

Результаты расчетов показали, что использование варианта 1а (выпуск с ППХ только тонких досок стандартных толщин и толстых – обычных) дает возможность получать прибыль на 0,58 % больше по сравнению с базовым вариантом.

Выпуск с ППХ всех пиломатериалов стандартных толщин (вариант 1б) не дает прибыли. Поэтому данный вариант будет неэффективен из-за значительного снижения выхода пиломатериалов.

Выпуск с ППХ только тонких досок специальных толщин и толстых – обычных, (вариант 2а) позволит получать прибыль на 1,53 % больше по сравнению с базовым вариантом.

Наибольшую прибыль можно получить при выпилке всех пиломатериалов с ППХ специальных толщин (вариант 2б). Она будет на 7,43 % больше, чем при традиционной распиловке. Однако варианты выпилки с ППХ досок специальных толщин требуют согласования с потребителями.

Исследования показали, что все рассмотренные варианты, кроме 1б (выпилка с ППХ всех досок стандартных толщин), эффективны. Их можно использовать для выпуска пилопродукции с повышенными потребительскими характеристиками.

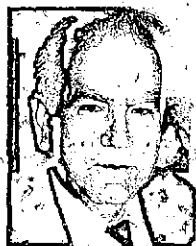
Поскольку в настоящее время цены на продукцию и сырье постоянно меняются (причем в сторону увеличения), то окончательную эффективность указанных вариантов можно установить после ознакомления потребителей с новым видом пилопродукции и уточнения договорных цен на нее.

Поступила 12 апреля 1996 г.

УДК 674.053

Ю.М. СТАХИЕВ

ЦНИИМОД



Стахий Юрий Михайлович родился в 1934 г., окончил в 1956 г. Ленинградскую лесотехническую академию, чл.-кор. АЕН РФ, кандидат технических наук, возглавляет лабораторию круглопильного оборудования и инструмента в ЦНИИМОД, лауреат премии Ломоносовского фонда по ресурсосберегающим технологиям химико-лесного комплекса. Имеет более 260 печатных работ и 65 патентов на изобретения в области производства, подготовки и эксплуатации круглых пил для распиловки древесины.

О ФОРМОИЗМЕНЕНИИ ДИСКА КРУГЛОЙ ПИЛЫ ПРИ ЗАТОЧКЕ И РАЗВОДЕ ЗУБЬЕВ

Приведены материалы экспериментальных исследований и рекомендации по совершенствованию технологии изготовления, подготовки круглых пил для случая, когда изготовление пил ведется с применением метода насечки зубьев в пилоштампах.

The materials and recommendations of the experimental studies are brought forward on improving the production technology, circular saws preparation in case saw producing is carried out based on the method of teeth cutting in saw press tools.

На предприятиях лесопромышленного комплекса эксплуатируется более пятисот многопильных круглопильных станков СБ8М, Ц8Д-8М для продольной распиловки брусьев на пиломатериалы. Предприятия получают стандартные пилы диаметром 500 и 560 мм (ГОСТ 980 – 80) с незаточенными и неразведенными зубьями и ведут их доработку: растачивают посадочное отверстие до диаметра 100 или 125 мм, сверлят отверстие диаметром 13 мм на радиусе 71,5 мм под коксу, правят и проковывают диск, затачивают и разводят зубья. В последние годы организовано производство пил размерами 510×3,0×100 мм и 510×2,5×125 мм с необходимыми посадочными отверстиями, но с незаточенными и неразведенными зубьями. Для выбора оптимальной технологии подготовки новых пил необходимо знать, как влияют заточка и развод зубьев на показатели плоскостности и натяжения диска.

