



В.В. Кучеров



ПОЧЕМУ ГОРЯТ КРУГЛЫЕ ПИЛЫ

**“Уральская школа пилоправов”
им. Н.К. Якунина**

2005 г.

Почему горят круглые пилы

Сборник статей Кучерова Вячеслава Васильевича,
опубликованных в 2003-05 г. в следующих изданиях:

«Деловой лес»

«Лесной эксперт»

«Лесной Урал»

«Лес и бизнес»

«Оборудование и инструмент для профессионалов»

«GE-NEWS»

«ДЕРЕВО.RU»

"WOODWORKING NEWS»

Оглавление:

Выбор лесопильной технологии и оборудования	3 - стр.
Почему "горят" круглые пилы?	7 - стр.
Как выбирать круглые пилы	9 – стр.
Инструментальные методы контроля параметров круглых пил	15 – стр.
Правка, проковка, симметрирование	17 - стр.
Модель пильного диска	22 – стр.
Эксплуатация круглых пил на станках Кара, Лаймет, Магистраль	28 – стр.
Способы натяжения пильного диска	33 - стр.
Стратегия подготовки пильного диска (Концептуальная статья)	41 - стр.

Выбор лесопильной технологии и оборудования.

Лесопильные рамы. Гатерная технология.

Морально устаревшая технология. Требует строительства многотонного фундамента и подсортировки пиловочника минимум по 12 типоразмерам для оптимизации коэффициента выхода годного и соответствующей перенастройки постава пил. Как правило, имеет плохую геометрию доски и высокую шероховатость ее поверхности. Толщина реза 5-6 мм. Большинство распространенных пилорам с трудом справляются с часто встречающимся толстомером, т.е. диаметрами пиловочника более 60 см. Коэффициент выхода годного по обрезаемому пиломатериалу чуть более 50%, т.е. около половины древесины уходит в горбыль и опил. Не может пилить доску радиального распила в основном по причине плохой точности.

Тем не менее, имеет отличную стабильность резания, за счет коллективного резания – хорошую производительность, неприхотлива в обслуживании, не требует высокой квалификации пильщика (рамщика). До сих пор пользуется заслуженной популярностью, выпуская продукцию в основном для неприхотливого внутреннего рынка где, чем дешевле, тем лучше.

Рекомендуо применять при наличии собственной лесозаготовки и большого количества дешевого сырья средней толщины. Безусловный лидер среди всех технологий по производству необрезного пиломатериала среднего качества.

Точность выпускаемого пиломатериала можно улучшить с помощью грамотной подготовки рамных пил описанной в монографии проф. Н.К.Якунина «Подготовка рамных пил к работе».

Ленточнопильная технология.

Сравнительно молодая технология. Стальная лента, сваренная в кольцо, имеет зубья, нарезанные с одной стороны. Надевается на два вращающихся барабана диаметром от 0,5 до 1 м. Главное противоречие: лента должна быть достаточно гибкой, что бы долго вращаться и в то же время достаточно твердой, что бы долго резать и не тупиться. Иногда зубья закалывают, на биметаллических пилах приваривают зубья из другого металла. Следует различать станки, работающие с узкой лентой шириной 20-60 мм. И с широкой лентой - 100-300 мм. Широкая лента, как правило, имеет стеллитированные зубья с наконечниками, из сплава твердых металлов - Стеллита.

Многие ленточнопильные станки могут пилить большие диаметры бревен более 1 м. Не требуют оборудования фундамента. Имеют маленькую толщину реза 2-3 мм. Легко справляются с твердыми породами дерева. Требуют смазки: летом – воду, зимой – солянку. Имеют, как правило, индивидуальный рез, не требуют подсортировки бревен. Обладают самым высоким среди всех технологий коэффициентом выхода годного по обрезаемым пиломатериалам – до 65%.

Станки малого класса с производительностью около 5 кубометров в смену достаточно дешевые – от 120 до 250 тыс. руб. Станки среднего класса на ленте шириной 100-130 мм пилят до 10-15 кубометров в смену и стоят уже от около 1 млн. рублей.

Однако реальная древесина летом бывает грязная, а зимой мерзлая. Станки с узкими лентами плохо пилят и то и другое. Выдают волнистую доску, причем пила тупится буквально после одного пропила по грязному бревну. Стоимость приличной пилы более 25 долларов, а распилить она может около 15-20 кубометров бревен и приходит в негодность. Технология имеет самую высокую удельную стоимость инструмента на кубометр выпускаемой продукции и среднюю стабильность резания. Рынок наводнен низкокачественными отечественными станками малого класса. У них плохо изготовлены барабаны, и это резко снижает срок жизни ленточной пилы.

После двух часов пиления ленточную пилу необходимо снять и повесить отдыхать на сутки для снятия усталости металла. Реально получается, что для обеспечения двухсменной работы станка на узкой ленте необходимо около 100 пил в год! Требуется высокая квалификация заточника и осторожность пильщика, малейшая ошибка чревата обрывом ленты.

Для ремонта ленты используют достаточно дорогостоящие сварочные аппараты желательного импортного производства. Их применение позволяет сваривать ленту буквально из метровых кусков и таким образом продлевает ее жизнь, существенно уменьшая расходы на инструмент. Ленточнопильные станки на узкой ленте, вследствие их невысокой стоимости имеет большинство самых маленьких лесопильных предприятий и фермеров.

Все преимущества ленточнопильной технологии начинают проявляться с использованием ленты шириной более 100 мм, такие ленты имеют стеллитированные зубья и не боятся грязного и мерзлого леса. Их стоимость, зачастую достигает 200 долларов и более. За свою жизнь они могут напилить до

300 кубометров обрезных пиломатериалов. Однако такие пилы требуют целого комплекса оборудования для поддержания их в рабочем состоянии, сравнимого по стоимости с самим станком! Это заточное, вальцовочное, сварочное оборудование стоимостью до 800 тыс. руб.

Подводя итог можно сказать, что это самая дорогостоящая технология, требующая достаточно высокой квалификации обслуживающего персонала. Применение ленточнопильных станков на узкой ленте в качестве станков первого ряда приносит своему хозяину больше головной боли, чем пользы. Станки на широкой ленте лучше справляются с этой задачей. Причем, очень маленькая толщина пропила и как следствие самый высокий среди всех технологий коэффициент выхода годного, выдвигают данную технологию на первые позиции в рейтингах.

Рекомендую применять в качестве станков первого ряда при наличии достаточно толстого и дорогого сырья, когда на первый план выступает экономичность его переработки. Для этих целей, несомненно, следует использовать станки с лентой шириной от 100 мм. Желательно купить станок импортного производства. Однако неплохие станки выпускаются в Калининграде под брендом «Гравитон».

Целесообразно применение ленточнопильной технологии на узкой ленте в качестве станков второго ряда. Это четырехголовочные и более многопилы на узкой 35 мм и широкой 80 мм ленте. Данный класс станков прекрасно дополняет распространенные сейчас циркулярные бревнопильные станки типа «Кара», «Лаймет», «Магистраль».

Циркулярная, круглопильная технология.

Учитывая то, что я являюсь приверженцем именно циркулярной технологии, рассмотрим этот класс станков наиболее подробно.

Вертикальнопильные циркулярные станки.

Циркулярная технология была популярна в СССР еще в годы Великой отечественной войны. В частности на шпалорезных станках. Применялись пилы диаметром до 1,5 метров. Производство шпалы высокой точности не требовало, укладывались в 2-3 см. и это считалось нормальным. Инструкция пилоправу умещалась на трех листах.

В настоящее время из Финляндии пришли циркулярные бревнопильные станки, типа Кара, Лаймет, Слайдетек, позволяющие выпускать пиломатериалы экспортного качества с точностью до 2 мм. В России начали производить прототипы: Магистраль СПР-1100, ЦДС-1100, и т.п.

Все они, как правило, используют пилы диаметром 1100 мм производства фирм «Сандвик» - Финляндия и «ТТТ» - Швеция. Стоимость одной пилы в зависимости от степени ее подготовки колеблется от 600 до 700 долларов. Одна стальная пила способна напилить до 3000 кубометров обрезных пиломатериалов, затачивается она прямо на станке. Не имеет твердосплавных напаек, поэтому тупится достаточно быстро. Зимой требует заточки 2 раза/смену, а летом до 4-5 раз/смену. Пилы российского производства применяются реже по причине плохого качества. Полностью готовые к работе пилы поставляются только под брендом «PILOPRAV.RU», стоят они около 50% от стоимости импортных аналогов. Для формирования зубьев и балансировки пилы хотя бы раз в неделю целесообразно использование заточных станков российского производства марки ТЧПА-7.

Поддержание инструмента в рабочем состоянии и выработка доски с экспортной геометрией требуют наличия квалифицированного пилопра. Большинство лесопильных хозяйств таковых не имеют и выпускают доску способную продаваться только на российском, непривлекательном рынке. Проблему могли бы решить централизованные пилоправные мастерские, но они есть пока в Нижнем Новгороде, Нижней Туре, Архангельске и Кирове. По этой причине руководители хозяйств, имеющие такие станки, вынуждены сами заботиться о подготовке пилоправов. Подготовку по курсу пилопра-технолога можно пройти в «Уральской школе пилоправов» им. Н.К.Якунина, в Нижнем Новгороде. У нас же можно приобрести профессиональное



пилоправное и мерительное оборудование. Подробности можно узнать на сайте школы www.piloprav.ru. (Информация устарел, УШП не работает с 2007 года.)

Высота резания пилы диаметром 1100 мм составляет 42 см, что позволяет легко пилить бревна толщиной до 46-48 см. Если есть необходимость в распиловке больших диаметров пиловочника, применяются станки с верхней подрезной пилой. Это позволяет пилить бревна диаметром до 70 см и более!

На сегодняшний день таким устройством оборудован единственный станок российского производства «Магистраль СПР-1100» производства «Котельничского РМЗ». Импортные станки «Кара», «Лаймет» и «Слайдтек» все имеют такую опцию.

Ширина реза этих пил - 5,5 мм и менее. Рез индивидуальный, подсортировки диаметров не требует. Коэффициент выхода годного по обрезным пиломатериалам реально 52-56%.

Можно стеллитировать пилу или оборудовать твердосплавными наконечниками. И поставить на заточное устройство с малым биением алмазный, заточной диск. Это позволит затачивать пилу всего раз в 12-24 часа. Однако, поломка нескольких твердосплавных наконечников потребует заводского ремонта всей пилы и переточки всех твердосплавных наконечников по всем четырем граням. Это можно сделать только с помощью 2-х специализированных заточных станков. Хотя я видел подобное оборудование американского производства полностью на ручном управлении. Если его освоют российские производители, вполне вероятно, что скоро мы на этих станках перейдем на твердосплавные пилы больших диаметров. Скорее всего, за такими пилами будущее.

Циркулярная технология имеет самую высокую скорость резания: шестиметровое бревно режется за 8-14 секунд, доска отрезается за 4-5 секунд. Производительность при хорошем настрое бригады и механизации околостаночного оборудования до 12-15 кубометров за 8-ми часовую смену обрезного пиломатериала, т.е. достаточно высокая. Позволяет работать при температуре в минус 30 градусов.

Соответственно имеет низкие затраты на инструмент: 3-4-мя пилами можно пилить два года. Стабильность резания высокая, когда бревно не очень грязное. Станок выполняет функции транспортера продукции по цеху, что не маловажно. Российский станок обладает не очень надежными, но легкодоступными и недорогими элементами гидравлики: гидромоторами, насосами, распределителями. А самое главное в 2-3 раза дешевле своих импортных аналогов. **Рекомендую применять** для создания производств малой и средней мощности в качестве головных станков первого ряда. Годится как для изготовления готового обрезного пиломатериала, так и для развала бревна на крупные куски с целью дальнейшей переработки на высокоэкономичных, ленточнопильных многоголовочных многопилах.

Может служить также и станком второго ряда, объединяясь с такими же станками, стоящими в первом ряду.

Углопильные циркулярные станки



Есть целый класс круглопильных бревнопильных станков, который называют «Угловики». Это может быть сразу две – три пилы установленных под углом 90 градусов друг к другу. Например, станки: Гризли, Бобр-2000, ДП-1200. А так же станки с единственным поворотным пильным диском, например словацкие УН500 и УР700. Российский станок «Барс» имеет две независимые пилы установленные под углом 90 градусов. Станок «Барс» в отличие от импортных прототипов выполняет функции транспортировки пиломатериалов по цеху.

