

## Лекция 16

### Пиление древесины круглыми пилами

#### 1. Общие сведения

Пиление древесины круглыми (дисковыми) пилами – самый распространенный процесс механической технологии, отличающийся большим разнообразием конструкций и технологических схем станков. Простота устройства станков, относительно низкая стоимость и высокая производительность способствуют их использованию на всех раскроечных операциях первичной и вторичной обработки древесины.

При вращательном главном движении скорость резания круглопильных станков достигает 100 м/с, а скорость подачи – 150 м/мин.

Несмотря на преимущества, круглопильные станки имеют серьезный недостаток, который относится к трудности создания требуемой устойчивости пилы в пропиле. Круглая пила надевается на пильный вал посадочным отверстием и зажимается на валу двумя зажимными фланцами и гайкой. При таком креплении относительно тонкий диск большого диаметра имеет только одну опору в центре пилы и работает со значительными нагрузками не всегда находящимися в плоскости диска. Жесткость его при этом не всегда оказывается достаточной: диск отклоняется от плоскости вращения, нагревается, зарезает в пропиле в бок, касаясь его стенок, и теряет свою рабочую устойчивость. Все это приводит к браку при распиловке и частым остановкам станка. Для повышения поперечной жесткости пилы приходится использовать более толстые диски, а это приводит к увеличению выхода опилок, к снижению полезного выхода пиломатериалов.

**Продольное пиление** круглыми пилами – самый распространенный процесс обработки древесины. По принципу продольного пиления работают станки, распиливающие бревна или брусья на пиломатериалы, а также станки обрезные, прирезные, реечные, ребровые и др.

Основную работу при продольном пилении выполняют главные (короткие) режущие кромки зубьев. Они перерезают волокна

древесины, формируют дно пропила. Боковые режущие кромки формируют стенки пропила.

Пиление характеризуется большими значениями скорости главного движения (50...70 м/с) и скорости подачи (до 120 м/мин), непрерывностью вращательного движения режущего инструмента. Станки имеют сравнительно простую конструкцию, удобны в эксплуатации и обладают большими возможностями для автоматизации. Количество опилок достигает 12...16% от объема распиливаемого сырья.

**Поперечное пиление** используется для прямолинейного поперечного раскроя пиломатериалов на заготовки в столярно-строительном, мебельном и других деревообрабатывающих производствах. Для пиления используются специальные круглые пилы, у которых основную работу по перерезанию древесных волокон выполняют боковые режущие кромки, имеющие косую заточку под углом 40...45°.

Пиление может быть встречное или попутное с расположением центра пилы под или над заготовкой. Круглопильные станки могут быть однопильные или многопильные, одновальные или многовальные, когда пилы закреплены на одном или нескольких пильных валах.

## **2. Круглые пилы**

### **2.1. Конструкции дереворежущих пил круглых плоских**

Пилы (ГОСТ 980-80) применяются на лесопильном, деревообрабатывающем, лесозаготовительном производствах для продольной и поперечной распиловки бревен и пиломатериалов (брусьев, брусков, досок, горбылей, реек и др.) на круглопильных, шипорезных и других станках.

Конструкция и основные размеры пил приведены на рис. 1. По профилю зубьев пилы выпускаются двух типов: для продольной распиловки типа 1 исполнений 1 и 2 и для поперечной распиловки типа 2 исполнений 1 и 2.

**Пилы для продольного пиления древесины** (тип 1). Пилы исполнения 1 имеют ломанолинейную заднюю поверхность зубьев, а пилы исполнения 2 – прямолинейную заднюю поверхность. Пилы ис-

полнения 2 применяют в основном в деревообрабатывающих бытовых станках, электрифицированном ручном инструменте, а также на фрезерных станках. Основную работу у пил выполняет короткая режущая кромка.