В статье приведены результаты исследований, выполненные в ЦНИИМОДе. В основных сериях (№ 1 – 3) опытов использовали новые пилы размером 510×3,0×100 с числом зубьев 48 (тип 1, исполнение 1 по ГОСТ 980 – 80). Пилы поставлены АО «Горьковский металлургический завод» с незаточенными и неразведенными зубьями. Они изготовлены по обычной технологии: закалка и отпуск диска с посадочным отверстием, шлифование торцовых поверхностей, насечка зубьев, правка и проковка диска. В сериях № 4, 5 использовали пилы размерами 560×2,8×125 мм и 560×2,2...2,8×50 мм с прокованным и выправленным диском.

Черновую и чистовую заточку зубьев производили на серийно выпускаемом заточном станке ТчПА-7. Использовали шлифовальный круг (ЗП 300×10×76 14А 40П-СТ1 8Б 35 м/с А 1 кл., ГОСТ 2424 – 83). Число проходов при черновой заточке составляло 6–7, при чистовой – 2. Чистовую заточку осуществляли только по задней грани. Режимы заточки выбраны согласно отраслевому технологическому режиму РПИ 6.6-00. Для развода зубьев использовали обычные деревянные тиски (чертеж ЦНИИМОД 100-253-00) для установки пилы с легким зажимом ее на расстоянии 40 мм от вершины зуба. При черновом разводе линия изгиба проходила примерно на половине высоты зуба. Величина начального развода зубьев на одну сто-

рону равна 1,00 мм, окончательного (после чистовой заточки и корректировки развода) — 0,95 мм. Правку и проковку дисков осуществляли* с применением традиционного комплекта пилоправных инструментов.

Первые три серии опытов отличались способом развода зубьев:

серия № 1 — сначала 50 % зубьев (через зуб) разводили на левую сторону диска (в направлении рабочего движения пуансона при насечке зубьев), остальные 50 % зубьев — на правую сторону;

серия № 2 — сначала 50 % зубьев (через зуб) разводили на правую сторону диска, остальные 50 % зубьев — на левую сторону;

серия № 3 — поочередно оттипали зубья влево и вправо.

В четвертой серии опытов производили сверление отверстия диаметром 13 мм на радиусе 71,5 мм под коксу в пыльном фланце. В исходном состоянии пилы размеры $560 \times 2,8 \times 125$ мм были прокованными и выправленными. Для сверления отверстий использовали вертикально-сверлильный станок, при этом пила опиралась на деревянную прокладку.

В пятой серии опытов производили расточку на токарном станке центрального (посадочного) отверстия от 50 до 125 мм у выправленных и прокованных на АО «ГМЗ» пил диаметром 560 мм.

Общее число проконтролированных пил — 120 ($510 \times 3,0 \times 100$ мм — 30 шт., $560 \times 2,2 \dots 2,8 \times 50(125)$ мм — 80 шт.). Контролю подлежали два показателя, характеризующие торцовое биение и натяжение (проковку) диска пилы.

Торцовое биение пил измеряли на приборе ПН-1 по окружности, отстоящей на 5 мм от окружности впадин зубьев. Предельное отклонение (A_1) влево от базовой плоскости, проходящей через торцовую поверхность коренного фланца, условно отмечали знаком «-», предельное отклонение диска (A_2) вправо — «+». Если A_1 и A_2 одного знака, то диск имеет тарельчатость. Торцовое биение ($A_1 + A_2$) — это размах колебаний стрелки индикатора за один оборот пилы. Величины A_1 и A_2 характеризуют симметричность торцового биения относительно базовой плоскости. При измерении торцового биения у пил диаметром 510 мм использовали фланцы диаметром 125 мм, у пил диаметром 560 мм — фланцы диаметром 160 мм. Торцовое биение опорных поверхностей самих фланцев не превышало 0,01 мм.

