

Рис. 4. График зависимости глубины резания от мощности

Работа на мощностях свыше действительного диапазона регулирования нецелесообразна, приводит к увеличенному расходу потребляемой станком электрической мощности и может привести к преждевременному выходу из строя лазерного излучателя.

*Библиографический список*

1. Исследование режимов лазерного резания массивной древесины // Деревообработка: оборудование, менеджмент XXI века. Труды VI международного евразийского симпозиума / Под научной ред. В.Г. Новоселова. Екатеринбург, 2011. С. 140 – 144, 389 с.
2. Верхотурова И.В., Петраченко Ю.А. Технология лазерной обработки. Учебно-методический комплекс по дисциплине для специальности 010701 «Физика». Благовещенск, 2007. 157 с.
3. Витиeman В. CO<sub>2</sub>-лазер. Пер. с англ. М: Мир 1990. 360 с.
4. Beijing Reci Laser - the largest manufacturer of high-tech CO<sub>2</sub> laser tube in the world [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.recilaser.com/2010/en\\_product/w6\\_en.html](http://www.recilaser.com/2010/en_product/w6_en.html)

*А.М. Кузнецов, И.Н. Спицын  
СибГТУ, Красноярск, РФ  
stanki@sibstu.kts.ru*

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ВЫБОР ВИДА  
И РЕЖИМА ВАЛЬЦЕВАНИЯ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ  
(INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON A CHOICE  
OF A KIND AND CONDITION OF ROLLING OF BAND SAWS)**

*В работе описаны особенности кинематики механизма резания ленточнопильных станков. Приведены зависимости для расчета наклона шкивов. Рассмотрены условия выбора способа и степени вальцевания.*

*In work features of kinematics of the mechanism of cutting of band mills are described. Dependences for account of an inclination of pulleys are resulted. Conditions of a choice of a method and rolling degree are considered.*

Особенность ленточных пил в отличие от рамных и круглых – ее нежесткое закрепление на станке. Отсюда необходимость учитывать влияние кинематики механизма резания. Чем точнее учтены эти параметры при подготовке пилы, тем проще и быстрее можно добиться устойчивости пилы при работе. Устойчивое движение пилы достигается при условии, что угол между продольной осью пилы и осью вращения шкива должен быть прямым. Взаимное положение шкивов для создания кинематического равновесия полотна может осуществляться наклоном одного верхнего шкива или наклоном двух шкивов [1].

При наклоне верхнего шкива (рис. 1, а) имеем:

$$R = 0,5f + 0,125 \cdot \frac{f^2}{r};$$

$$H = R - \sqrt{R^2 - A^2};$$

$$\varphi = \arcsin \frac{A}{2R}.$$

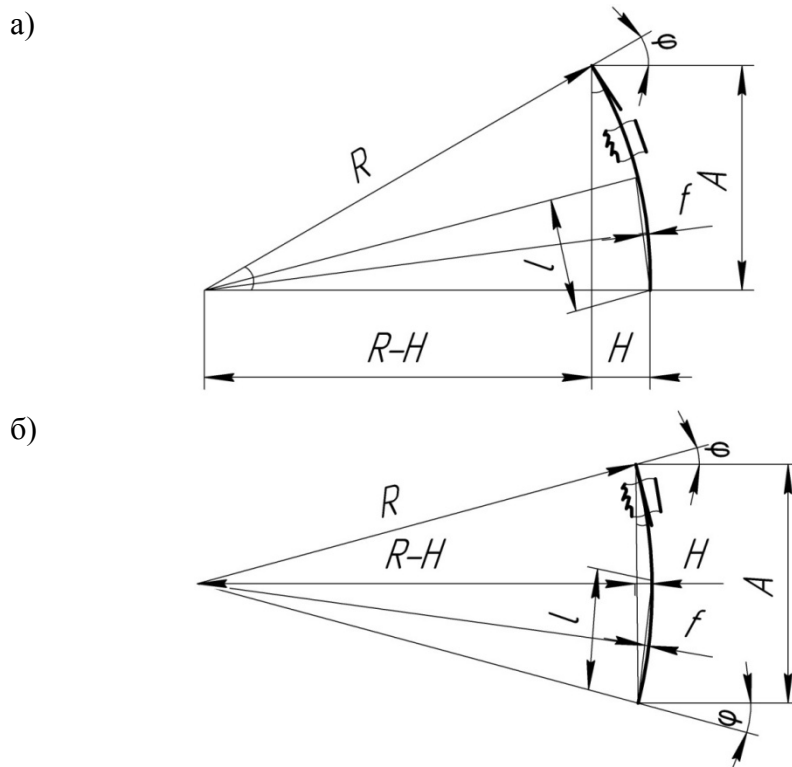


Рис. 1. Кинематическое равновесие криволинейного полотна ленточной пилы:  
а – при наклоне одного шкива; б – при наклоне двух шкивов