Станки данного класса имеют ряд неоспоримых преимуществ:

- Могут пилить бревна диаметром более метра, имея коэффициент выхода годного до 60%
- Используют пилы с твердосплавными наконечниками D=500-800 мм сравнительно невысокой стоимости.
- Хорошо справляются с грязными бревнами, т.к. имеет твердосплавные наконечники. Требуется заточки 1-2 раза в сутки.
- Пилят доску радиального распила с хорошим К выхода годного по радиальным - 0,48.

- Имеют непревзойденную точность распиловки в 1 мм.

Однако:

- Требуют использования заточного оборудования стоимостью 60 - 200 тыс. руб.
- Ширина реза редко бывает меньше 5-6-ти мм.
- Имеют низкую выработку, около 5-ти кубометров за 8-ми часовую смену.

Рекомендую применять для переработки толстомера и в первую очередь для производства пиломатериалов радиального распила. В частности словацкие станки и российские «Барсы» очень хороши для радиальной распиловки лиственницы на заготовку для ламели.

Горизонтальнопильные циркулярные станки.



Совсем недавно появилась еще одна разновидность круглопильных бревнопильных станков, подтверждающая то, что возможности циркулярной технологии полностью не исчерпаны.

Это станки с горизонтальным расположением двух пил в одной плоскости. Представителями здесь являются словацкий станок KR58

Преимущества:

- Словацкий станок достаточно мощный и может обрабатывать бревна диаметром до 60 см. При диаметре пил 700 мм, что очень неплохо.

- Работа на станке напоминает работу на горизонтальном ленточнопильном станке, бревно нужно кантовать для получения обрезного пиломатериала. Но разница в том, что нет необходимости часто менять пилы, они работают не менее 12 часов без заточки.

- Производительность станка при использовании загрузчика и кантователя бревен может достигать 15 и более кубометров за 8-ми часовую смену.

- Обеспечивается хорошее качество поверхности и геометрия пиломатериала.

Однако.

Следует учесть, что это станок тупикового типа, т.е. он не выполняет функцию транспортировки пиломатериалов по цеху. Всю продукцию необходимо снимать вручную, в том, же месте где уложили бревно.

Рекомендую применять для переработки пиловочника средней толщины на пиломатериалы смешанной распиловки экспортного качества. Великолепно заменяет в первом ряду ленточные станки. Безусловный лидер среди циркулярных станков по выработке необрезных пиломатериалов. Используя кантователь, с успехом может вырабатывать готовые обрезные пиломатериалы.

Заключение

Как видите, универсальной технологии нет. Станки следует подбирать под то сырье, которое вы собираетесь пилить и ту продукцию, которую собираетесь производить.

Выбор станка под конкретного заказчика дело сугубо индивидуальное, но я попробую расположить критерии выбора в последовательности убывания их важности.

Вы сами можете расставить их по своему усмотрению.

Критерии выбора лесопильного оборудования.

1. Производительность лесопильного цеха. Станки или поточная линия.
2. Сумма инвестиций, рентабельность производства, срок погашения кредита.
3. Сырьевая база. Породы и диаметры пиловочника, перерабатываемые станком.
4. Выпускаемая продукция. Стоимость и спрос на нее.
5. Экспортная геометрия.
6. Коэффициент выхода годного.
7. Необходимость подсортировки пиловочника.
8. Площадь цеха.
9. Рабочая температура станков.
10. Частота замены и стоимость пил.

11. Сложность обслуживания пил. Квалификация пилоправа и заточника, необходимое оборудование для подготовки пил
12. Выполняет ли станок функции транспортера продукции по цеху.
13. Квалификация пильщиков и «защита от дурака».
14. Ремонтпригодность и стоимость запчастей.
15. Сложность обслуживания самого станка.
16. Необходимость фундамента.
17. Срок службы станка.

Как видите критериев достаточно много. А соответственно и вариантов комплектации производства может быть множество. На этом этапе желательно воспользоваться помощью специалиста, который подберет оборудование под ваши реальные возможности и потребности.

Почему «горят» круглые пилы?



Круглые пилы «горят» от сильного трения о стенки пропила. Это бывает, когда пила режется, т.е. отклоняется от прямолинейного пропила, выдавая плохую геометрию пиломатериала. Причин зарезания много. Учитывая, что над распиловкой древесины трудится целая система, состоящая из пильщика, бревна, станка и пилы, сбой может произойти в любом ее месте. Но все же на 90% в зарезании повинна именно пила. С нее и начнем.

Пила должна быть ровная, ведь выпучины трутся о стенки пропила и сильно нагреваются. За счет температурного расширения, они становятся все больше и трутся еще сильнее. На пиле появляются синие и черные пятна - прижоги. Пила неравномерно прогревается и выгибается винтом. Возможны глубокие зарезания в древесину с сильной деформацией пилы. Процесс развивается лавинообразно и если во время не вмешаться, можно потерять пилу.

Далее, пила устроена, как велосипедное колесо, только воображаемые спицы в этом колесе давят не вовнутрь, а наружу. В центре находится непрокованное опорное кольцо – «втулка». На него опирается интенсивно прокованная центральная зона пилы – распирающие «спицы». А давят они, на предварительно распираемую в холодном состоянии, подвенечную зону – «обод» нашего воображаемого колеса. Зону, находящуюся непосредственно под зубьями пилы и составляющую примерно одну десятую от ее диаметра.

Зачем это делается? Дело опять в температурном расширении металла. Пила выполняет работу резания своими зубьями. КПД этой работы далеко не стопроцентный, часть энергии выделяется в виде тепла на зубьях пилы – венце, откуда нагрев распространяется на всю подвенечную зону, ведь пила стальная и теплопроводность ее сравнительно невелика. От нагрева, подвенечная зона пилы расширяется и если центральную зону предварительно не расковать, усилие растяжения подвенечной зоны изгибает пилу в восьмерку. Например, подвенечная зона метровой пилы стремится при работе расшириться на 7-8 мм, а непрокованная центральная зона может растянуться лишь на 1 мм!

Вывод напрашивается сам собой, работая с круглыми пилами, мы имеем дело не с механической, а с термомеханической системой. Причем круглые пилы нормально работают только при условии осесимметричного, равномерного нагрева подвенечной зоны.

Если же зубья пилы имеют разную высоту, целые фрагменты зубьев не выполняют, положенную работу, а просто проскальзывают мимо дна пропила. Зато остальным зубьям достается вдвойне. Работающие зубья при этом быстро тупятся и сильно нагреваются, вызывая неравномерное растяжение подвенечной зоны, изгибающее пилу.

Не допускается и нагрев центральной зоны пилы. Он может возникнуть из-за чашеобразности пилы или от греющихся подшипников пыльного вала! В этом случае пила приобретает чрезмерную температурную проковку, выгибается в чашу, а затем начинает интенсивно тереться о стенки пропила и резаться.

Если круглопильное оборудование находится в не отапливаемом помещении, зимой и летом приходится задавать пиле разную степень проковки. В первую очередь, это касается пил большого диаметра 800 мм и более. Летняя проковка значительно интенсивнее зимней. Летом, пила большого

диаметра может иметь сильную триггерную проковку, т.е. иметь два устойчивых состояния. Чем более интенсивную проковку получит пила, тем дольше ей не потребуется пилоправная подготовка. Но здесь важно не переборщить, ведь проковка сугубо индивидуальна для каждого типа пилы и на ее величину влияют твердость стали, диаметр и толщина пилы, скорость вращения и наконец рабочая температура среды.

После проковки пилу необходимо отсимметризовать. Т.е. выровнять сумму поверхностных натяжений с обеих сторон пилы. Проверяется симметрирование с помощью установки пилы в вертикальное положение. Прикладывая, длинную пилоправную линейку к пиле справа и слева, убеждаемся, что зазор между линейкой и пилой с обеих сторон одинаков. Если нет, следует слегка проковать пилу с той стороны, где пила центром, касается линейки. Симметричность триггерной проковки проверяется с помощью наклонов пилы к себе и от себя. Центр пилы должен «проваливаться» при одинаковом угле наклона в 5-7 градусов относительно вертикального положения.

Сильно влияют на резание пилы развод и заточка зубьев. Развод должен контролироваться на стальных пилах каждую смену и выдерживаться с точностью до 0,03 мм. Если пилу сильно зажал в бревне, то развод следует выставить снова.

Несомненно, следует выдерживать углы заточки, рекомендованные изготовителем пил. Но самое главное, углы заточки должны быть строго симметричны плоскости пилы. В противном случае более острый угол «уведет» за собой всю пилу в его сторону и произойдет резание. Даже при ручной заточке, зубья пилы следует затачивать с точностью не хуже плюс минус 1 градус. Естественно, что современные заточные станки способны точить в десятки раз точнее.

Отсюда следующий важный вывод. Пила это совершенно симметричная система, от резания ее удерживает только собственная симметрия. Она должна быть симметрично выправлена и прокована, симметрично заточена и разведена. Ну и как мы помним, осесимметрично прогрета. При этом, пила должна быть сбалансирована и иметь одинаковую форму зубьев. А вот эту операцию вручную не сделаешь, она под силу только заточным станкам.

Мощным фактором, стабилизирующим пилу в пропилах, является центробежные силы инерции. Правильно подготовленная, вращающаяся пила стабилизируется в пространстве и представляет собой плоский и устойчивый гироскоп. Как говорят специалисты, «расправляет крылья».

Однако, нарушить нормальную работу пилы может фланец имеющий большие торцевые и радиальные биения. Вот здесь мы переходим к следующей группе причин резания круглых пил – к параметрам станка и его настройкам.

Как правило, в плохой геометрии пиломатериала на 90% повинна круглая пила, но оставшиеся 10% причин резания принадлежат именно станку. Существует много конструкций циркулярных станков. Попытаемся обобщить причины их плохой работы.

Недостаточная мощность привода может проявить себя, когда на вал многопила установлено слишком много пил или они слишком толстые. Зачастую плохую подготовку пил стараются компенсировать увеличением их толщины и большим разводом зубьев. Только пилоправ сможет подготовить тонкие пилы и выставить минимальный развод так, что мощности привода хватит для нормальной работы станка.

Не хватает мощности привода, когда скорость подачи распиливаемого материала очень велика или он вязкий и твердый, например лиственница или дуб. Необходимо подобрать скорость подачи. В станках с водяным охлаждением пил, нужно пристально следить за подачей воды. Бывает слабый напор или забившиеся отверстия в направляющих не обеспечивают необходимой степени смазки и охлаждения пил. А бывают причины и вовсе тривиальные. Ремни провисли и их давно пора менять или не хватает масла в гидросистеме.

Важны и геометрические настройки станка. В хорошем станке, как в армии все должно быть параллельно или перпендикулярно. Вал выставляется строго перпендикулярно движению заготовки, особенно важно это там, где есть его регулировка. Пила должна стоять строго перпендикулярно плоскости станины станка. Измерительные устройства станков типа Кара и Магистраль выставляются параллельно плоскости пилы. Необходимо выставить по инструкции на станок все ограничители пилы и направляющие. А так же расклинивающие ножи.

Будьте предельно осторожны! Практически все перечисленные операции выполняются на работающей пиле. Стоящая пила принимает произвольное положение и не может служить плоскостью отсчета.

Резание пил может произойти из-за неисправного пыльного вала. Круглые пилы работоспособны только при минимальных торцевых и радиальных биениях пыльного вала или фланца. Биения исчисляются сотыми долями миллиметра. Например, торцевое биение фланца метровой пилы в пределах 0,1 мм приводит к мгновенному перегреву пилы от трения о стенки пропила и глубокому

зарезанию. Изготовитель нормируют этот показатель в пределах 0,03 мм. Лучше, что бы его значение было еще меньше. Проверку производят индикатором на магнитной стойке.

Пильный вал может быть причиной зарезания в случае сильного нагрева неисправных, перетянутых или несмазанных подшипников. Уделите самое пристальное внимание проверке и смазке пильного вала станка. Плохие подшипники можно обнаружить следующим способом. Приставьте к месту расположения подшипника небольшую рейку с гладкими краями и прижмитесь к ней ухом. Внимательно прослушайте работу подшипника во время вращения и остановки вала. Скрежет, резкие стуки и щелчки не допускаются. Менять подшипник нужно грамотно, используя съемники. Подшипники имеют разные классы точности и далеко не все годятся для установки на вал. Считаю даже неуместным говорить, что посадочные места под подшипник должны быть шлифованы изготовителем, что сейчас бывает далеко не всегда.

У станков с плавающими пилами есть свои причины зарезания. Это бывает если неправильно отрегулированы зазоры в направляющих. Причем при малом зазоре пилы зарезаются вследствие перегрева, а при большом – вследствие блуждания. Необходимо выставлять рекомендуемые зазоры.