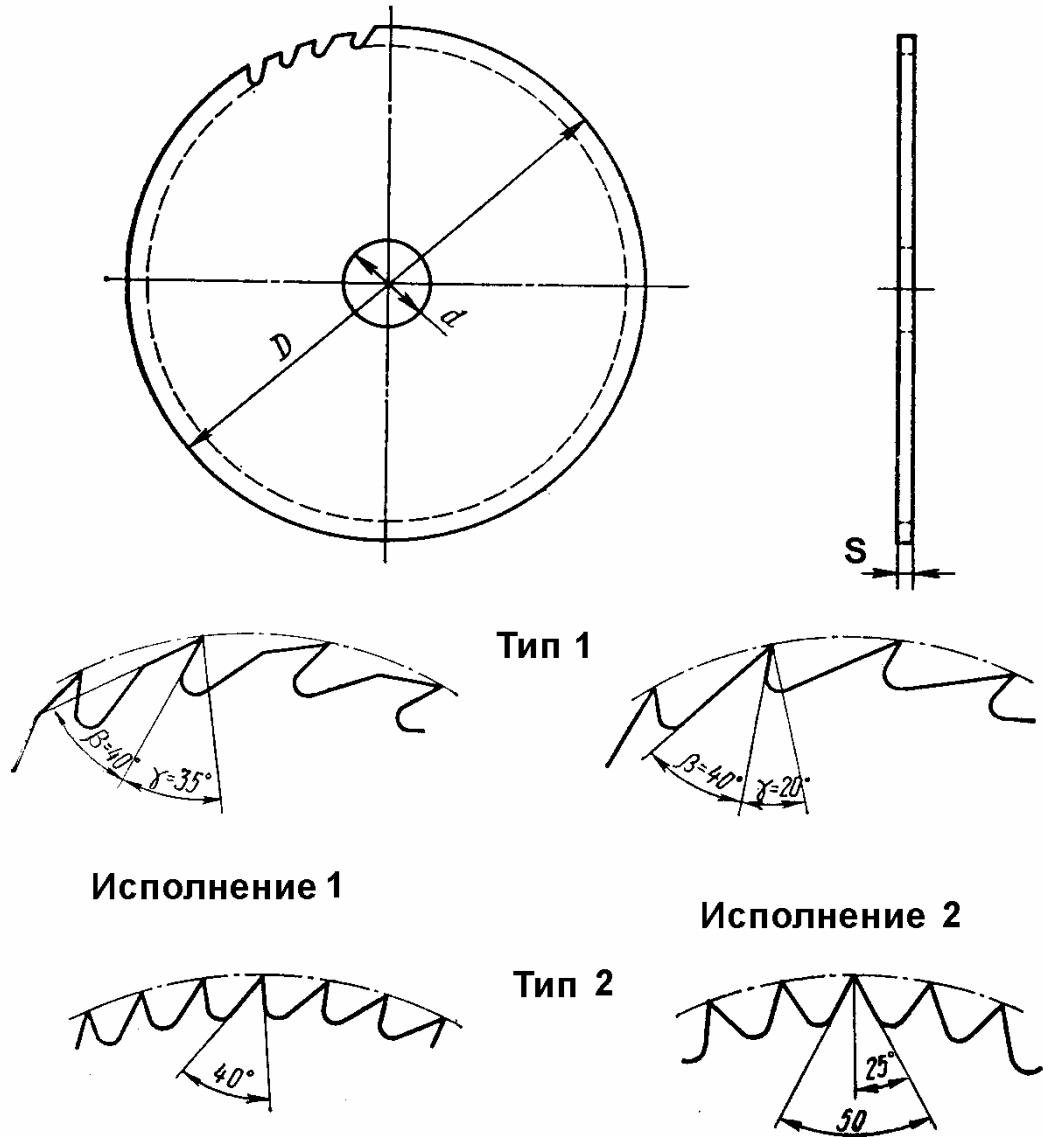


Рис. 1. Пилы круглые плоские

**Пилы для поперечного пиления древесины (тип 2).** Пилы исполнения 1 выпускаются с передним углом зубьев, равным нулю. Применяются они в круглопильных станках с нижним расположением пильного вала.

Пилы исполнения 2 имеют отрицательный передний угол зубьев (расположен он внутри тела зуба). Применяются они в круглопильных станках с верхним расположением шпинделя относительно распиливаемого материала. Основную работу при пилении выполня-

ют боковые режущие кромки. Их затачивают со следующими углами наклона передних и задних поверхностей (углами косой заточки): 45° – при распиловке пиломатериалов хвойных пород; 55° – при распиловке пиломатериалов твердых пород; 65° – при распиловке бревен.

Материал пил – сталь марки 9ХФ по ГОСТ 5950-73. Твердость пил  $HRC_3$ , 41...46. Пилы поставляются выправленными и прокованными для скоростей главного движения 40 ... 60 м/с при продольной распиловке и 40... 75 м/с – при поперечной. Пример заказа: пила 3420-0228 ГОСТ 980-80. Изготовитель – ЗАО “Инструмент”.