Натяжение (степень проковки) диска измеряли на приборе ПСП-710. Пилу устанавливали горизонтально на три точечные опоры, расположенные на одинаковом расстоянии друг от друга и находящиеся на одной окружности, которая отстоит на 5 мм от окружности впадин зубьев пилы. Прогиб пилы с отверстием диаметром 100 мм под действием собственного веса измеряли индикатором часового типа в одной точке на радиусе 55,0 мм, для пил с отверстием диаметром 125 мм — на радиусе 67,5 мм. Чтобы исключить влияние отклонения от плоскостности диска на величину прогиба, его измеряли сначала с одной (V_1), а затем с другой (V_2) стороны пилы, и по результатам определяли среднее алгебраическое.

Опытный пилоправ ЦНИИМОДа В.В. Макаров.

Номер пилы	Толщина пилы, мм	Горцовое биение, мм			Прогиб пилы, мм			Операция
		A ₁	A ₂	A ₁ +A ₂	Y ₁	Y ₂	$\frac{Y_1+Y_2}{2}$	
Серия № 1								
1	2,97	-0,35	+0,26	0,61	0,18	0,04	0,11	Исходное состояние
		-0,25	+0,32	0,57	-0,05	0,25	0,10	Черновая заточка
		-0,08	+0,14	0,22	0,10	0,20	0,15	Правка + проковка
		-0,11	+0,12	0,23	0,19	0,10	0,14	Развод 50 % зубьев на левую сторону
		+0,01	+0,23	0,22	-0,05	0,35	0,15	» на правую сторону
		0,00	+0,19	0,19	-0,03	0,37	0,17	Чистовая заточка
		0,00	+0,21	0,21	-0,02	0,38	0,18	Корректировка развода
		-0,09	+0,14	0,23	0,23	0,25	0,24	Правка
		2	2,98	-0,49	+0,40	0,89	0,13	0,19
-0,39	+0,43			0,82	0,04	0,27	0,15	Черновая заточка
-0,13	+0,15			0,28	0,16	0,17	0,17	Правка + проковка
-0,17	+0,13			0,30	0,21	0,11	0,16	Развод 50 % зубьев на левую сторону
-0,08	+0,22			0,30	0,08	0,27	0,17	» на правую сторону
-0,14	+0,23			0,37	0,11	0,28	0,19	Чистовая заточка
-0,14	+0,26			0,40	0,10	0,27	0,18	Корректировка развода
-0,10	+0,13			0,23	0,20	0,26	0,23	Правка
3	2,96			-0,63	+0,41	1,04	-0,03	0,24
		-0,52	+0,47	0,99	-0,12	0,34	0,11	Черновая заточка
		-0,12	+0,12	0,24	0,20	0,26	0,23	Правка + проковка
		-0,17	+0,07	0,24	0,33	0,10	0,21	Развод 50 % зубьев на левую сторону
		-0,09	+0,18	0,27	0,06	0,35	0,20	» на правую сторону
		-0,14	+0,22	0,36	0,06	0,42	0,24	Чистовая заточка
		-0,15	+0,20	0,35	0,08	0,39	0,23	Корректировка развода
		-0,14	+0,11	0,25	0,20	0,24	0,22	Правка
		Серия № 2						
4	3,03	-0,34	+0,17	0,51	0,28	-0,03	0,12	Исходное состояние
		-0,21	+0,25	0,46	0,16	0,07	0,11	Черновая заточка
		0,00	+0,24	0,24	0,41	0,36	0,38	Правка + проковка
		+0,11	+0,36	0,25	-0,07	0,79	0,36	Развод 50 % зубьев на правую сторону
		0,00	+0,24	0,24	0,17	0,60	0,38	» на левую сторону
		+0,01	+0,28	0,27	0,17	0,56	0,36	Чистовая заточка
		+0,02	+0,27	0,25	0,21	0,59	0,40	Корректировка развода
		-0,07	+0,13	0,20	0,39	0,38	0,38	Правка
		5	2,96	-0,18	+0,34	0,52	0,17	0,10
-0,11	+0,35			0,46	0,12	0,16	0,14	Черновая заточка
-0,06	+0,21			0,27	0,32	0,26	0,29	Правка + проковка
+0,04	+0,28			0,24	0,01	0,52	0,26	Развод 50 % зубьев на правую сторону
-0,07	+0,20			0,27	0,18	0,39	0,28	» на левую сторону