При наклоне верхнего шкива (рис. 1, б) имеем:

$$H = R - \sqrt{R^2 - 4A^2};$$

$$\varphi = \arcsin \frac{A}{2R},$$

где  $R$  – радиус кривизны продольной оси полотна;

$f$  – стрела выпуклости задней кромки;

$\varphi$  – угол наклона оси шкива;

$A$  – расстояние между осями шкивов.

При наклоне шкива происходит смещение точек шкива по горизонтали. В зависимости от положения центра наклона это смещение при одинаковых углах может быть различным. В расчет перемещения берем переднюю кромку шкива, так как она постоянно контактирует со шкивом, независимо от ширины пилы и шкива. Варианты расположения центра наклона шкива представлены на рис. 2

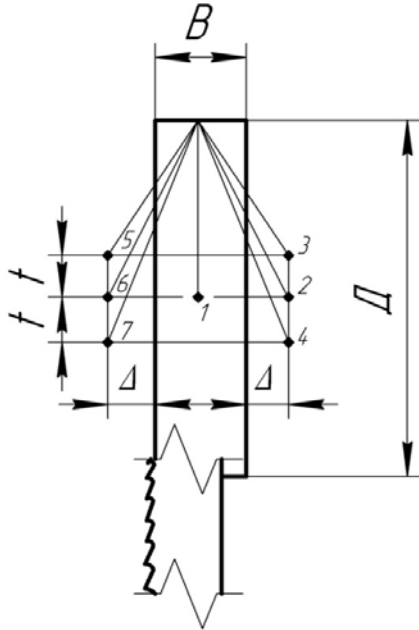


Рис. 2. Варианты расположения центра наклона шкива

Согласно рис. 2 расчеты для 1 точки выполнены по формулам:

$$R = 0,5 \cdot \sqrt{D^2 - B^2};$$

$$H = \cos(\arctg \frac{D}{B} - \varphi)R - 0,5B;$$

$$f = 0,5D - \sin(\arctg \frac{D}{B} - \varphi)R;$$

где  $R$  – радиус поворота при наклоне шкива;

$H$  – смещение точек обода шкива по вертикали;

$f$  – смещение точек обода шкива по вертикали;

$\varphi$  – угол наклона оси шкива;

$D$  – диаметр шкива;

$B$  – ширина шкива.

Станок с вертикальным положением шкивов.

Для точки 2:

$$R = \sqrt{0,25D^2 + (B^2 + \Delta)^2};$$

$$H = \Delta - \cos(\arctg \frac{0,5D}{\Delta} + \varphi)R;$$

$$f = \sin(\arctg \frac{D}{B} - \varphi)R - \Delta;$$

Для точки 3:

$$R = \sqrt{(0,5D - t)^2 + (B^2 + \Delta)^2};$$

$$H = \cos(\arctg \frac{0,5D}{\Delta} + \varphi)R - (B + \Delta);$$

$$f = (0,5D - t) - \sin(\arctg \frac{0,5D - t}{B + \Delta} - \varphi)R.$$

Для точки 4:

$$R = \sqrt{(0,5D + t)^2 + (B^2 + \Delta)^2};$$

$$H = \cos(\arctg \frac{0,5D + t}{B + \Delta} + \varphi)R - (B + \Delta);$$

$$f = (0,5D + t) - \sin(\arctg \frac{0,5D + t}{B + \Delta} - \varphi)R.$$

Для точки 5:

$$R = \sqrt{(0,5\Delta - t)^2 + \Delta^2};$$

$$H = \Delta - \cos\left(\arctg \frac{0,5\Delta + t}{\Delta} + \varphi\right)R;$$

$$f = \sin\left(\arctg \frac{0,5\Delta + t}{\Delta} + \varphi\right)R - (0,5\Delta - t) .$$

Для точки 6:

$$R = \sqrt{0,25\Delta^2 + (B + \Delta)^2};$$

$$H = \cos\left(\arctg \frac{0,5\Delta}{\Delta} - \varphi\right)R - \Delta;$$

$$f = 0,5\Delta - \sin\left(\arctg \frac{0,5\Delta + t}{\Delta} - \varphi\right)R .$$