Значения инструментальных углов резания принимаются в зависимости от породы распиливаемой древесины. Их значения приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения инструментальных углов резания зубьев круглых пил

Порода древесины	Профиль зубьев		Угловые параметры, град			
	Тип	Исполнение	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	Угол наклона передней и задней граней
Продольная распиловка						
Хвойная	1	1	15	40	35	90
	1	2	30	40	20	90
Твердая	1	1	15	50	25	90
	1	2	30	50	10	90
Поперечная распиловка						
Хвойная	2	1	50	40	0	45
	2	2	65	50	-25	45
Твердая	2	1	40	50	0	55
	2	2	55	60	-25	55

Примечание. При продольной распиловке мерзлой древесины хвойных пород передний угол  $\gamma$  зубьев исполнения 1 необходимо уменьшить на 10...15°, а исполнения 2 – на 5...10°. При поперечной распиловке угол наклона передней и задней граней должен быть равен 65°.

## 2.2. Пилы круглые строгальные

Пилы (ГОСТ 18479-73) предназначены для распиловки сухой древесины (влажность не более 20%) при высоких требованиях к шероховатости обработанных поверхностей. Они используются в производстве деталей лыж, канцелярских изделий и др. Пилы типа 1 применяются для продольной распиловки, типа 2 – для поперечной распиловки. Конструкция и основные размеры пил приведены на рис. 2 и в табл. 2. Выпускаются также пилы с углом бокового поднутрения  $\varphi=0^{\circ}45'$ .

Зубья пилы выполнены без развода или плющения. Боковые режущие кромки зубьев расположены в одной плоскости. Пила устойчива в работе и обеспечивает хорошее качество распиленных поверхностей.

Материал пил – сталь марки 9ХФ по ГОСТ 5950-73. Твердость – *HRC*, 51...55. Пример заказа: пила строгальная 3420-0463 ГОСТ 18479-73. Изготовитель – ЗАО “Инструмент”.

Таблица 2

Параметры пил строгальных

Обозначение пил	$D$ , мм	$D_1$ , мм	$d$ , мм	$B$ , мм	$\varphi$ , мин	Число зубьев $z$
Тип 1						
3420-0452	160	60	32	1,6	15	48
-0453	200	80		60		
-0456	250	100	50	2,4	25	48
-0458	315	125		3,0		60
3420-0463	400	160		3,6		
Тип 2						
3421-0531	200	80	32	1,6	15	60
-0534	250	100		2,4		72
-0536	315	125	50	3,0	25	96
3421-0538	400	160		3,6		