Блуждание пил появляется и в том случае, когда неравномерно сточены направляющие, изготовленные из латуни или баббита. Латунную накладку в этом случае меняют, а баббитовую наплавляют вновь.

Бывает, что между направляющими и пилой вклинивается щепка. Это приводит к сильному заклиниванию и мгновенному перегреву пил. Не спасает даже водяное охлаждение. После этого пилы, как правило, приобретают чашеобразность и нуждаются в пилоправной подготовке.

Многие считают, что самым быстро расходуемым ресурсом круглых пил является заточка, за тем идет развод и только после них правка и проковка. Это и в самом деле так если используются толстые пилы. Однако если вы хотите сэкономить на ширине пропила и иметь солидный коэффициент выхода годного, эти представления придется менять. Тогда на первый план выступает пилоправная подготовка. На оборудованном тонкими пилами многопиле, править пилы приходится иногда каждые три-четыре часа, т.е. задолго до затупления твердосплавных наконечников. И следует признать, что это мировая практика. Хочешь экономить, готовь профессионального пилопра.

Мне часто задают вопрос, какой толщины пилы еще могут стабильно резать при соответствующей пилоправной подготовке. Это напрямую зависит от диаметра пилы и от конструкции станка. Но в основном в России пилят очень толстыми пилами. Так меньше хлопот, а деньги при этом вылетают в трубу, в смысле в трубу эксгаустера в виде опила.

По моему опыту прекрасно можно пилить метровыми пилами толщиной 3,6 мм, пилами диаметром 630 мм и толщиной 2,5 мм. И это далеко не предел, ведь пилоправное мастерство не стоит на месте. В Японии умудряются пилить метровыми пилами толщиной около 1,5 мм! Что для нас пока является просто фантастикой.

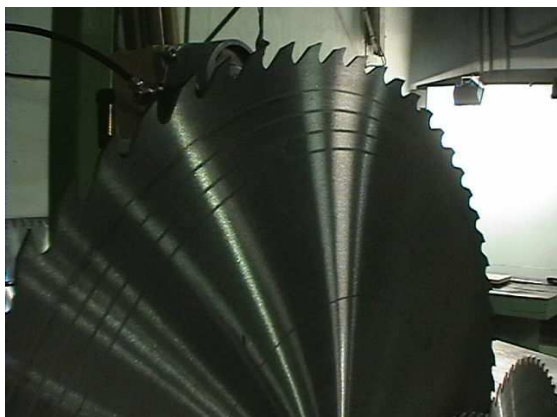
Спрашивают меня, какие пилы лучше с прорезьями или без? Изобретательской мыслью человечества движет лень. Изобретатели понаделали в пилах множество замысловатых прорезей, лишь с одной целью, что бы ни править пилы и ни проковывать. А истина в том, что лучшие пилы - цельные. Они по определению, самые тонкие и самые устойчивые. Тот, кто умеет искусно их готовить, справедливо пожинает щедрые плоды.

Как выбирать круглые пилы.

В этой статье мы рассмотрим особенности конструкции и эксплуатации, круглых пил, применяемых на лесопильных станках первого и второго ряда. Как, правило, они имеют диаметр от 330 мм до 1200 мм и более.

Стальные пилы

Их изготавливают из инструментальной стали с содержанием хрома. Например, 9ХФ. Тело пилы имеет ту же твердость, что и ее зубья и поэтому ее практически бесконечно можно перетачивать на зуб, при этом переставляя со станков первого ряда на станки второго ряда. Однако зачастую пилы приходится выводить из эксплуатации из-за ошибок пилопра и утраты пилой главного ее свойства - плоскостности пильного диска. Применяются такие пилы в основном для бревнопильных станков первого ряда. Но иногда их с успехом применяют и на многопильных станках. При этом опытный пилоправ может подготовить для многопила достаточно тонкие стальные пилы и сэкономить на толщине пропила.



Стальные пилы обладают самым маленьким среди пил ресурсом заточки. По сырой древесине он составляет всего 2-4 часа. Затем пилу нужно точить. Заточку производят обычными заточными кругами, например, на станках ТчПА-7 производства «Кировского станкостроительного завода».

Многие бревнопильные станки, такие как Магистраль, ЦДС, Кара, Лаймет оборудованы заточным приспособлением, установленным на самом станке. На нем очень удобно затачивать пилу по передней грани, не снимая ее со станка. Однако один раз в неделю необходимо формировать зубья с помощью автоматического заточного станка. При этом

зубья приобретают одинаковую форму и высоту, а пила балансируется. Если выполнять эту операцию на заточном приспособлении, потребуется не менее 8-ми часов. При этом станок будет простаивать.

Стальные пилы часто теряют зубья. Зубья обламываются, как правило, у самого основания, в местах скопления наибольшего напряжения. Что бы этого не происходило, необходимо оберегать зубья от пережога при заточке и выдерживать необходимой радиус закругления междузубной впадины. Потеря одного двух зубьев не так уж и страшна. С помощью специального развода такими пилами еще можно продолжать работать. Причем в результате многократных переточек зубья со временем «вырастут» сами. Однако, когда зубьев потеряно более 2-х требуется произвести ремонт пилы с уменьшением ее диаметра. Ремонт производят на пилоштампе ПШ-6 производства «Кировского станкостроительного завода». Зубья сначала обрезают, а затем насекают вновь. Хорошие стальные пилы большого диаметра стоят очень дорого, поэтому намного выгоднее иметь оборудованный инструментальный участок и опытного пилоправа, чем постоянно выбрасывать пилы и покупать новые.

Следует учесть, что стальные пилы имеют достаточно серьезные ограничения по использованию. Циркулярные бревнопильные станки по идее должны работать после окорителя. Это спасает пилы от воздействия песка, а главное щебня. В России окоритель пока большая редкость. Это приводит к тому, что весной и осенью, когда пиловочник грязный, стальную пилу приходится точить до 5 раз в смену, быстро расходуя такой важный ресурс, как диаметр пилы. Плюс времени на заточку тратится много, а это простой. Когда пила тупится, то «плывет» геометрия пиломатериала. Выпускается бракованная продукция. Причем стальные пилы вообще не способны работать по замерзшей грязи, тупятся после одного единственного реза и делают винтовой пропилов. Не спасает и применение всевозможных фрез, срезающих кору на входе пилы в бревно. Ведь есть еще и выход пилы из бревна, а там то же бывает факел из искр.

Стальные пилы незаменимы там, где нет специализированных мастерских для ремонта стеллитированных зубьев, а в нашей стране таких мест большинство. Как правило, опытный финский пыльщик берет с собой на делянку только стальные пилы.

Стальные пилы выпускаются шлифованными, полированными и хромированными. В определенной степени состояние поверхности пильного диска влияет на прилипание смолы. Но значительно большее влияние на прилипание смолы имеет хорошая правка и проковка пильного диска. Мне приходилось обслуживать пилы после длительной распиловки очень смолистой древесины Пихты. На этих пилах свободной от смолы было не более трети поверхности пильного диска, тем не менее, они прекрасно работали и были сняты лишь для формирования зубьев на заточном станке. Однако покрытие хрома дает существенный выигрыш не только по налипанию смолы, но и значительно повышает стойкость боковой кромки зуба к истиранию. Такие пилы приходится реже точить, а значит, экономится самый важный ресурс круглой пилы – ее диаметр.

Стеллитированные пилы

В принципе для нормальной работы круглой пилы совсем не обязательно, чтобы твердость тела пилы была той же, как твердость зубьев. Для тела пилы вполне сгодится и более пластичная и мягкая сталь. А вот зубья в этом случае лучше всего выполнить из сплава кобальта, хрома и вольфрама, имеющего твердость до 60 единиц по Роквеллу (HRS). Такой сплав называется Стеллит. Учитывая то, что Стеллит закрепляется на кончике зуба с помощью сварки, а не пайки как твердый сплав спеченный. Стеллитовые наконечники имеют в четыре раза превосходящее усилие на отрыв по сравнению с металлокерамическими. Соответственно, стеллитированные пилы значительно меньше теряют наконечники при распиловке пиловочника.

Конечно они то же выкрашиваются, но их можно 2-3 раза обтачивать по верхней грани и естественно несколько десятков раз затачивать по передней грани зубьев. Стеллитовые наконечники



обладают значительной стойкостью к истиранию и работоспособны по сырой древесине в течение минимум 12 часов между заточками. Точить стеллитированные пилы допускается обычными заточными кругами. Круги в этом случае выбираются меньшего диаметра, с меньшим шлифовальным зерном и обращают особое внимание на правильную настройку станка. Слой стеллита снимают как можно более тонкий. Таким образом, экономится главный ресурс стеллитированных пил – толщина стеллитовой наварки.

Профессиональный вариант заточки стеллитированных пил это заточка с помощью алмазных заточных кругов на автоматических станках с водяным охлаждением. Но подобное оборудование могут позволить себе далеко не все.

Стеллитированные пилы можно затачивать и с помощью заточных приспособлений установленных на современных бревнопильных станках, следует только добиться минимальных биений заточного камня. И желательно установить на заточное приспособление «палец», который будет упираться в пилу недалеко от затачиваемого зуба, для устранения вибрации, которую так не любят при заточке любые твердые сплавы, они просто покрываются трещинам.

На взгляд автора, за стеллитированными бревнопильными пилами – будущее. Именно они делают современные бревнопильные станки всепогодными, позволяя пилить бревна покрытые грязью. Они так же позволяют в случае грамотного пилоправного обслуживания экономить на покупке дорогостоящих корпусов круглых пил. Своевременно ремонтируя и заменяя выкрошившиеся наконечники. Сейчас стеллитированию подвергают все без исключения круглые пилы на автоматических линиях швейцарской фирмы «ISELI», которые, действуют в г. Кирове и г. Красноярске. По сути дела образуется постоянный кругооборот пил между потребителем и сервисным центром. В сервисном центре на пилах заменяют все наконечники, затачивают их по всем граням, корпуса пил правят и проковывают. Счастье для деревообработчиков иметь где-то рядом такой сервисный центр. В самое ближайшее время в Москве откроется сервисный центр немецкой фирмы "Leitz". Через некоторое время и здесь начнут ремонтировать стеллитированные пилы.

Применяют стеллитированные пилы в бревнопильных станках первого и второго ряда, причем если на станках второго ряда с ними конкурируют твердосплавные пилы, то на станках первого ряда стеллит имеет явное превосходство. Как и стальные пилы, стеллитированные могут полироваться и покрываться хромом.

Твердосплавные пилы

Такие пилы имеют на кончиках зубьев металлокерамические пластинки из твердого сплава спеченного твердостью около 90 HRS. Как правило, из карбида вольфрама и кобальта. Например, российский сплав ВК-6 имеет 6% кобальта, а сплав ВК-15 соответственно - 15% кобальта. Чем больше в сплаве кобальта, тем выше прочность на изгиб и лучше механические свойства, но при этом снижается твердость сплава и его износостойкость. С уменьшением содержания кобальта ухудшаются условия пайки, и уменьшается усилие отрыва пластинки. Паяют металлокерамические пластинки на латунные и серебряные припои. В России сталь для корпусов пил применяют марки 9ХФ или 50ХФА. Следует заметить, что при оснащении наконечников пил импортной металлокерамикой, период между заточками увеличивается на 30-50%.



Твердосплавные пластинки имеют слабую прочность при ударных нагрузках и поэтому могут быть повреждены даже на еловых сучках. Поэтому их не рекомендуют применять на бревнопильных станках первого ряда. Для нормальной работы таких пил необходимо предпринять меры к равномерной подаче заготовки и ее жесткой фиксации от вибрации.

В лесопилении пилы с металлокерамическими наконечниками применяют в основном на станках второго ряда. Пластинки обладают высокой стойкостью к истиранию и могут работать без заточки до 30 часов. Заточку твердосплавных наконечников производят по передней и задней граням на автоматических заточных станках алмазными кругами с водяным охлаждением. Например, на станке ТчПТ8 «Кировского станкостроительного завода» или в ручном режиме на станке ТчТ этого же производителя.

Однако если позволяют средства лучше приобрести высокоточное заточное оборудование немецкой фирмы «Original Vollmer» модель СНС-22Н или станки JF-280, JF-168.

Иногда корпуса твердосплавных пил покрывают тефлоном. Покрытие улучшает внешний вид пилы и позволяет ей лучше скользить в пропилах, но сильно затрудняет пилотправную подготовку пильного диска. Вообще же существует два мнения на использование твердосплавных пил небольшого диаметра. По первому из них, пилы необходимо править и проковывать, а так же ремонтировать твердосплавные наконечники. А по второму, эксплуатировать до тех пор, пока пила искривится и потеряет способность к прямолинейному пропилах, либо потеряет существенную часть своих наконечников. Затем пилу нужно выбросить и купить новую.