Продолжение таблицы

Номер пилы	Толщина пилы, мм	Торцовое биение, мм			Прогиб пилы, мм			Операция
		A_1	A_2	$A_1 + A_2$	Y_1	Y_2	$\frac{Y_1 + Y_2}{2}$	
6	2,99	-0,05	+0,26	0,31	0,17	0,39	0,28	Чистовая заточка
		-0,08	+0,23	0,31	0,14	0,36	0,25	Корректировка развода
		-0,10	+0,14	0,24	0,23	0,31	0,27	Правка
		-0,45	+0,21	0,66	0,41	-0,17	0,12	Исходное состояние
		-0,49	+0,09	0,58	0,33	-0,08	0,12	Черновая заточка
		+0,05	+0,29	0,24	0,28	0,22	0,25	Правка + проковка
		+0,08	+0,37	0,29	-0,01	0,50	0,24	Развод 50 % зубьев на правую сторону
		0,00	+0,30	0,30	0,16	0,37	0,26	» на левую сторону
		-0,02	+0,29	0,31	0,18	0,38	0,28	Чистовая заточка
		+0,01	+0,32	0,31	0,14	0,37	0,25	Корректировка развода
-0,02	+0,22	0,24	0,28	0,22	0,25	Правка		
Серия № 3								
7	2,95	-0,45	+0,52	0,97	0,51	-0,18	0,16	Исходное состояние
		-0,46	+0,54	1,00	0,49	-0,12	0,18	Черновая заточка
		-0,05	+0,22	0,27	0,28	0,22	0,25	Правка + проковка
		-0,02	+0,32	0,34	0,16	0,35	0,25	Поочередное разведение влево и вправо
		-0,01	+0,32	0,33	0,16	0,35	0,25	Чистовая заточка
		-0,02	+0,33	0,34	0,14	0,34	0,24	Корректировка развода
		-0,06	+0,21	0,27	0,29	0,20	0,25	Правка
8	3,06	-0,25	+0,29	0,54	0,33	0,01	0,17	Исходное состояние
		-0,14	+0,35	0,49	0,23	0,04	0,13	Черновая заточка
		-0,01	+0,23	0,24	0,32	0,10	0,21	Правка + проковка
		+0,03	+0,31	0,28	0,21	0,24	0,22	Поочередное разведение влево и вправо
		0,00	+0,31	0,31	0,19	0,25	0,22	Чистовая заточка
		+0,02	+0,32	0,30	0,20	0,22	0,21	Корректировка развода
		-0,05	+0,24	0,29	0,29	0,19	0,24	Правка
9	2,89	-0,28	+0,41	0,69	0,10	0,17	0,13	Исходное состояние
		-0,33	+0,43	0,76	0,04	0,19	0,11	Черновая заточка
		-0,10	+0,15	0,25	0,23	0,20	0,21	Правка + проковка
		-0,10	+0,32	0,42	0,07	0,30	0,19	Поочередное разведение влево и вправо
		-0,13	+0,30	0,43	0,05	0,30	0,17	Чистовая заточка
		-0,12	+0,30	0,42	0,05	0,29	0,17	Корректировка развода
		+0,10	+0,22	0,32	0,21	0,18	0,20	Правка
Серия № 4								
10	2,82	-0,23	+0,21	0,44	0,28	0,22	0,25	Исходное состояние
		-0,21	+0,40	0,61	0,35	0,25	0,30	После сверления
11	2,88	-0,19	+0,35	0,54	0,33	0,31	0,32	Исходное состояние
		-0,30	+0,50	0,80	0,47	0,33	0,40	После сверления
12	2,76	-0,20	+0,24	0,44	0,27	0,35	0,31	Исходное состояние