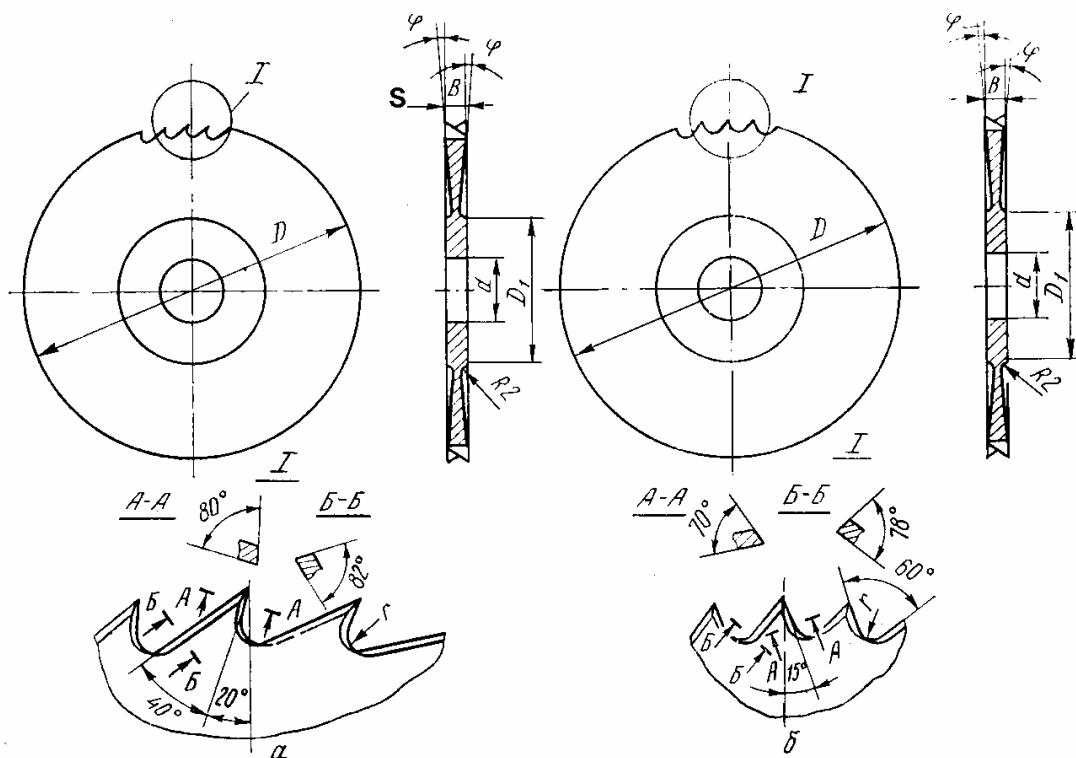


Рис. 2. Пилы круглые строгальные

### 2.3. Пилы круглые конические

Пилы (ТУ 14-1-1809-76) выпускаются двух типов – право- и левоконические.

Пилы предназначены для продольной ребровой распиловки горбылей и досок шириной до 160 мм, толщиной до 19 мм на ребровых станках и пиломатериалов на тонкие дощечки. Ширина пропила равна 1,7...2,5 мм.

Конструкция и основные размеры приведены на рис. 3 и в табл. 3. Зубья пилы правоконической являются зеркальным отражением зубьев пилы левоконической.

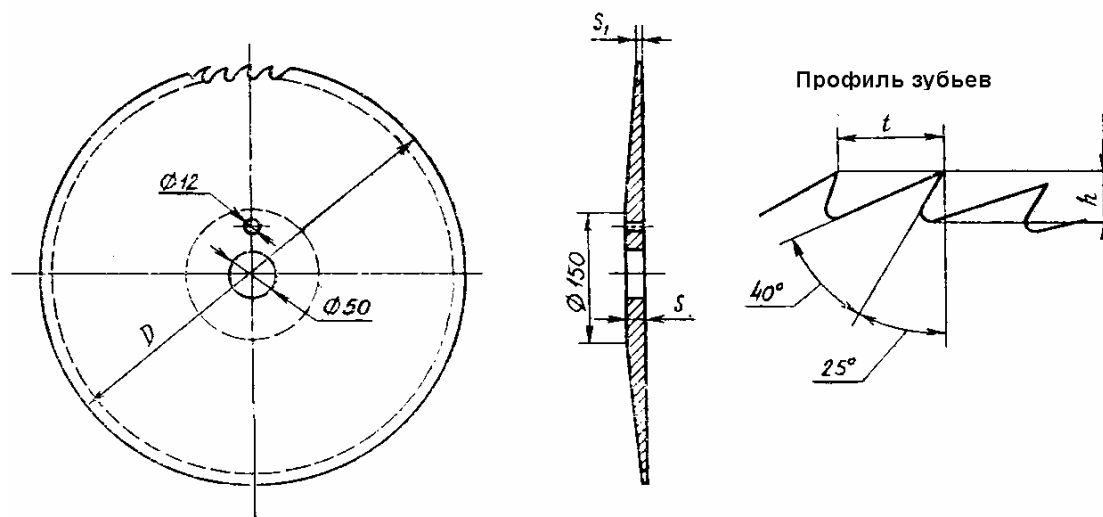


Рис. 3. Пила круглая левоконическая

Таблица 3

Параметры пил круглых конических

Обозначение пил	$D$ , мм	$S_1$ , мм	$S$ , мм	$T$ , мм	$H$ , мм	Число зубьев $z$
Правоконические						
Н-376	500	1,0	3,4	15,5	7,0	100
Н-376-01	630	1,2	3,8	19,5	8,8	
Н-376-02	710	1,4	4,4	22,0	9,9	
Н-376-03	800			24,8	11,2	
Левоконические						
Н-377	500	1,0	3,4	15,5	7,0	100
Н-377-01	630	1,2	3,8	19,5	8,8	
Н-377-02	710	1,4	4,4	22,0	9,9	
Н-377-03	800			24,8	11,2	

Материал пил – сталь марки 9ХФ по ГОСТ 5950-73. Твердость –  $HRC$ , 41...46. Пример заказа: пила Н-376-01 ТУ 14-1-1809-76.