А истина на взгляд автора такова. Если вы ставите хорошие импортные пилы на немецкие или итальянские станки, обладающие прекрасной прямолинейностью подачи, имеющие высокоточные шпиндели с минимальными торцевыми и аксиальными биениями. То, скорее всего эти пилы распилят достаточно большое количество продукции и при этом останутся работоспособными. Но если станки используются российские, то даже дорогие импортные пилы не смогут проработать на них без соответствующей пилотправной подготовки и ремонта. И еще не забудьте учесть человеческий фактор. Низкая квалификация российских рабочих зачастую становится основной причиной выхода из строя круглых пил. По этим причинам Россия стала «Меккой» для громадного количества производителей пил со всего мира.

Можно с уверенностью утверждать, что, используя твердосплавные пилы в лесопилении на станках второго ряда обойтись без соответствующей пилотправной подготовки невозможно. Скорее всего, ремонт наконечников то же придется делать. Крупные предприятия, использующие большое количество твердосплавных пил, зачастую имеют собственные станки для ремонта твердосплавных наконечников.

Такие как, аппарат для напайки наконечников на зубья дисковых пил фирмы «BILGI TRAFU» продаваемый компанией «ТехАрсенал» модели DTUK-99/A и станок для боковой заточки зуба дисковых пил этого поставщика DTEB-99. Или полуавтоматы для заточки боковых граней зубьев «Кировского станкостроительного завода» моделей ТчПКБ8 и ТчПКБ2.

Форма и количество зубьев

Круглые пилы, применяемые в продольном лесопилении, имеют сравнительно небольшое количество зубьев, а сами зубья крупные и устойчивые. Это объясняется большой нагрузкой на зубья пилы, и необходимостью иметь крупные междузубные впадины для удаления значительного количества опила. Коэффициент полндревесности опила около 0,15. И хотя он находится во впадине в спрессованном состоянии, он занимает значительный объем.

На бревнопильных станках первого ряда чаще всего применяют стальные пилы с числом зубьев 48-72. По наблюдению автора, пилы с большим количеством зубьев при той же энергетике станка пилят быстрее. Однако пилы с меньшим количеством зубьев имеют более прочный зуб, который можно реже формировать, а пилу быстрее затачивать.

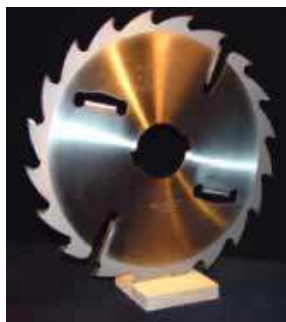
Имейте в виду, что переходя с разведенного зуба на плющенный необходимо в полтора раза уменьшить количество зубьев. Иначе резко возрастут энергозатраты при распиловке. Это касается и стеллитированных пил. Под симметричный стеллитовый зуб лучше взять пилы с меньшим количеством зубьев. Идеальным является переход с 70 разведенных зубьев, на 48 симметричных или плющенных. Хотя плющение на круглых пилах сейчас применяется редко.

Стальные пилы для бревнопильных станков имеют агрессивный зуб с передним углом, достигающим на стальных пилах до 35°, на стеллитированных до 30°, и на металлокерамических до 25°. Это связано с тем, что более твердые зубья обладают повышенной хрупкостью и склонностью к выкрашиванию и поэтому им придают больший угол заострения.

На станках второго ряда в основном применяются пилы с числом зубьев 24-48 зубьев. Твердосплавные пилы, как правило, имеют несколько повышенное количество зубьев. Это делается для снижения губительных ударных нагрузок на твердосплавные наконечники. С этой же целью иногда увеличивают скорость вращения самих пил с обычной скорости движения зуба 50 м/с до 80

м/с. Но зачем увеличивать скорость вращения, когда всегда легче поставить пилу с большим количеством зубьев.

Вырезы и зачистные ножи



На пилах большого диаметра иногда делают вырезы всевозможной формы. Добавляют зачистные или стабилизирующие в пропиле ножи. Но в отличие от пил меньших диаметров, на больших пилах очень большие соотношения диаметра к толщине пилы. И по этому критерию они относятся к сверхтонкому классу. А значит, они работают на пределе поперечной устойчивости. В этой ситуации разрывы зубчатой кромки и тела пилы сильно снижают поперечную устойчивость. Приходится попутно увеличивать толщину пилы, а это увеличивает ширину реза и количество опилок соответственно.

По мнению автора, на сегодняшний день альтернативы пилам большого диаметра со сплошным, хорошо натянутым пильным диском нет. А вот каким способом сделано натяжение подвенечной зоны: вальцеванием, термопроковкой или пилоправым молотком принципиального значения не имеет.

Тем не менее, если вы готовы пожертвовать частью пиломатериала в угоду повышению стабильности резания и упрощению обслуживания больших круглых пил, имейте в виду, что работы в этом направлении ведутся давно и активно. Полученные результаты позволяют судить об их перспективности. По информации, появившейся в открытой печати уже есть пилы метрового диаметра со стеллетированными зубьями, имеющие четыре глубоких выреза. Сами пилы несколько повышенной толщины. При работе издают пониженный шум, повышена скорость пиления. Пилы требуют весьма ограниченной пилоправной подготовки. Однако, наличие вырезов способствует активному образованию трещин. А это может существенно сократить срок службы достаточно дорогостоящего инструмента.

На пилах среднего диаметра, применяемых на двухвальных бревнопильных станках, многопильных станках второго ряда и станках для переработки тонкомера вырезы и зачистные ножи бывают очень полезны. Они разрывают подвенечную зону пилы на 4-6 частей и служат термокомпенсаторами между перегретой подвенечной зоной и холодным телом пилы. Позволяя пиле при нагреве дольше оставаться плоской. При этом касание стенок пропила происходит только боковой гранью стабилизирующих ножей, а не телом пилы. Это существенно снижает боковой нагрев т.к. сама площадь касания уменьшается, а теплопроводность твердосплавных пластин меньше чем у стали.

Но, учитывая то, что пилы оснащенные множеством вырезов и зачистных ножей тяжело поддаются пилоправной подготовке, здесь срабатывает мнение номер два. После существенной деформации пильного диска или потери пластин, пилу следует выбросить, не ремонтируя.

Если вы хотите сэкономить на толщине пропила, а для многопильных станков эта экономия может быть весьма существенной. Применяйте сплошные пилы среднего диаметра или пилы с 3-мя - 4-мя небольшими вырезами в зубчатой кромке без зачистных ножей. Они могут быть еще достаточно тонкими и легко поддаются пилоправной подготовке.

Состояние при поставке

Российские пилы. К сожалению, согласно нашего же ГОСТа поставляются покупателю в неработоспособном состоянии. Они плохо выправлены и слабо прокованы, не точно разведены. В последнее время пилы неплохо шлифуют и даже хромируют. Они требуют контроля разнотолщинности диска. Требуют балансировки. Имеют большие аксиальные и радиальные биения. Начиная проковку такого пильного диска, будьте готовы к тому, что могут проявиться внутренние напряжения. Это выражается в том, что такой пильный диск, в процессе натяжения «встает на крыло» или «распускает хребты». Работая с российскими пилами, приходится постоянно контролировать форму поверхности пильного диска. Единственным и неоспоримым их преимуществом является низкая цена. За одну импортную пилу диаметром более метра можно купить до 5-ти российских пил. Однако при наличии опытного



пилоправа и с российскими пилами можно добиться неплохих результатов в работе, ведь со своей основной задачей – резать древесину они справляются хорошо. Инструментальная сталь марки 9ХФ, из которой сделаны российские пилы, недостаточно пластичная, она содержит хром и имеет высокую стойкость к истиранию. Основным российским производителем круглых пил является ОАО «Горьковский металлургический завод».

В настоящее время «Уральская школа пилоправов» им. Н.К. Якунина совместно с «Горьковским металлургическим заводом» работает над созданием импортозамещающих пил для станков типа Кара, Магистраль, ЦДС. Улучшения в производстве импортозамещающих пил касаются не только тщательной правки и проковки пильных дисков. Серьезным изменениям подвергается и процесс термообработки и последующего охлаждения заготовок. Стоимость импортозамещающих пил составляет около 50% от стоимости импортных аналогов. Они полностью готовы к работе.

Что касается твердосплавных пил, то с хорошим качеством их производит ЦНИТИ. Делают их так же на «ГМЗ – Гедумекс» (Нижний Новгород).

Пилы здесь выпускаются из немецкой стали на импортном оборудовании с отличным для России соотношением цена - качество.

Импортные пилы. Если это не подделка, а такое то же бывает, они, в самом деле, очень хороши в работе. Сталь пластичная, легко куется. Пилы шлифованные, полированные или хромированные в зависимости оттого, что вы хотите приобрести. Внутренние напряжения импортных пил при проковке, как правило, не проявляются. Новые пилы ведут себя вполне адекватно прилагаемым воздействиям. В последнее время зарубежные пилы все чаще приходят даже без следов вальцевания. Тем не менее, они хорошо прокованы, выправлены и готовы к работе. При условии, если ваш российский поставщик не сэкономил и не набрал в иносфирме всяких неликвидов, ведь правка и проковка, достаточно дорогостоящие операции, а на непосвященный взгляд на пиле ничего не меняется. Причем, нельзя судить о подготовке пилы по большому количеству концентрических окружностей от вальцовочных роликов. Окружности могут быть, а нужная подготовка может отсутствовать. И наоборот современные технологии подготовки пильных дисков большого диаметра, которыми в совершенстве владеют такие фирмы как «ТТТ Technology» (Финляндия) и «WESTLINGS» (Швеция) позволяют обойтись минимальным механическим воздействием на диск или его полным отсутствием при, несомненно, отличной подготовке пильного диска. Мастерски готовит свои пилы и японская корпорация «KANEFUSA» но, к сожалению, продукция этой всемирно известной фирмы на российский рынок пока попадает мало.

В последнее время утрачивает свои позиции на рынке пил большого диаметра продукция фирмы «SANDVIK» (Швеция). Все большее количество покупателей отмечают ухудшившееся качество ее пил. Серьезные нарекания вызывает иногда качество подготовки пил, поставляемых немецкой фирмой «АКЕ». Мне с моими учениками однажды пришлось пролить немало пота над партией пил диаметром 1,2 м, поставленной этой фирмой.

Однако независимо от того, кем изготовлена пила большого диаметра, она перед работой должна попасть в руки квалифицированного пилоправа. Только он сможет подобрать необходимую степень проковки под конкретные условия работы пильного диска. Произвести правку возможных дефектов оставленных производителем или приобретенных во время транспортировки.

Фирма PARITET (Латвия) производит сравнительно недорогие пилы, но с неплохим качеством. Стремительно врывается на российский рынок твердосплавных пил средних диаметров фирма NOOK (Латвия), имеющая отличное соотношение цена/качество своей продукции.

Очень много пил в нашей стране продает фирма «PILANA» (Польша), продукция которой почти конкурирует по цене с российскими производителями при значительно лучшем качестве. Не могу не отметить продукцию немецких фирм «LEITZ», «LEUCO», «GUNDO». Продукция этих фирм дорогая, но качество отменное. И если вы используете импортные станки, то лучших пил, чем пилы фирмы «LEITZ» вам не найти. По качеству с ними могут поспорить разве, что пилы корпорации «KANEFUSA».

Инструментальные методы контроля параметров круглых пил

В статье даются практические рекомендации по подготовке к работе круглых пил и инструментальным методам контроля их основных параметров.

Основная задача, стоящая перед деревообработчиками, эксплуатирующими круглые пилы, состоит в том, чтобы обеспечить нормальную геометрию пиломатериала, применяя стандартное оборудование в сочетании с имеющимися на рынке круглыми пилами. Пилами конечно разными, но при соответствующей подготовке способными дать хорошую продукцию. Работоспособность круглых пил напрямую зависит от ограниченного числа параметров, поддающихся простому инструментальному контролю. Первая группа таких параметров относится непосредственно к диску пилы, а вторая группа к ее зубьям.

Параметры тела пилы

1. Стрела прогиба.

Определяет степень проковки пилы, т.е. ее способность сопротивляться перегреву подвенечной зоны, выполняющей работу резания и оставаться при этом плоской.

Достигается равномерной, радиусной двусторонней проковкой тела пилы и ее симметрированием. Может быть выполнено вальцеванием. Однако все равно требует симметрирования.