Продолжение таблицы

Номер пилы	Толщина пилы, мм	Торцовое биение, мм			Прогиб пилы, мм			Операция
		A_1	A_2	$A_1 + A_2$	Y_1	Y_2	$\frac{Y_1 + Y_2}{2}$	
13	2,92	-0,20	+0,31	0,51	0,28	0,39	0,34	После сверления
		-0,10	+0,32	0,42	0,56	0,52	0,54	Исходное состояние
14	2,81	-0,08	+0,59	0,67	0,79	0,41	0,60	После сверления
		-0,25	+0,13	0,38	0,53	0,60	0,56	Исходное состояние
15	2,85	-0,20	+0,23	0,43	0,60	0,73	0,66	После сверления
		-0,24	+0,09	0,33	0,53	0,61	0,57	Исходное состояние
		-0,11	+0,24	0,35	0,62	0,75	0,68	После сверления
Серия № 5								
16	2,72	-0,69	+0,02	0,71	0,01	0,53	0,27	После расточки отверстия
17	2,87	-0,50	+0,30	0,80	0,35	0,02	0,18	»
18	2,73	+0,92	+0,13	1,05	1,09	0,03	0,56	»
19	2,27	-0,82	-0,28	0,54	1,35	0,00	0,67	»
20	2,25	-0,85	-0,45	0,40	0,93	0,16	0,54	»
21	2,17	-0,18	+0,78	0,96	1,33	1,34	1,33	»
22	2,23	+0,48	+1,02	0,54	1,70	1,60	1,65	»
23	2,53	+0,22	+0,69	0,47	1,94	2,34	2,14	»
24	2,26	-0,39	+0,52	0,91	1,45	0,82	1,13	»
25	2,80	-0,43	+0,36	0,79	0,00	0,78	0,39	»
26	2,53	-0,38	+0,40	0,78	0,24	1,13	0,68	»

Пилу при многократных измерениях на приборах ПН-1 или ПСП-710 всегда устанавливали в одно и то же положение (по специальным меткам). Первое положение при определении прогиба Y_1 на приборе ПСП-710 соответствовало положению пилы при насечке зубьев. В приборе ПСП-710 измерительный стержень индикатора, центр пилы и одна из опор находятся на одной линии. Поворот пилы для измерения прогиба Y_2 производили относительно этой линии. Это позволяло вести контроль за Y_1 , Y_2 в одной точке пилы при сохранении расположения опор. Перед измерениями прибор ПСП-710 тарировали на ноль.

Анализ приведенных в таблице первичных контрольных данных и данных работы [4] позволяет отметить следующее.

1. После черновой заточки зубьев диск пилы приобретает тарельчатую форму. Причина образования тарельчатости объясняется тем, что при насечке зубьев по их контуру образуются неравномерные по толщине диска наклепанные слои металла. На заводе-изготовителе вызванное этими слоями напряженное состояние уравнивается правкой (проковкой) диска преимущественно с одной стороны. При черновой заточке происходит частичное или полное снятие наклепанных слоев металла, равновесие напряженного состояния нарушается и диск пилы принимает тарельчатую форму. Описанный механизм образования тарельчатости показан на рис. 1.

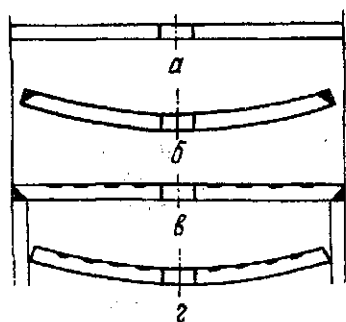


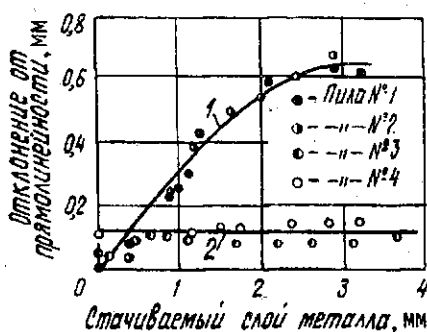
Рис. 1. Изменение плоскостности диска на различных стадиях изготовления: *а* – исходное состояние (после закалки, отпуска, шлифования); *б* – после насечки зубьев; *в* – после перевертывания и односторонней правки; *2* – после заточки зубьев