## 2.4. Пилы сферические

Пилы предназначены для выпиливания днищ бочек на донно-вырезных станках в бондарном производстве. Пилы выпускаются по ТУ14-1-1807-76. Конструкция и основные размеры приведены на рис 4 и табл. 4.

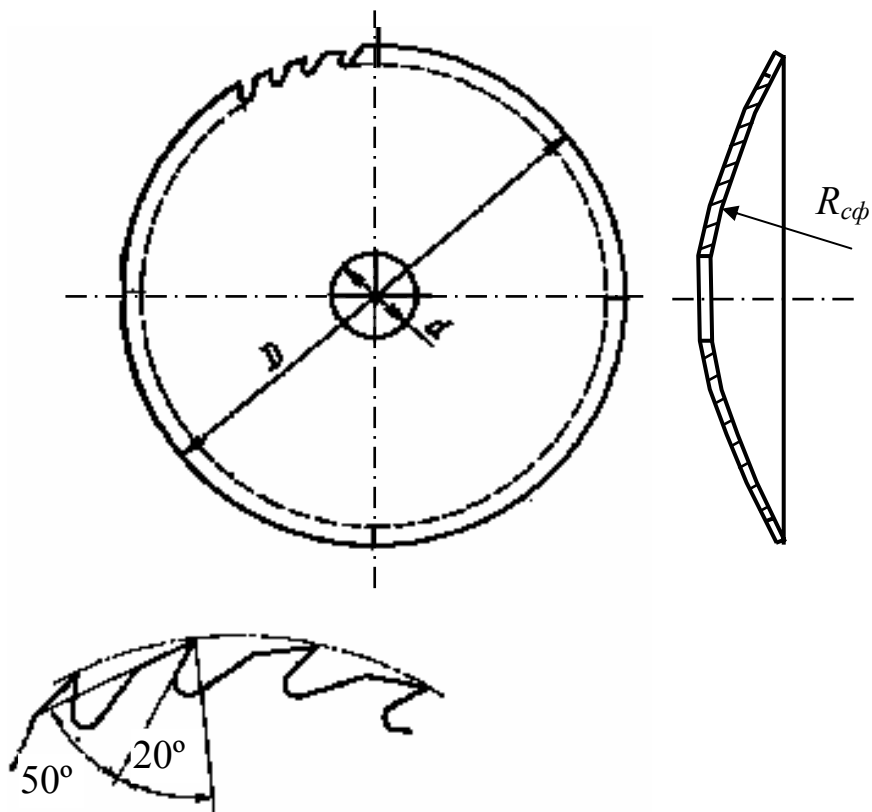


Рис. 4. Пила сферическая

Таблица 4

Параметры сферических пил

Обозначение пил	$D$	$R_{сф}$	Шаг зубьев $t$	Высота зубьев $h$	Число зубьев $z$
Н-378	280	320	14,7	12	60
Н-378-01	300	400	15,7	14	
Н-378-02		550			

## 2.5. Пилы круглые с твердосплавными пластинами

Пилы по ГОСТ 9769-79 выпускаются двух типов: тип 1 – с разносторонними углами наклона передних и задних поверхностей зубьев и тип 2 – без углов наклона передних и задних поверхностей зубьев.

Пилы типа 1 предназначены для распиловки клееной древесины, фанеры, облицованных щитов, столярных плит, цельной древе-



сины твердых пород поперек волокон, для чистовой форматной распиловки облицованных древесностружечных плит.

Пилы типа 2 предназначены для черновой распиловки облицованных и необлицованных древесностружечных плит и цельной древесины твердых пород вдоль волокон.

Конструкция и основные размеры пил приведены на рис. 5 и в табл. 5.