Контролируется с помощью укладки пилы на три точки, расположенные под углом 120 градусов непосредственно под основанием зубьев пилы. Во впадины зубьев пилы ставится большая пилоправная линейка, проходящая через центр пилы. С помощью щупов непосредственно у края центрального отверстия производится измерение стрелы прогиба, как величина зазора между пилой и линейкой. Измерение производится на телескопической трехточке нашего производства.



прогиба должна быть меньше.

Пример. Стрела прогиба для пил диаметром 1100 мм, толщиной 4 мм составляет летом 2,8 – 3,8 мм, зимой 2,4 – 3,2 мм. Для пил диаметром 630 мм, толщиной 3 мм соответственно летом – 1,6 – 1,8 мм, зимой – 1,2 – 1,4 мм.

2. Симметрирование.

Определяет одинаковую степень натяжения обеих сторон пильного диска.

Достигается легкими, равномерными, распределенными ударами по более выпуклой стороне пилы.

Контролируется с помощью установки пилы в строго вертикальное положение. Пила не падает при кратковременном ее отпуске. К пиле без усилия прикладывается большая пилоправная линейка. Световая щель с обеих сторон пилы должна быть одинаковой.

Имеется так же способ проверки симметричности с помощью измерения стрелы прогиба с разных сторон пилы. Однако первый способ измерения намного точнее и менее трудоемок. По сути, он моделирует установку пилы на вал станка.



Каждому типоразмеру пил соответствует конкретная стрела прогиба для летних и зимних условий эксплуатации. Она зависит от диаметра пилы, ее толщины, скорости вращения, марки стали, диаметра посадочного отверстия и даже условий работы. Например, при работе с охлаждением стрела



3. Торцевое биение.

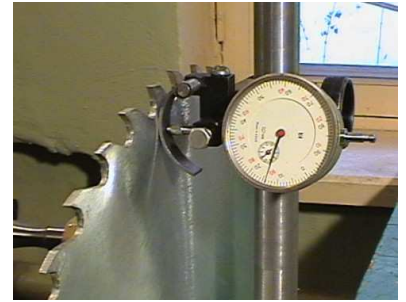
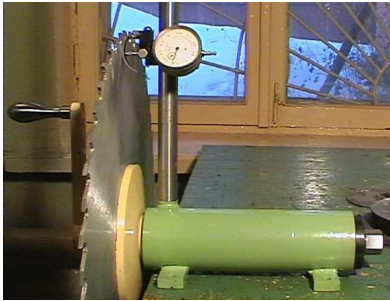
Определяет степень плоскостности пильного диска.

Достигается с помощью с помощью трудоемкого, высококвалифицированного труда пилоправа по правке различных общих и частных дефектов пильного диска. Следует учесть, что нет предела совершенству. Дефекты следует устранять до тех пор, пока они оказывают реальное влияние на геометрию распиливаемых лесоматериалов.

Контролируется с помощью приспособления для проверки торцевого биения и высоты зубьев круглых пил. На нем имитируется поведение пилы, установленной на вращающийся вал станка. Пила зажимается фланцами, имеющими минимально достижимые торцевые биения. Приспособление, выпускаемое нами, имеет торцевые биения 5-10 мкм при диаметре фланца 180 мм.

С помощью индикатора часового типа ИЧ-10, установленного на штангу производится измерение торцевого биения на различных радиусах пилы. Как правило, максимальное торцевое биение проявляется в подвенечной зоне непосредственно под основанием зубьев пилы. Недопустимо большое торцевое биения является показателем плохой правки дефектов пильного диска. В этом случае, правка должна быть продолжена до получения приемлимых результатов.

Данное приспособление может быть с успехом использовано и для тонкой диагностики различных дефектов пильного диска, как с помощью индикатора самого устройства, так и с помощью пилоправных линеек прикладываемых к пиле с целью исследования светового зазора и стука краями линейки. Однако это возможно только при условии достаточной симметричности пильного диска.



Пример. Допустимое торцевое биение для пил диаметром 1100 мм составляет не более 0,5 мм. Соответственно для пил диаметром 630 мм – не более 0,3 мм.

Параметры зубьев

1. Высота зубьев.

Определяет одинаковую глубину резания каждого зуба пилы. Как правило, при продольной распиловке древесины глубина резания одного зуба пилы редко выходит из диапазона 0,1-0,4 мм. Исходя из этого, высота зубьев пилы не должна различаться более чем на 0,05-0,1 мм. Если эта разница больше, часть зубьев проскальзывает мимо дна пропила, не выполняя положенную им работу. А следующие за ними зубья вынуждены выполнять эту работу наряду со своей. В результате этого они сильно перегреваются и быстро тупятся. Что быстро приводит к неосесимметричному прогреву пильного диска и неминуемым зарезаниям с дальнейшим нарушением прямолинейности пропила.

Достигается с помощью заточки пилы на заточном станке, например, ТчПА-7, который автоматически выравнивает высоту зубьев. Или вручную на заточных приспособлениях с помощью операции фугования зубьев.

Контролируется с помощью приспособления для проверки торцевого биения и высоты зубьев круглых пил. Необходимо переставить индикатор на стойке в положение для проверки высоты зубьев.

Пример. Пила диаметром 1100 мм может иметь разницу в высоте зубьев не более 0,1 мм. Пила диаметром 630 мм то же - 0,1 мм.



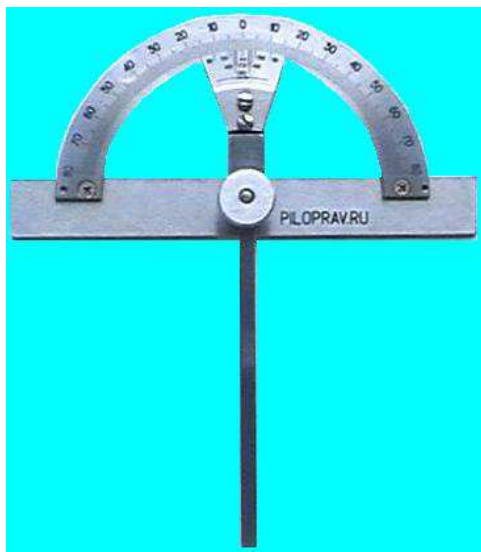
2. Углы заточки зубьев.

Определяют режущие свойства пилы как многолезцового инструмента.

Достигаются своевременной и точной заточкой зубьев на автоматических заточных станках или вручную на заточных приспособлениях. На заточных приспособлениях заточка ведется по передней грани зуба, но ее полезно чередовать с заточкой по верхней грани. На заточных полуавтоматах зуб

затачивается со всех сторон, одновременно производится выравнивание зубьев по высоте и балансировка пильного диска.

Производители инструмента предлагают круглые пилы с множеством различных вариантов заточки зубьев. Несомненно, стоит выполнять рекомендации производителей и при заточке зубьев не отклоняться от начальных угловых параметров.



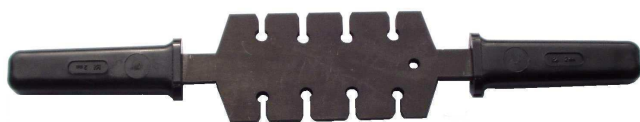
Однако существуют общие правила заточки зубьев. Все углы на зубьях должны быть симметричны плоскости пильного диска при плющении. Или зеркально симметричны при разводе зубьев соответственно вправо и влево. Разница в углах заточки зубьев не должна превышать 1 градус, иначе более острые углы уведут за собой весь диск пилы. Что неминуемо приведет к ухудшению геометрии пропила.

Несомненно, нужно вовремя ремонтировать твердосплавные наконечники и формировать стальные зубья круглых пил. А так же точить зубья, не доводя их до последней стадии затупления, что резко снижает срок жизни пилы за счет большого слоя снимаемого при заточке материала.

Контролируются с помощью угломера Кучерова УК.

3. Развод зубьев.

Определяет общую ширину пропила пилы. И служит для уменьшения трения пилы со всеми ее неровностями о стенки пропила. Препятствует нагреву центральной части пильного диска и способствует удалению опила, попавшего между пилой и стенками пропила.



Достигается на стальных пилах с помощью развода зубьев вправо и влево с помощью разводки модели Р4 или Р5. На пилах с плющеными зубьями каждый зуб имеет поднутрение и вправо и влево, и

выполняет двойную работу резания. Соответственно количество зубьев на таких пилах необходимо делать в полтора раза меньше, чем на таких же стальных пилах с разведенными зубьями. Плющение выполняется с помощью комплекта для плющения и формирования зубьев пил, например ПИЗ4,35 или на соответствующих станках. После плющения и формирования зуб обязательно затачивается. Конструкция твердосплавных наконечников может быть выполнена как симметричная к плоскости пилы, так и имитирующая развод зубьев.

Контролируется с помощью разводомеров с индикатором часового типа производства фирмы «Sandvik» модели: 130, 130-0, 130-1. Или российского производства модели: РП-2, РПУ. Перед измерением разводомер выставляется на ноль на настроечной плитке марки ПН.

Если распиловка ведется стальными пилами в неотапливаемом помещении, зимой следует несколько уменьшить развод зубьев по сравнению с летом.

Пример. Развод стальных пил для продольной распиловки сырой древесины диаметром 1100 мм летом должен быть 0,6-0,7 мм, а зимой соответственно 0,5-0,6 мм. Развод пил для продольной распиловки диаметром 630 мм – точно такой же. Выставляется с точностью не хуже - 0,03 мм.

В заключение хочу добавить, что на геометрию пиломатериала сильно влияют настройки станка, состояние лесоматериалов и квалификация пильщика.



Правка, проковка, симметрирование.

Ввиду ограниченности достоверных знаний, пилоправы зачастую используют в своей работе устоявшиеся догмы. Одной из них является запрещение проковки пильного диска во фланцевой зоне. Другая касается запрета на работу сразу в центральной и подвенечной зоне пильного диска. Целью этой статьи является доведение до практикующих пилоправов апробированных способов подготовки круглых пил, освобожденных от всякого рода догм и условностей.

Одна из первых заповедей пилоправа гласит: «Главными пилоправными ресурсами пильного диска являются его плоскостность и правильность проковки». Далеко не любые нарушения этих параметров можно выправить пилоправным молотком. Большое количество круглых пил приходят в негодность именно по причине нарушения плоскостности и равномерности проковки. Причем, как правило, станок не в состоянии настолько испортить круглую пилу. Необратимо заковывают пилы сами пилоправы. Стоимость круглых пил варьирует от нескольких десятков до нескольких тысяч долларов. Вот почему всегда так остро стоит вопрос повышения квалификации пилоправов.

Правильное натяжение и плоскостность пила приобретает при производстве, в руках специалиста: промышленного рихтовщика - пилоправа высшей квалификации. Заданные им параметры, в первую очередь натяжение, пила помнит всю дальнейшую жизнь. Задача пилоправа состоит в том, что бы не испортить заданные параметры. Для этого он должен обладать примерно 5% от знаний, умений и инструментария промышленного рихтовщика.

Правкой называется придание плоскостности пильному диску, для предотвращения трения его выпучин и крыльев о стенки пропила. Правка обычно осуществляется ударами пилоправного молотка по пиле лежащей на наковальне выпучиной вверх. Но так бывает не всегда. Правку сложных дефектов приходится совмещать с увеличением или уменьшением проковки. Правку пилы желательно производить при проковке пильного диска не более 70-80% от максимальной. Ведь любая правка увеличивает общую проковку. Бывает правка еще не закончена, а проковка уже более 100%. Стопроцентная проковка – это момент перехода симметричного пильного диска из плоского в чашеобразное состояние. В этом случае для продолжения правки необходимо удалить излишнюю проковку. Подробно о формообразовании и шкале проковки пильного диска я расскажу в следующей статье.

Проковкой называется предварительно создаваемое «распирание» (на языке профессионалов, ослабление) центральной части пильного диска. Физический смысл проковки заключается в том, что бы греющаяся от работы резанья подвенечная зона могла свободно расширяться, не искажая плоскую форму пильного диска. Для создания проковки используется несколько способов.

Самый лучший из доступных способов, это вальцевание по концентрическим окружностям. Он не ухудшает параметров плоскостности и как следствие даже несколько уменьшает торцевые биения пильного диска. Требуется последующего симметрирования.

Следующий способ проковки имитирует механическое вальцевание симметричными ударами косяком с обеих сторон по 2-3-м концентрическим окружностям в центральной зоне пильного диска. Требуется определенной квалификации пилоправа и обязательной последующей правки и симметрирования.