2. Стрела прогиба, характеризующая тарельчатость диска после заточки зубьев, всегда имеет одно направление. При нахождении пилы в заточном станке и после заточки зубьев образующаяся выпуклость диска (стрела прогиба) направлена на оператора заточного станка. Если ориентироваться на направление рабочего движения пуансона при насечке зубьев, то выпуклость (стрела прогиба) диска после заточки будет направлена противоположно этому движению. Величина тарельчатости диска зависит от его геометрических размеров и напряженного состояния. Чем больше ослаблена средняя зона диска проковкой (вальцеванием), тем тарельчатость будет больше. Тарельчатость диска при заточке зубьев нарастает до тех пор, пока не будут полностью удалены наклепанные слои металла от насечки зубьев. Глубина этих слоев обычно составляет 0,7...1,1 от толщины диска [4].

3. Наклепанные слои металла при насечке зубьев лучше всего удалять на заводе-изготовителе пил. Для этого могут быть использованы следующие способы: насечка зубьев в заготовке до термообработки [3]; повторный нагрев заготовки до температуры отпуска после насечки зубьев (рис. 2, [1]); стачивание наклепанных слоев при заточке зубьев (желательно проводить сразу же после насечки зубьев); замена насечки зубьев на их нарезку фрезерованием или с помощью лазерной техники; выполнение шлифования торцовых поверхностей диска после насечки зубьев [2]. Последний способ приводит лишь к частичному уменьшению неблагоприятного влияния наклепанных слоев металла от насечки зубьев. Если перечисленные меры заводом-изготовителем не приняты, то потребитель в течение первых 5–7 переточек должен обращать повышенное внимание на плоскостность диска пилы и при необходимости производить его правку.

4. Предварительный (черновой) развод 50 % зубьев (ручной разводкой с установкой пилы в деревянном зажимном приспособлении) на величину 1,0 мм на левую сторону (в сторону рабочего движения пуансона при насечке зубьев) приводит к увеличению прогиба U_1 и уменьшению прогиба U_2 , а развод 50 % зубьев на правую сторону диска – к уменьшению U_1 и увеличению U_2 . Уровень изменения прогибов U_1 , U_2 при одинаковом разводе зубьев на левую и правую стороны диска был различен. Например, в опытах

Рис. 2. Изменение плоскостности диска прокованных пил размером $500 \times 2,5 \times 50$ мм при заточке зубьев с постепенным снятием наклепанного слоя металла по контуру зубьев: 1 – насечка зубьев после термообработки; 2 – дополнительный отпуск после насечки зубьев [1]



№ 1 увеличение V_1 при разводе 50 % зубьев на левую сторону составляло 0,05...0,13 мм, а уменьшение его при разводе остальных 50 % зубьев на правую сторону – 0,13...0,27 мм; в опытах № 2 уменьшение V_1 при разводе 50 % зубьев на правую сторону составляло 0,29...0,48 мм, а увеличение его при разводе остальных 50 % зубьев на левую сторону – 0,17...0,24 мм. Поэтому после развода всех зубьев достигнутая при правке и проковке диска исходная равномерность прогибов диска пилы V_1 и V_2 может существенно нарушаться. Для устранения неравномерности прогибов требуется дополнительная правка диска.