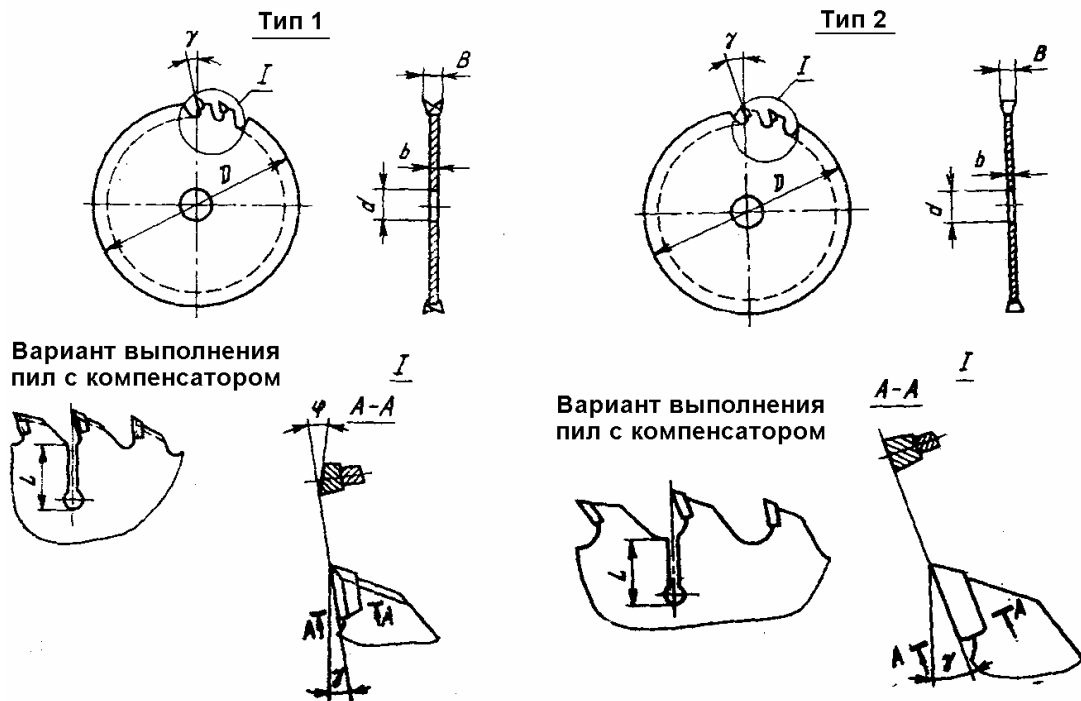


Рис. 5. Пилы с твердосплавными пластинами

Таблица 5

Параметры пил с твердосплавными пластинами

Обозначение пил	$D$ , мм	$d$ , мм	$B$ , мм	$b$ , мм	Число зубьев $z$	$\gamma$ , град
Тип 1						
3421-0557	250	50	3,4	2,4	24	10
-0559					36	
-0562					56	
-0564	315				36	
-0566	56					
-0568	72					
-0584	400				4,1	
3421-0586					72	

Тип 2						
3420-0482	250	32	3,4	2,4	24	20
-0486					36	
-0328	315	50	3,5		24	
-0332					36	
-0492				56		
-0511	400		4,0	2,8	24	
-0362		36				
3420-0366			4,1		56	

Задние углы при главных режущих кромках  $15^\circ$ , при боковых –  $2...3^\circ$ . Углы поднутрения к центру  $1,0...1,5^\circ$ . Углы наклона передних и задних поверхностей зубьев  $\varphi = 15^\circ$ . Часто эти углы делают только по задней поверхности.

Материал режущей части – пластины из твердого сплава марок ВК6 и ВК15 по ГОСТ 3882-74. Форма и размеры твердосплавных пластин по гост 13833-77.

Материал диска пил – сталь марки 50ХФА по ГОСТ 14959-79 или 9ХФ по ГОСТ 5950-73. Твердость диска –  $40...45 HRC_9$ .

Пример заказа: пила 3420-0366 ГОСТ 9769-79. Изготовитель – ЗАО “Инструмент”.

## 2.6. Пилы круглые, оснащенные стеллитом

В лесопилении, где распиливается в основном влажная и свежесрубленная древесина, широко применяются круглые пилы, зубья которых оснащены стеллитом марок ВЗК и ВЗКР. Стеллит на основе кобальта имеет твердость  $45...48 HRC_3$  и лучше, чем вольфрамокобальтовые сплавы противостоит электрохимическому износу. Стеллит имеет почти такой же, как у легированной стали, коэффициент температурного расширения, в результате чего прочность соединения стеллита со стальными зубьями выше, чем вольфрамокобальтовых пластин. Меньшая хрупкость стеллита по сравнению с металлокерамическими твердыми сплавами позволяет затачивать зубья с углом заострения, как для стального инструмента, что обеспечивает более высокое качество распиленных поверхностей древесины.