В нашей школе преподается конусный способ проковки пильного диска профессора Якунина Н.К., более подходящий для начинающих пилоправов. Проковка конусным способом делается следующим образом. Нужно расчертить центральную часть пилы двусторонней разметкой и одинаковыми ударами в полную силу проковать пилу с обеих сторон по одним и тем же точкам. (Рис.1 и Рис.2 Зона «Б»). Требуется последующего симметрирования и правки пильного диска.

Симметрированием называется компенсация односторонней проковки пильного диска и перевод односторонних напряжений в общую проковку. При этом происходит устранение чашеобразности пильного диска и увеличение общей проковки. Диск становится ровным в вертикальном положении. Выполняется симметрирование легкими ударами косяком в одну четвертую силы удара в зоне «Б» и «В» на 3-х точках на 16-ти, 2-х точках на 16-ти, одной точке на 16-ти, 8-ми, или 4-х секторах по выпуклой стороне пильного диска.

Главное, что должен помнить начинающий пилоправ, приступая к правке и проковке пильного диска!

Каждый удар пилоправным молотком по пиле изменяет сразу три ее параметра:

1. Уменьшает выпучину со стороны молотка или увеличивает ее со стороны наковальни.
2. Уменьшает чашеобразность со стороны молотка, или увеличивает ее со стороны наковальни.
3. Увеличивает общую проковку пильного диска.

Исходя из понимания этой взаимосвязи, пилоправу постоянно приходится решать взаимоисключающие задачи. Например: как убрать выпучину на 100% прокованной пиле? Не изменяя при этом одностороннюю и общую проковку? Или как избавиться от сильной односторонней проковки, не увеличив, а даже уменьшив общую проковку. И т.п.

ПРАВКА

В пилоправной литературе вы наверняка прочтете, что опытный пилоправ совмещает правку и проковку пильного диска. В самом деле, правка ведется разными методами в зависимости от величины и симметричности проковки пильного диска. Иногда несимметричная или чрезмерная проковка пильного диска вообще не позволяет начать правку. Поэтому необходимо вначале убрать дефекты проковки, а затем приступать к собственно правке.

Правка недопрокованной пилы. Совмещая правку с проковкой, куем на голой наковальне. На плоской наковальне, если выпучины невелики, и позволяют получить при ударе высокий звук и отскакивающий удар молотка. Или на выпуклой наковальне для лучшего прилегания пилы к наковальне.

Однако, можно выправить пилу с минимальным увеличением проковки, проложив между пилой и наковальней тонкий плотный картон. Подойдет прессшпан или электрокартон толщиной 0,5-1 мм. Следует подобрать силу удара, на картоне нужно бить слабее. В этом случае проковка будет увеличиваться незначительно. И диск по завершении правки нужно будет проковать до необходимой величины. Оба способа требуют последующего симметрирования, после правки каждой стороны.

Правка оптимально прокованной пилы. Ведется только на картоне. И даже в этом случае после симметрирования, может понадобиться снятие излишней проковки в точке 2 зоны «В» в четверть силы по 16 секторам с обеих сторон пилы.

Правка симметрично перепрокованной пилы. Сначала снимите излишнюю проковку. В зависимости от степени перепроковки. Точка 2 зоны «В» на 16-ти секторах с обеих сторон пилы. Либо точки 1 и 3 зоны «В» на 16-ти секторах с обеих сторон. Как правило, в четверть силы удара. Затем занимайтесь правкой на картоне.

Правка чашеобразной, недопрокованной пилы. На голой наковальне необходимо отсимметрировать пильный диск со стороны выпуклости. По мере необходимости количество точек на секторе может быть 1-3 на 16-ти секторах. Например: точки 3 и 5 зоны «Б» на 16-ти секторах (Рис.2). При окончательном симметрировании. Например: точка 4 зоны «Б» на 4-х секторах (Рис.2)

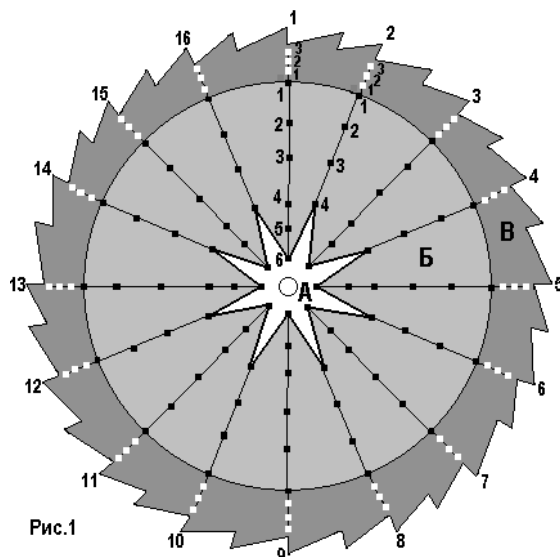


Рис.1

Разметка пильного диска для дополнительной проковки

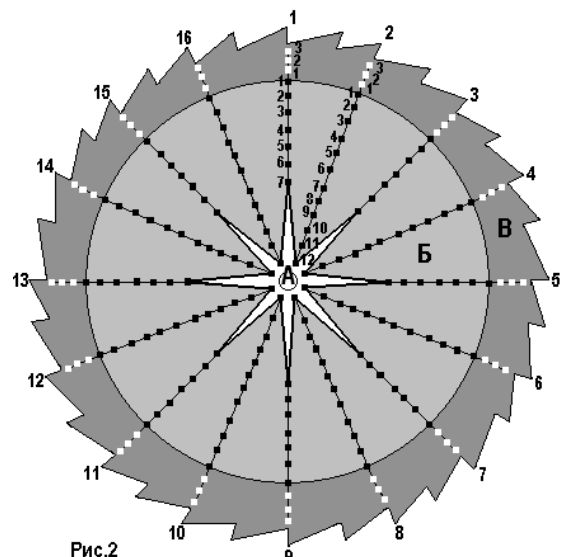


Рис.2

Разметка пильного диска для полной проковки

Правка чашеобразной пилы с запредельной общей и односторонней проковкой. Данный дефект исправляется интенсивной несимметричной проковкой пильного диска с выпуклой стороны по всему радиусу пилы на 16-ти или 32-х секторах, иногда дважды. На точках 1-12 (1-7) зоны «Б» и точки 2 зоны «В» (Рис.2). В полную силу удара. На выпуклой наковальне, в зависимости от величины чаши, с радиусом наковальни от 6-ти до 2-х метров. Таким образом, выпуская имеющиеся напряжения в увеличение диаметра пильного диска. Разметку пильного диска следует сделать, как показано на Рис.2 со «звездой Давида» в центре. Нечетные лучи размечаются на 12 точек, четные на 7, Или 10 на 6. В зависимости от диаметра пилы. Чем меньше пила, тем меньше точек.

ПРОКОВКА

Рабочая проковка. Проковка подбирается пилоправом исходя из своего опыта. Для лета и больших диаметров пил, она может быть триггерная - 105% (Диск с триггерной проковкой имеет два устойчивых состояния). Для зимы 70-90%. А для пил диаметром около 60-70 см не более 70-80%. Для плавающих пил с водяным охлаждением около 50%. Чем больше рабочая проковка пильного диска, тем больший перегрев может выдержать подвенечная зона круглой пилы без потери формы плоского упругого равновесия. Большие проковки можно рекомендовать для использования только на станках имеющих нормальные торцевые биения пильного вала.

Начальная проковка. Пильный диск размечается, как показано на Рис.2. Зона «Б», внутри «звезда Давида», начиная с 2-х сантиметров от центрального отверстия во фланцевой зоне, а на периферии пилы до 1/10 диаметра отложенной от дна междузубной впадины. На новых пилах приходится увеличивать проковку на 80-90%. В этом случае куем на голой наковальне с обеих сторон в полную силу, иногда дважды и трижды, размечая сектора проковки между предыдущими секторами, чтобы не травмировать тело пилы ударами по одним и тем же точкам. Боек косяка или перекрестного молотка при любой проковке располагаем вдоль радиуса пилы. Количество точек от «5 на 9», до «7 на 12» в зоне «Б» (Рис.2). В зависимости от диаметра пилы. После достижения 70-80% проковки, приступаем к симметрированию и правке пильного диска. Затем необходим контроль величины проковки и окончательное симметрирование. А может потребоваться и дополнительная проковка.

Дополнительная проковка. Делается на голой наковальне в зоне «Б» (Рис.1). Количество точек пилоправ должен подобрать самостоятельно. Например, 4 на 6 точек. Исходя из силы удара, веса молотка, толщины и диаметра пилы, величины допроковки и температуры при которой будет работать пила. При небольшой дополнительной проковке, приближать точки разметки к центральному отверстию не следует.

Полная и триггерная проковка. Применяется на пилах большого диаметра (0,9-1,2 м) для станков Кара, Лаймет, Молома, Магистраль, ЦДС, работающих в летних условиях при температуре выше плюс 20-ти градусов. Проковка делается полной - 95-100% или триггерной - 105%. При триггерной проковке пила поставленная на пол вертикально, наклоняется от себя и к себе. Центр пилы при этом проваливается при одинаковом наклоне от себя и к себе на угол 5-7 градусов от вертикали. Такая пила поставленная на пильный вал так же имеет два устойчивых состояния. Но при вращении за счет действия центробежных сил она принимает форму плоского упругого равновесия, и дает прямолинейный пропил. Разметка для полной проковки изображена на рис.2.

Излишняя проковка. Снимают излишнюю проковку ударами косяка или перекрестного молотка в подвенечной зоне «В», располагая боек по ее радиусу с обеих сторон пильного диска. Разметку подвенечной зоны пилы производят, как показано на рис.1, по 16 секторам, углубляясь, не более чем на 1/10 диаметра пилы от междузубной впадины. Для снятия сильной перепроковки достаточно разметить по две - три точки на 16-ти секторах и проковать пилу в полсилы с обеих сторон. (Зона «В» точки 1,2,3).

Легкая перепроковка снимается ударами в четверть силы. По одной точке на 16-ти секторах с обеих сторон пилы. (Точка 2 зоны «В») Удаляя излишнюю проковку, нельзя уменьшать количество секторов менее 16-ти и увеличивать силу удара более чем в полсилы. Можно лишь увеличивать количество секторов и уменьшать силу ударов. Если перепроковку не удалось снять за один раз, необходимо разметить между предыдущими секторами еще 16 секторов и повторить серию ударов снова. В итоге получится разметка в 32 сектора. Операция удаления чрезмерной проковки очень

деликатная. Для удаления излишней проковки требуется энергии в десять раз меньше, чем для ее создания, помните об этом!

Неравномерная проковка - восьмерка. Появляется по следующим причинам:

Недопрокованная фланцевая зона. Возникает при интенсивной проковке пильного диска сегментным способом. Как показано на рис.1. Недопрокованная фланцевая зона тянет на себя волнами всю пилу. Проявляется в виде восьмерки с подвижными и легкими крыльями. Пила ведет себя словно «кисель». При укладке на три точки центр пильного диска зона «А» слегка приподнят выше зоны «Б». Исправляется с помощью легкой допроковки зоны «А». Необходимо продлить длинные линии «звезды Давида» вглубь фланцевой зоны на 8-ми секторах и проковать по 2-3 точки с обеих сторон пильного диска в зоне фланца. Как показано во фланцевой зоне «А» на рис.2.

Сильно ослабленная подвенечная зона.

Возникает в случае чрезмерного ослабления пилоправом подвенечной зоны или после интенсивной заточки и формирования зубьев пилы. Причиной так же могут быть сильные прижоги в зоне «Б» пильного диска. Перепрокованная подвенечная зона тянет на себя волнами всю пилу. То же «кисель» и восьмерка. Прикладывая радиусную линейку к радиусу пилы, имеем равномерный зазор. При укладке на три точки наблюдаем либо прилегание диаметральной линейки к пильному диску, либо при повороте нормальную стрелу прогиба. Исправляется с помощью вальцевания или проковки пильного диска любым способом в зоне «Б».

СИММЕТРИРОВАНИЕ

Внимание! Симметрирование пильного диска производится только на голой плоской наковальне! Или на выпуклой наковальне, если кривизна диска слишком велика.

Самым точным способом определения симметрии пильного диска является визуальная оценка световой щели между, стоящим вертикально пильным диском и диаметральной линейкой. Этот способ применяется для симметрирования пил, имеющих проковку от 0 до 99%. Менее точным способом оценки симметрии является измерение стрелы прогиба с разных сторон пильного диска с усреднением трех измерений с каждой стороны. Для симметрирования непрокованного пильного диска требуется значительно больше энергии, чем для хорошо прокованного. Хорошо прокованный диск симметрируется исключительно легкими ударами.