Для точки 7:

$$R = \sqrt{(0,5\Delta + t)^2 + \Delta^2};$$

$$H = \Delta - \cos\left(\arctg \frac{0,5\Delta + t}{\Delta} + \varphi\right)R;$$

$$f = \sin\left(\arctg \frac{0,5\Delta + t}{\Delta} + \varphi\right)R - (0,5\Delta + t) .$$

Вальцевание полотна пилы заключается в пластическом деформировании металла на узком участке по всей длине пилы. При этом полотно, количество следов вальцевания и усилий прижима могут изменяться в зависимости от поставленных целей:

- кромки полотна – зубчатая и пыльная при натяжении должны испытывать большее напряжение в сравнении с центральной частью полотна;
- контактирование полотна со шкивом должно быть полным и обеспечивать передачу движения от ведущего шкива к пиле.

В основу расчета режимов вальцевания положена аксиома теории проката – объем металла до и после операции остается постоянным и деформация по ширине и глубине в месте контакта определяется по формулам [2]. Схема вальцевания представлена на рис. 3.

$$a = 8,6 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt[3]{pr_1}$$

$$a = 7,4 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{\frac{p^2}{r}}$$

Площадь сегмента равна

$$S_{\text{сегм}} = 0,01745 \cdot r^2 \cdot \arcsin \frac{a}{2} - a(r - \delta).$$

Объем деформированного металла в одном следе вальцевания

$$V = 2l \cdot \left( (0,01745 - r^2 \cdot \arcsin \frac{a}{2} - a(r - \delta)) \right) ,$$

где  $l$  – длина полотна, см;

$r$  – радиус вальцов, см.

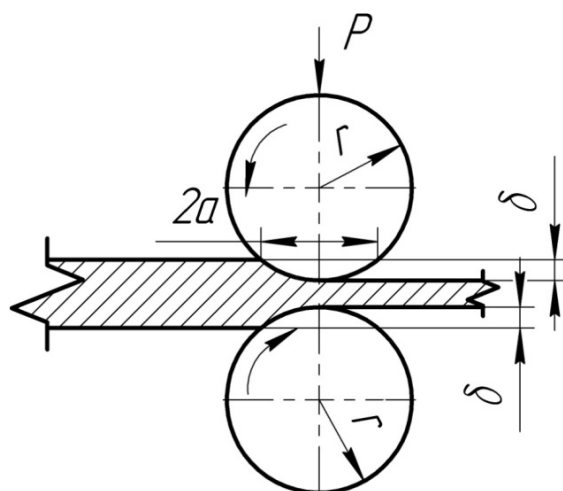


Рис. 3. Схема вальцевания

Радиус равен поперечной выпуклости вальцов. Таким образом, вальцы представляют собой шар, срезанный с двух сторон перпендикулярно оси вращения.

Желаемое пластическое деформирование в одном следе вальцевания достигается за несколько проходов с увеличивающимся давлением, что предохраняет разрушение металла.

Вальцованные зоны за счет взаимодействия с невальцованными получают сжатие, а последние испытывают растяжение. Правильно провальцованное полотно имеет равновесное состояние между этими зонами. А при натяжении на станке невальцованные (передняя и задняя кромки) получают большее натяжение, чем середина полотна. При продольном изгибе полотна вальцованные зоны имеют радиус изгиба больший, чем невальцованные зоны и поперечное сечение получает искривление. Предоставленные расчеты позволили определить усилия давления и количество следов вальцевания. Так как у большинства станков шкивы имеют выпуклый профиль, то результаты расчетов представлены для симметричного вальцевания. С целью компактности предоставлены наибольшее давление в каждом следе (таблица).

На основе расчетов и проделанных замеров на вальцованных пилах можно сделать следующие выводы:

1. Зная кинематику станка и первоначальное состояние нового полотна, можно выбрать метод и режим вальцевания.
2. Поступающие полотна могут уже иметь выпуклость задней кромки, что должно учитываться при расчетах.
3. При контроле результатов вальцевания пила должна иметь продольный изгиб близкий к радиусу шкивов. Поперечный изгиб должен соответствовать профилю шкива.
4. Контроль состояния вальцовочного станка можно провести вальцеванием двух небольших кусков пилы одинакового размера, наложенных друг на друга. Пропустив их с наибольшим давлением, получим продольное искривление образцов в сторону контакта с вальцами. Если оба вальца одинаково деформируют образцы, то они получают одинаковый изгиб (станок пригоден к работе).