Пилы, оснащенные стеллитом, по периоду стойкости превосходя стальные пилы в 3...7 раз. Пилы легко затачиваются электрокорундовыми шлифовальными кругами.

## 2.7. Пилы с глубокими пазухами

Для продольного пиления массивной древесины с большой высотой пропила (более 90 мм) используют пилы с зубчатым венцом "Ганнибал". Часто их используют на брусующих станках при распиловке тонкомерных бревен. Зубчатый венец такой пилы поделен на несколько секторов, разъединенных глубокими пазухами, которые очищают пропил от опилок, прерывают температурное поле в пиле и более интенсивно охлаждают корпус пилы.

Конструкция и технические характеристики таких пил приведены на рис. 6 и табл. 6.

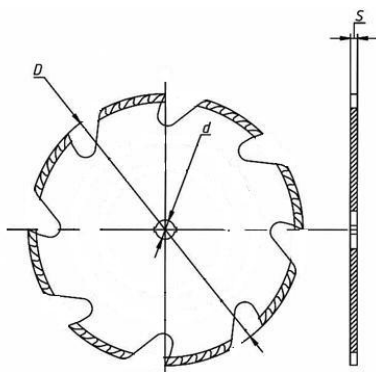


Рис. 6. Пила с зубчатым венцом "Ганнибал"

Пила состоит из 4...8 зубчатых секторов с глубокими пазухами между ними. При формировании глубокой пазухи вырезают, например, 1...3 зуба и соответственно 2...4 междузубных пазухи обычной пилы.

Режущая часть зуба может быть стальной из хромо-ванадиевой стали 85ХФ (угол резания  $55^\circ$ ), оснащена стеллитом (угол резания  $60^\circ$ ), оснащена пластинами твердого сплава ВК15 (угол резания  $70^\circ$ ). Интенсивность затупления зуба:

- стального  $\gamma_\Delta = 0,001$  мкм/м;
- стеллитированного (период стойкости в 6 раз больше)  $\gamma_\Delta = 0,00017$  мкм/м;
- с металло-керамическим сплавом ВК15 (период стойкости в 20...50 раз больше, чем стального)  $\gamma_\Delta = 0,00005...0,00002$  мкм/м; для

массивной древесины мягких пород с небольшим количеством сучков принимают меньшее значение  $\gamma_{\Delta}$ .

Таблица 1

Технические характеристики пил с зубчатым венцом "Ганнибал"  
ОАО "Горьковский металлургический завод"

$D$ , мм	$d$ , мм	$S$ , мм	Кол-во секторов $Z \times$ кол-во зубьев $z_c$ в секторе
500	50	3,2	$8 \times 5$ ; $6 \times 4$ ; $4 \times 7$
600	50	3,6	$8 \times 5$ ; $6 \times 4$ ; $4 \times 7$
700	50	4,0	$8 \times 5$ ; $6 \times 4$ ; $4 \times 7$
800	50	4,5	$8 \times 5$ ; $6 \times 4$ ; $4 \times 7$
1000	50	5,0	$8 \times 5$ ; $6 \times 4$ ; $4 \times 7$
1150	50	6,0	$8 \times 5$ ; $6 \times 4$ ; $4 \times 7$

Пила с зубчатым венцом "Ганнибал" по сравнению с обычной пилой имеет серьезный недостаток. Если при работе обычной пилы все зубья удаляют срезаемые слои с подачей на зуб, равной  $S_z$ , то у пилы с зубчатым венцом "Ганнибал" подача на зуб неравномерна по величине. Первый зуб по ходу вращения пилы, примыкающий к глубокой пазухе, работает с подачей на зуб  $(2...4)S_z$ , а остальные зубья сектора – с подачей на зуб  $S_z$ . Первые зубья секторов сильно нагружены, они быстро затупляются, испытывают повышенные деформации и напряжения, сильно нагреваются, прежде всего, в них образуются микротрещины и зубья ломаются. Если для обычных пил для обеспечения одинаковой нагрузки на зубья принято за правило строго соблюдать постоянство шагов зубьев, то в пиле "Ганнибал" шаг зубьев, примыкающих к глубокой пазухе, достигает  $(2...4)t_z$ , до 4 раз превосходит шаг остальных зубьев. Эти недостатки устранимы.

Преимущества. По сравнению с обычной пилой пила типа "Ганнибал" позволяет снизить энергопотребление (мощность) на 30%.