Симметрирование недопрокованной пилы. Для выполнения операции симметрирования недопрокованной пилы, т.е. снятия односторонней проковки, куем пилу с выпуклой стороны чаши. В зависимости от степени чашеобразности пилы, это могут быть несколько ударов в полсилы на 16-ти секторах. Например, точки 2-4-6 зоны «Б» (Рис.2) А в конце симметрирования по одному удару в четверть силы на 8 секторах. Точка 4 зоны «Б», сектора 1-3-5-7-9-11-13-15 (Рис.2) И даже по одному в четверть силы на 4-х секторах крестом. Точка 4 зоны «Б», сектора 1-5-9-13 (Рис.2). Главное, как и при правке пильного диска не допускать перемещения дефекта на обратную сторону. Опытный пилоправ всегда убирает дефект, по шагу устранив его, с одной стороны.

Симметрирование оптимально прокованной пилы.

Эту операцию необходимо сделать так, что бы не уменьшить, и не увеличить общей проковки. Для этого куем в четверть силы сразу в обеих зонах. В зоне «Б» увеличения проковки и в зоне «В» уменьшения проковки. Например, точка 3 зоны «Б» и точка 2 зоны «В» (Рис.2). Или только точка 1 зоны «Б» (Рис.2)

Симметрирование перепрокованной пилы.

Бывает достаточно проковать пилу в подвенечной зоне «В» ударами в четверть силы с выпуклой стороны. Например, в точке 2 зоны «В» по всем 16-ти секторам. Одновременно снимая проковку и симметрируя пильный диск.

Однако зачастую этого бывает недостаточно. Тогда сначала снимаем излишнюю проковку. Например, в точках 1 и 3 в зоне «В» с обеих сторон пильного диска в половину или четверть силы. А затем симметрируем, как недопрокованную пилу.

Модель пильного диска.

Для понимания процессов происходящих в круглой пиле важно представить себе модель пильного диска. Только тогда, предпринимая очередную попытку исправить дефекты диска, вам удастся сделать это с первого раза. Пильный диск очень трудно исправить методом перебора. Сделать нечто, а потом посмотреть, что получится. Таким образом можно изготовить только кусок очень дорогого металлолома. Действовать нужно наверняка, так же как при лечении больного человека. Первая заповедь врача, как впрочем и пилоправа, гласит: «Не навреди!»

Роль напряжений в пильном диске

Пильный диск изготавливается плоским. В дальнейшем формой пильного диска управляют напряжения возникающие в металле. Исходные, созданные в диске в процессе его изготовления и подготовки к работе. А так же текущие, возникающие при работе пилы, вследствие воздействия сил центробежного ускорения и температурного нагрева различных зон диска. В процессе работы пильный диск, как термомеханическая система, испытывает номинальный нагрев подвенечной зоны от работы резания. А так же различные ненормальные виды нагрева. Например, от трения выпучин о стенки пропила, от трения одной стороной диска вследствие чашеобразности или от греющихся подшипников пильного вала. На диск воздействуют внешние изгибающие силы от несимметричного поднутрения зубьев пилы, поперечные колебания, распиливаемого лесоматериала и продольные толчки от неравномерности его подачи.

Для того, что бы упростить понимание достаточно сложной модели пильного диска, в этой статье мы рассмотрим поведение идеального, симметрично прокованного пильного диска без выпучин, работающего в условиях номинального нагрева подвенечной зоны от работы резания, выполняемой зубьями пилы. Все остальные дестабилизирующие факторы, воздействующие на диск - отсутствуют.

Распределение напряжений в идеальном пильном диске

После финишной шлифовки новый пильный диск в идеале должен быть плоским и ненапряженным. Если не предпринимались специальные меры по созданию в нем напряжений в процессе термообработки. Для того, что бы диск стал работоспособным, в его центральной части создается распирающее напряжение сжатия. Делается это вальцеванием, проковкой пилоправными молотками или термопроковкой. Создание напряжения сжатия в центральной части пильного диска собственно и является проковкой. Таким образом, мы готовим пильный диск к разогреву подвенечной зоны от работы резания, выполняемой зубьями пилы. Обладая определенным коэффициентом температурного расширения, подвенечная зона удлиняется. Если предварительно не распереть центральную часть пильного диска с помощью проковки, удлинившаяся подвенечная зона превратит пильный диск в винт по форме напоминающий восьмерку.

Правильное распределение напряжений в пильном диске показано в верхней части таблицы. (Здесь и далее по тексту все ссылки на таблицу 1). В ней показаны нулевые напряжения в ненапряженном пильном диске, а затем по мере увеличения проковки рост сжимающих напряжений в центральной части диска и рост растягивающих напряжений в подвенечной зоне. Точкой перехода знака напряжения является 0,8 радиуса.

Распределение напряжений в перегретом пильном диске иллюстрирует нижняя часть таблицы. Даже будучи хорошо прокованным, перегретый пильный диск постепенно переходит через ненапряженное состояние, а затем меняет знак распределения напряжений на противоположный. В таком диске напряжения сжатия испытывает уже подвенечная зона, а центральная часть подвергается растяжению. Как бы интенсивно не был прокован пильный диск, сильный перегрев подвенечной зоны неминуемо превратит его в восьмерку. Смотрите колонку нагрев зубьев и вид диска сбоку внизу таблицы.

Причем, если пильный диск был своевременно выведен из пропила и правильно охлажден, он снова возвращается в зону рабочей проковки и способен прямолинейно пилить дальше. Однако это справедливо только в случае нагрева подвенечной зоны на температуру не более 100-120°C. При нагреве на большую температуру в пильном диске наступают необратимые изменения, которые можно исправить только механическим воздействием на диск с помощью пилоправных операций.

Таким образом, пильный диск, имеющий определенную исходную проковку, испытывает при пилении изменяющиеся по значению и знаку напряжения растяжения и сжатия, приводящие к тому,

что его текущая проковка постоянно плавает по шкале проковки вверх и вниз. Соответственно, вхождение пилы в рез приводит к движению вниз по шкале проковки, а охлаждение при вращении на холостом ходу - к движению вверх.

Шкала проковки пильного диска.

До сих пор не существовало единой шкалы проковки пильного диска и методик самостоятельного определения проковки для каждого типоразмера круглых пил. Автором впервые вводится такая шкала. Проблема в том, что одним из немногих неразрушающих методов оценки проковки является измерение стрелы прогиба пильного диска, уложенного на три точки, расположенные непосредственно у междузубных впадин под углом 120 градусов. Однако значение оптимальной стрелы прогиба конкретного диска зависит: от марки стали, диаметра, толщины, конструкции пильного диска и условий его работы. Оно индивидуально для каждого типоразмера круглых пил и является лишь косвенным показателем проковки пильного диска.

Нынешнюю ситуацию с проковкой можно сравнить с измерением температуры до введения, например, шкалы Цельсия. Значения такого измерения были весьма размыты на холодное, теплое и горячее. Они субъективны и не поддаются методам инструментальной оценки. Поэтому автором и вводится новая шкала проковки пильного диска с измерением в процентах.

Соответственно выбраны и точки отсчета. **Нулевой точкой отсчета выбрано ненапряженное состояние пильного диска – 0% проковки.** Смотри таблицу. Шкала проковки.

Затем начнем абсолютно симметрично увеличивать проковку пильного диска любым известным способом, например вальцеванием. Металл диска способен «впитывать» в себя некоторое увеличение напряжения, оставаясь при этом плоским в вертикальном положении. Смотри таблицу. Вид сбоку от 0% до 100% проковки. А именно вертикальное положение, как правило, занимает работающий пильный диск.

В определенный момент металл пильного диска уже не может «впитывать», напряжения сжатия центральной части и растяжения подвенечной зоны. Непрокованная и растянутая подвенечная зона кольцом стягивает пильный диск. Он уже не может оставаться плоским и принимает чашеобразную форму. Причем, от приложения небольшого усилия, чашеобразность легко переходит с одной стороны диска на другую и фиксируется в этом положении. Т.е. диск приобретает два устойчивых состояния в вертикальном положении. Для таких состояний в технике и электронике есть четкое определение – триггер. Наш диск становится триггерным. Смотри Вид сбоку при 150% проковки.

Следующая точка отсчета новой шкалы проковки такова. **За 100% проковки принимается момент перехода пильного диска в триггерное состояние.** Шкала проковки готова, остается только поделить ее на сто равных частей – процентов.

Проверка пилы крестом.

Необходимо пояснить изображения в колонке «вид сбоку». На рисунках изображена вертикально стоящая пила, а так же способ визуальной оценки проковки пильного диска с помощью наклона его вправо и влево от вертикали. В случае положительной проковки при наклоне пилы вправо и влево проваливается центр пильного диска, образуя чашу разной степени глубины. Оценить ее значение, можно приложив большую пилоправную линейку в зоне центрального отверстия вертикально к пиле, а затем наклонить линейку вместе с пилой на угол 30-40 градусов. Значение получаемой щели на метровой пиле составит от 0,1 мм на непрокованной пиле, до 2-х мм на 100% прокованной пиле.

Еще один способ визуальной оценки проковки пильного диска показан в колонке вид сверху. В этом случае линейка прикладывается к наклоненной пиле в зоне центрального отверстия горизонтально. С ростом проковки центр пилы при наклонах проваливается все больше. Это заметно и сверху и сбоку. При положительной проковке щель между пилой и линейкой примерно равна при обоих способах измерения.

В совокупности оба этих способа являются проверкой крестом. Когда большая пилоправная линейка прикладывается к наклоненной пиле поочередно вертикально и горизонтально.

Положительная и отрицательная проковка.

Мы уже знаем, что является положительной проковкой. Это номинальное распределение напряжений в пильном диске с зоной сжатия в центральной части и зоной растяжения в периферийной. Это хорошо видно в верхней части таблицы.

Но пила может обладать и отрицательной проковкой. В этом случае напряжения меняют знак на противоположный. Такая пила испытывает растяжение в центральной части и сжатие в

периферийной. Смотри нижнюю часть таблицы. В этом случае расширившаяся подвенечная зона тянет на себя центральную часть пильного диска.

Причем создать такое распределение напряжений может не только интенсивный нагрев подвенечной зоны от работы резания зубьев пилы. С такими напряжениями пила может поступить к пилоправу после изготовления, после работы на станке и даже от неграмотного коллеги пилоправа. Отрицательная проковка зачастую бывает не видна на первый взгляд. Именно для ее четкого распознавания автором и был разработан метод проверки крестом. Только с его помощью можно отличить отрицательную проковку от положительной.

Дело в том, что в случае отрицательной проковки, второе горизонтальное измерение щели между наклоненной пилой и линейкой, в отличие от первого вертикального, дает прямо противоположный результат. У пилы проваливается не центр, а края. И чем больше значение отрицательной проковки, тем больше края пилы отходят от большой пилоправной линейки.

Пример. Значение горизонтальной боковой щели при отрицательной проковке около - 100% на диске диаметром 1 метр составляет около 2-х мм. Смотри нижнюю часть таблицы. Шкала проковки от 0 до минус 150%.

Изготовители пил постоянно сталкиваются с отрицательной проковкой, они называют такие пилы - «вольными». Если поставить «вольную» пилу вертикально и потрясти ее, она легко «машет крыльями» и ведет себя как «кисель». А если потрясти вертикально поставленную пилу с легкой триггерной проковкой, у нее «бухтит» только центр диска, а края остаются жесткими.

Итак, мы имеем, отрицательную проковку пильного диска от винта и положительную проковку вплоть до тарелки. Смотри таблицу. Вид сбоку. Какая же зона шкалы проковки является необходимой и достаточной для устойчивой работы пильного диска.

Проковка	Вид сверху	Вид сбоку	Шкала проковки	Нагрев зубьев	Распределение напряжения в пильном диске
Избыточная триггерная проковка "Тарелка"			↑ 150%	↑ $t=0^{\circ}\text{C}$	
Рабочая проковка			↑ 100%	↑ $t=20^{\circ}\text{C}$	
			↑ 50%	↑ $t=40^{\circ}\text{C}$	
			↑ 0%	↑ $t=60^{\circ}\text{C}$	
Недостаточная проковка			↑ 0%	↑ $t=60^{\circ}\text{C}$	
Отрицательная вольная проковка "Восьмерка"			↓ -50%	↓ $t=80^{\circ}\text{C}$	
			↓ -100%	↓ $t=100^{\circ}\text{C}$	
			↓ -150%	↓ $t=120^{\circ}\text{C}$	

Зона рабочей проковки.

Рабочей проковкой является такое распределение напряжений в пильном диске, при котором диск воспринимает рабочий нагрев от работы резания и силы центробежного ускорения без нарушения формы плоского упругого равновесия. В этом случае текущая проковка пильного диска не выходит из диапазона шкалы проковки от +100% до – 100%. Только в этом диапазоне пила остается плоской. Смотри таблицу. Хотя на краях диапазона отмечается возникновение нестабильных автоколебаний пильного диска.