5. Все три использованных способа развода зубьев (50 % налево + 50 % направо; 50 % направо + 50 % налево; поочередный отгиб зубьев – налево, направо и т. д.) приводят к существенному нарушению исходной равномерности прогибов V_1 и V_2 дисков. При разводе сначала 50 % зубьев на одну сторону несколько лучшие результаты получены при первоочередном отгибе зубьев на правую сторону (в сторону, противоположную рабочему движению плунсона при насечке зубьев). Однако для окончательного подтверждения этой закономерности необходима постановка дополнительных опытов для выявления причин изменения прогибов V_1 , V_2 . Их может быть две: изгиб диска в зоне основания зубьев при их разводе, нарушение симметрии и равновесия напряженного состояния диска.

6. Чистовая заточка зубьев (два прохода по задней грани) и корректировка развода зубьев (на 0,1...0,15 мм) не оказывают заметного влияния на прогибы диска V_1 , V_2 .

7. Сверление одного отверстия диаметром 13 мм на радиусе 71,5 мм в прокованных и выправленных пилах размером $560 \times 2,8 \times 125$ мм приводит к некоторому увеличению прогибов V_1 , V_2 и их среднего алгебраического значения ($0,5(V_1 + V_2)$), что связано с перераспределением остаточных напряжений. Повышение неравномерности прогибов V_1 , V_2 и показателей торцового биения A_1 , A_2 указывает на то, что при сверлении отверстия с размещением под пилой деревянной опоры также происходит деформирование диска. Поскольку сверлится одно отверстие, то деформируется одна половина диска и в большинстве случаев увеличивается в основном одно слагаемое A_2 торцового биения. Для исключения влияния изгиба при сверлении

отверстия необходимо иметь металлическую прокладку между пилой и опорой.

8. Расточка центрального отверстия с 50 до 125 мм у прокованных на АО «ГМЗ» пил диаметром 560 мм приводит к дополнительному ослаблению средней зоны и образованию явной тарельчатости. Это подтверждается значительной неравномерностью прогибов U_1 , U_2 и слагаемых торцового биения пил A_1 , A_2 .

Выводы

1. Операции по расточке посадочного отверстия и сверления отверстия под коксу необходимо выполнять на заводе-изготовителе до термообработки или проковки, правки диска. Если их приходится выполнять на лесопильно-деревообрабатывающем предприятии, то они должны быть начальными операциями во всем технологическом цикле подготовки пил.

2. При заточке новых пил с насеченными зубьями и ненейтрализованными наклепанными слоями металла в течение первых 5–7 пилюсов необходимо обращать повышенное внимание на формоизменение диска и производить его правку.

3. Черновой развод зубьев у новых пил при возможности следует производить до правки и проковки диска. Если он выполняется после правки и проковки, то после развода зубьев необходим дополнительный контроль плоскостности диска и его правка. Традиционно используемые ручные разводки и деревянные тиски нуждаются в замене на более совершенные разводные устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А.с. 1151384 СССР, МКИ В 23D 65/00. Способ изготовления круглых пил / Ю.М. Стахийев, Б.В. Арефьев, В.В. Макаров (СССР). - № 3689014/25-08; Заявлено 05.12.83; Оpubл. 23.04.85, Бюл. №15 // Открытия. Изобретения. - 1985. - №15.
- [2]. А.с. 899287 СССР, МКИ В 23D 65 / 00. Способ изготовления круглых пил / Ю.М. Стахийев, Б.В. Арефьев (СССР). - № 2932871/25-08; Заявлено 04.06.80; Оpubл. 23.01.82, Бюл. №3 // Открытия. Изобретения. - 1982. - №3. [3]. Пат. 994165 РФ, МКИ В 23D 65/00. Способ изготовления круглых пил / Ю.М. Стахийев (Россия). - № 2976836/25-08; Заявлено 09.07.80; Оpubл. 07.02.83, Бюл. №5 // Открытия. Изобретения. - 1983. - №5. [4]. Стахийев Ю.М. Работоспособность плоских круглых пил. - М.: Лесн. пром-сть, 1989. - 384 с.

Поступила 25 ноября 1996 г.