндровке бревен черновыми резами, являются подача на резец, главный угол в плане, угол скоса реза. Для чистовых резцов при равных прочих условиях доминирующим фактором является угол наклона режущей кромки реза. С увеличением подачи на резец в пределах от 0,2 до 0,6 мм/об, мощность резания при оцилиндровке черновыми резами возрастает. С увеличением главного в плане черного реза мощность резания уменьшается. С увеличением угла скоса черного реза мощность резания возрастает. Для обеспечения нормальных условий оцилиндровки бревен многолезцовым инструментом в виде охватывающей роторной головки, в практике на позиционных станках рекомендуются следующие значения для черновых резцов: $S_z = S_0 = 0,4 \div 0,6$ мм/об; $\varphi = 50 \div 60^\circ$; $\varepsilon = 15 \div 20^\circ$, резы острые ($\rho = 10\text{--}15$ мкм), материал резцов – быстрорежущая сталь P9, P18. Резцы: цельные или оснащенные пластинками из быстрорежущей стали. Для обеспечения нормальных условий резания и требуемого качества поверхности обработки угол наклона чистовых острых резцов рекомендуется в пределах $20\text{--}30^\circ$.

Ключевые слова: оцилиндровка бревен, параметры режущего инструмента и режимов резания.

Sergeevichev A.V., Kushnerev V.O. The analysis of influence of parameters of a cutting instrument and cutting modes on quality and power indicators in the conditions of roundup of logs. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2017, is. 219, pp. 206–221 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2017.219.206-221

In comparison with other technological operations roundup of logs the most responsible, heavy and power-intensive technological work defining appearance of finished product and its quality. Now in the countries conducting in this area processes of roundup of logs, processing conditions and cutting instruments constantly are improved. In this regard a research of influence of parameters of a cutting instrument and cutting mode on power and quality indicators of roundup of logs, it is necessary to consider urgent. Entered problems of the pilot studies: studying of influence of parameters of cutters and a cutting mode on power and quality indicators of roundup of logs cutting; establishment of communication of character of a cutting. Results of the experimental experiences and technique of their realization are given in this article, the design of experienced knot of the cutting established on a support of the pilot unit is described graphic schemes and principal specifications are provided. This design provides four degree of freedoms for a cutter that allows to focus an edge in space and to receive corners necessary for carrying out experiments. The chuck has two rotary flat hinges with limbuses, and also the device for turn of a trimming blade on the required rake angles and provisions of a cutter. When carrying out experiences according to a methodical grid dependence of power was defined on cutting from the major regime and instrumental factors at roundup of pine and fir-tree logs with humidity of 30%. Experiences were carried out on the basis of a technique of a one-factorial experiment. Results were exposed to statistical processing, in subsequent processing of the obtained data was made by a graphic method with identification of exponential laws. On the basis of dependences of power of cutting on major factors we received private and common dependences of power of cutting. In the cutting covering head of the positional machine, there have to be two groups of knives: knives for roughing and knives for smoothing. The major dominating factors influencing cutting power at roundup of logs draft cutters are: giving on a cutter, the main corner in the plan, a cutter rake angle. For fair cutters under equal other conditions the dominating factor is the slope angle of a trimming blade of a cutter. With increase in giving at a cutter ranging from 0,2 to 0,6 mm/cycle, cutting power at roundup by draft cutters increases. With increase in the main thing in respect of a draft cutter the power of cutting decreases. With increase in a rake angle of a draft cutter the power of cutting increases. For providing standard conditions of roundup of logs with the many knives tool in the form of the covering rotor head, in practice on positional machines the following values for draft cutters are recommended: $S_2 = S_0 = 0,4 \div 0,6$ mm/cycle; $\varphi = 50 \div 60$ °; $\varepsilon = 15 \div 20$ °, cutters sharp ($\rho = 10\text{--}15$ microns), material of cutters – quick cutting steel (R9, R18). Cutters: integral or equipped with plates from quick cutting steel. For providing standard conditions of cutting and the required quality of a surface of processing, the slope angle of fair sharp cutters is recommended within $20 \div 30$ °.

Keywords: roundup of logs, parameters of a cutting instrument and cutting modes.

СЕРГЕЕВИЧЕВ Александр Владимирович – заведующий кафедрой автоматизации и автоматизации производственных процессов Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат технических наук, доцент.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: alexander910@yandex.ru

SERGEEVICHEV Alexander V. – PhD (Technical), associate professor, Head of the Department of automatic equipment and automation of productions, St.Petersburg State Forest Technical University.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: alexander910@yandex.ru

КУШНЕРЕВ Виктор Олегович – аспирант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: alexander910@yandex.ru

KUSHNEREV Victor O. – PhD student, St.Petersburg State Forest Technical University.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: alexander910@yandex.ru