Таблица 1

Зависимость давления роликов, параметров пилы и условий вальцевания

Ширина пилы, мм	Толщина пилы, мм	Кол-во следов, шт.	Интервал, мм	Давление вальцов, Н														
				P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>	P <sub>9</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>	P <sub>14</sub>	P <sub>15</sub>
350	2,2	15	20	7,8	9,5	11,5	13,7	16,7	19,6	23,5	28,4	23,5	19,6	16,7	13,7	11,5	9,5	7,8
		10	30	13,7	16,7	2,0	23,5	28,4	28,4	23,5	19,6	16,7	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
350	2,0	10	30	10,4	12,5	15,0	18,0	21,6	21,6	18,0	15,0	12,5	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		8	40	12,5	15,0	18,0	21,6	21,6	18,0	15,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
350	1,8	15	20	3,7	4,4	5,3	6,4	7,7	9,2	11,0	13,2	11,0	9,2	7,7	6,4	5,3	4,4	3,7
		10	30	6,4	7,7	9,2	11,0	13,2	13,2	11,0	9,2	7,7	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
280	2,0	12	20	8,6	10,4	12,5	18,0	21,6	21,6	18,0	12,5	10,4	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		8	30	12,5	15,0	18,0	21,6	21,6	18,0	15,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
280	1,8	12	20	5,3	6,4	7,7	9,2	11,0	13,2	13,2	11,0	9,2	7,7	6,4	5,3	0,0	0,0	0,0
		8	30	7,7	9,2	11,0	13,2	13,2	11,0	9,2	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
280	1,6	12	20	3,9	4,7	5,7	6,8	8,1	9,8	9,8	8,1	6,8	5,7	4,7	3,9	0,0	0,0	0,0
		8	30	5,7	6,8	8,1	9,8	9,8	8,1	6,8	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
230	1,6	10	20	4,7	5,7	6,8	8,1	9,8	9,8	8,1	6,8	5,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		8	25	5,7	6,8	8,1	9,8	9,8	8,1	6,8	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
230	1,4	10	20	4,2	5,1	6,1	7,4	8,8	8,8	7,4	6,1	5,1	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		8	25	5,1	6,1	7,4	8,8	8,8	7,4	6,1	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

*Библиографический список*

1. Кузнецов А.М. Исследование устойчивости движения ленточнопильного полотна // Новое в области режущего инструмента и резания древесины. ЛДН-ТП, 1968. С. 78–82.

2. Беляев Н.М. К вопросу о местных напряжениях в связи с сопротивлением рельса смятию // Сборник ленинградского института инженеров путей сообщения. Л., 1929. С. 283-296.

**Т.В. Полякова, В.Г. Новоселов**  
УГЛТУ, Екатеринбург, РФ  
*nauka-les@yandex.ru*

**ВЛИЯНИЕ ЖЕСТКОСТИ СИСТЕМЫ «СТАНОК -  
ПРИСПОСОБЛЕНИЕ - ИНСТРУМЕНТ - ДЕТАЛЬ» (СПИД)  
НА ТОЧНОСТЬ ПРОДОЛЬНОГО ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО  
ФРЕЗЕРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ  
(INFLUENCE OF RIGIDITY OF SYSTEM  
MILL - DEVICE - TOOL - DETAIL (AIDS) ON ACCURACY  
OF LONGITUDINAL CYLINDRICAL MILLING OF WOOD)**

*Приводятся результаты исследований влияния жесткости системы «станок - приспособление - инструмент - деталь» (СПИД) на конечный размер детали на четырехстороннем продольно-фрезерном станке «Beaver 523» .*

*Results of researches of influence of rigidity of mill - device - tool - detail (AIDS) system for the final size of a detail on the quadrilateral Beaver 523 longitudinally milling machine are given.*

Точность является одним из основных показателей качества изготавливаемой продукции, и с точки зрения надежности технологической системы по ГОСТ 27.202-83 [1] принимается в качестве основного критерия работоспособности.

Непостоянство сил резания в процессе обработки детали, обусловленное изменением сечения срезаемой стружки, изменением механических свойств материала, износом и затуплением режущего инструмента, колебаниями снимаемого припуска материала, различной жесткости детали ввиду неоднородности физико-механических свойств древесины, вызывает и неравномерность упругих деформаций системы «станок- приспособление - инструмент - деталь», что влияет на точность обработки заготовки.

Для оценки влияния жесткости системы СПИД на точность обработки заготовок проведены исследования деформаций валов верхней и левой боковой ножевых головок четырехстороннего продольно-фрезерного станка «Beaver 523» в лаборатории кафедры станков и инструментов УГЛТУ. Нагружение валов производилось с помощью настроечных механизмов станка, сила определялась динамометром сжатия ДОСМ-3-1, для измерения деформации использовалась стойка с индикатором часового типа (рис. 1).