Определения рабочей проковки является главным вопросом пилоправной подготовки пильного диска для конкретных условий работы. Но на самом деле имеется зона рабочей проковки, в которой пила может успешно выполнять работу резания. Причем крайние значения этой зоны разные для пил различного назначения и условий их работы.

Привожу некоторые конкретные рекомендации для монолитных стальных пил:

Торцовочные пилы. Находятся в резе не долго и, как правило, не успевают сильно нагреться. Они не имеют направляющих в подвенечной зоне и поэтому должны иметь большую поперечную устойчивость. А большая проковка снижает поперечную устойчивость, при этом увеличивая стойкость пилы к интенсивному нагреву. Для торцовочных пил излишняя проковка вредна, достаточно 30-50%.

Пилы с плавающей посадкой. Всегда интенсивно охлаждаются СОЖ через широкие направляющие. Как правило, имеют пониженную толщину диска. Тоже интенсивно не перегреваются. Требуют проковки в пределах 50-70%.

Пилы с жесткой, фланцевой посадкой. Они бывают разные.

Пилы, которые пилят без направляющих, например, на двухвальных многопилах, имеют увеличенную для своего диаметра толщину. Делается это, что бы скомпенсировать потерю поперечной устойчивости от большого количества прорезей для термокомпенсаторов и стабилизирующих ножей. Такие пилы то же требуют проковки, но небольшой. В пределах 20%-40%.

Пилы, работающие на многопилах, оборудованных передними направляющими, даже если пилы выступают над распиливаемым материалом, должны иметь большой запас по перегреву подвенечной зоны и соответственно проковку в пределах 60-90%. Они могут иметь уменьшенную толщину, при условии малых торцевых биений посадочного фланца и грамотной регулировке передних направляющих.

Пилы большого диаметра сверхтонкого класса, применяемые на бревнопильных станках типа «Кара» и «Магистраль», оборудованных регулируемыми передними направляющими, при работе полностью «тонут» в пропиле. Данные пилы работают без смазки в самых жестких условиях температурного перегрева. Соответственно они требуют самых глубоких, возможно достижимых проковок. В зависимости от времени года и уличной температуры. Зимой 60-95%. Летом 70-105% проковки.

Летом пила симметрично прокованная до 105%, ставится на станок в чашеобразном состоянии. А прямолинейный пропил может быть выполнен только плоской пилой. В процессе разгона пилы, за счет действия центробежных сил текущая проковка пильного диска уменьшается, повышается поперечная устойчивость. Как говорят профессионалы «Пила распрямляет крылья».

Исходная проковка.

Исходная проковка всегда должна находиться в зоне рабочей проковки. Переход за края зоны чреват потерей работоспособности пильного диска и ухудшением геометрии распиливаемых лесоматериалов.

Исходная проковка в процессе длительной работы пилы каждый день постепенно уменьшается. Работающий пильный диск постепенно теряет два пилоправных ресурса: правку и проковку. Во время очередного обслуживания, крайне целесообразно не только выправить пильный диск, но и придать ему максимально возможную величину проковки. В пределах верхней границы зоны рабочей проковки. Даже ровный, хорошо работающий пильный диск следует направить на пилоправное обслуживание по причине снижения проковки до нижней границы ее диапазона.

Пример. Стальная пила диаметром 1 метр на станке типа «Кара» и «Магистраль» способна распилить до следующего пилоправного обслуживания 400-500 кубометров круглого леса. При этом она теряет до 20% проковки. Учитывая то, что пила затачивается на бревнопильном станке с помощью заточного приспособления только по передней грани, ее зубья истончаются. Во время очередного обслуживания пила требует осаживания по диаметру на 20-30 мм для формирования полновесных зубьев с помощью заточного станка. При этом срезается внешняя часть подвенечной зоны пилы, что приводит к дополнительному снижению проковки еще на 20-30%. В итоге приходится поднимать

проковку пильного диска на 40-50% до верхнего уровня зоны рабочей проковки. Зимой до 90-95%. Если проковка будет меньше, пила распилит меньшее количество пиловочника и значительно быстрее вернется на дополнительную проковку.

Чем сильнее прокована круглая пила, тем больший запас она имеет по перегреву подвенечной зоны. А запас вещь необходимая.

Пример. При штатном нагреве подвенечной зоны 100%-но прокованной метровой пилы на температуру 100 градусов, она еще останется работоспособной, и будет иметь форму плоского упругого равновесия и достигнет значения минус 100% проковки. Смотри таблицу.

Тогда как эта же пила имеющая проковку 60%, даже при нагреве на 80 градусов неминуемо примет форму глубокой восьмерки! Т.к. достигнет значения минус 150% проковки. Смотри таблицу.

Как уже отмечалось, текущее значение проковки пилы плавает во время пиления и соответственно нагрева подвенечной зоны от работы резания зубьев. Вверх и вниз по шкале проковки. Если текущая проковка не опускается ниже отметки в минус 100%, то пила остается плоской, а если опускается – пила превращается в восьмерку и глубоко зарезается в древесину. Иногда пилы топорами приходится вырубать из бревна! Причем, заметьте, речь идет о выправленных и отсимметрированных пилах. У которых, имеется лишь один недостаток – недостаточная проковка!

Самостоятельное определение исходной проковки.

Приведенная в этой статье шкала проковки является универсальной. Она учитывает все параметры пильного диска! И имеет исключительное значение для самостоятельного определения пилоправом необходимой степени проковки стальных дисков без стабилизирующих ножей. Если пилоправ не знает, до какого значения необходимо ковать данный конкретный диск, нужно симметрично проковать диск до 100% проковки, т.е. до момента перехода в триггерное состояние.

Затем произвести замер стрелы прогиба в 50-ти мм от центра пилы по трем точкам напротив опорных кулачков с каждой стороны пильного диска и усреднить полученный результат. Полученное значение стрелы прогиба и будет являться инструментальным показателем 100%-й проковки пильного диска. А теперь в зависимости от назначения и условий работы пильного диска необходимо осмысленно подобрать требуемую проковку.

Диски, имеющие стабилизирующие (зачистные) ножи и большое количество термокомпенсирующих прорезей доводить до 100% проковки нельзя. Зона рабочей проковки таких дисков находится в диапазоне 20-40%. Проковав эти диски до 100% их можно просто сломать. В данном случае, проковку следует подобрать методом постепенного увеличения до получения приемлемой геометрии пиломатериалов. Или подобрать проковку, используя новые диски в качестве образца. Хотя российские производители часто изготавливают подобные пилы недостаточно прокованными.

Влияние на проковку сил центробежного ускорения.

Некоторым теоретикам старой школы свойственно преувеличивать влияние сил центробежного ускорения на проковку пильного диска. Реально же, силы центробежного ускорения снижают проковку пильного диска во много раз меньше, чем нагрев подвенечной зоны.

Например, исходно прокованная до 105% метровая пила, во вращении будет иметь текущую проковку чуть менее 100%. Если же проковать пильный диск до 115 процентов, силы центробежного ускорения уже не в состоянии понизить текущую проковку пильного диска ниже рабочего уровня в 100%.

Такой перепрокованный пильный диск будет испытывать на холостом ходу периодические автоколебания и не даст ровного пропила. Но когда он прогреется от работы резания, и текущая проковка понизится ниже 100%, он начнет пилить прямолинейно.

В свою очередь интенсивный нагрев подвенечной зоны способен перевести знак проковки пилы вплоть до минус 300%! И превратить пильный диск метровой пилы в восьмерку с глубиной крыла до 100 мм!

Это однозначно доказывает, что влияние сил центробежного ускорения на работу пильного диска незначительно и в ряде случаев им можно просто пренебречь.

Предел увеличения напряжения в пильном диске.

Как видно из графика распределения напряжения в пильном диске увеличение напряжения сжатия и напряжения растяжения наблюдается только до величины проковки плюс и минус 100%. Дальнейшее увеличение проковки приводит к изменению формы пильного диска. Напряжения качественно меняются, они становятся несимметричными по отношению к плоскости пильного диска.

На одной его стороне больше, а на другой меньше. Диск становится несимметричным, несмотря на то, что исходные усилия были приложены с обеих сторон одинаково!

Эксплуатация круглых пил на станках Кара, Лаймет, Магистраль

Применяемые пилы и их изготовители.

На станках Кара, Лаймет, Магистраль в России применяют стальные пилы диаметром 900-1100 мм толщиной 3,6-5 мм и количеством зубьев 48-70. В зависимости от производителя, вы можете претендовать на разное качество и степень готовности пильного диска к работе.

Цены на круглые стальные пилы D 1100 мм на складе дилера в России по состоянию на август 2005 г.

Таблица 1.

Фирма и страна производитель	Рубли	Евро	Готовность к работе
«ИНСТРУМЕНТ» - Россия	6077	174	Не готова к работе
«ГМЗ-Гедумекс» - Россия	7350	210	Не готова к работе
«PILOPRAV.RU» - Россия	9800	280	Готова к работе
«PARITET» - Латвия	15300	435	Мала проковка
«ТТТ Technology» - Финляндия	18000	511	Готова к работе
«RICHTER-WILMS» - Германия	18970	539	Готова к работе
«SANDVIK» - Швеция	19820	563	Готова к работе

Расчет себестоимости эксплуатации круглых пил для станков Кара, Лаймет, Магистраль.

Таблица 2

Стоимость пилы фирмы «ТТТ» в 2003 г. в руб.	20000
Усредненная выработка пилы, обрезаемого пиломатериала в смену в м ³	10
Количество смен в году 2*26*12	624
Продолжительность работы, лет	2
Исходный диаметр пилы в мм	1100
Конечный диаметр пилы в мм	900
Количество пил, используемых на одном станке шт.	4
Выработка одной пилы от обслуживания до обслуживания 10 куб.м.*6 дней*2 смены в м ³	120
Выработка одной пилы за 2 года работы 10 куб.м.*624смены *2года /4 пилы, в м ³	3120
Себестоимость пилы в кубометре пиломатериала 20000 руб./3120 куб.м. в руб.	6,41
Количество обслуживаний одной пилы, раз в месяц	1
Стоимость полного обслуживания одной пилы правка, проковка, формирование зубьев и заточка, в руб.	1500
Стоимость обслуживания одной пилы за весь период эксплуатации. 1500 руб.*24 раза, в руб.	36000
Себестоимость обслуживания одной пилы в кубометре пиломатериала 1500 руб.*24 раза/3120 куб.м. в руб.	11,54
Удельная себестоимость пилы в кубометре пиломатериала 6,41 руб./2000 руб.*100%, в %	0,32

Удельная себестоимость обслуживания пилы в кубометре пиломатериала 11,54/2000*100%, в %	0,58
Удельная себестоимость пилы и ее обслуживания в кубометре пиломатериала, в %	0,9

Пояснения к таблице №2.

В эксплуатации находились 4 пилы. Лесопилка работала 6 дней в неделю по две смены в день. Пил затачивались по передней грани зуба на заточном приспособлении станка "Молома 1200" в течение 6 дней (12 смен), не снимая пилы со станка. После того, как зубья пилы истончились, пилы доставлялись в Сервисный центр для правки, проковки, заточки и формирования зубьев (осаживания диаметра). Обслуживание производилось в Сервисном центре "Уральской школы пилоправов" им. Н.К.Якунина в г. Нижняя Тура в 2003-2004 году.

Круглая пила диаметром 1100 мм, потеряв 200 мм диаметра, способна напилить за свою жизнь более 3000 кубометров обрезных пиломатериалов. При этом себестоимость пилы составит не более 24 центов на один кубометр распиленных обрезных п/м. Что очень выгодно по сравнению с ленточными пилами, имеющими себестоимость 1-1,5 доллара на кубометр.

Себестоимость обслуживания круглой пилы в Сервисном центре составила 42 цента на кубометр обрезных п/м. Что почти в два раза дороже себестоимости самой пилы. Впрочем, это не удивительно. Пилу мы покупаем один раз, а восстанавливаем ее работоспособность 24 раза в течение срока ее жизни. Совокупная себестоимость пилы и ее обслуживания составила всего 0,9% от стоимости, распиленных ею обрезных п/м. Думаю, вы согласитесь с автором, что это достаточно выгодно.

Состояние поставки и ввод пил в эксплуатацию.

Для ввода пилы в эксплуатацию обязательно необходим труд квалифицированного пилопра. В зависимости от производителя пилы, время ее подготовки будет разное. Например, для ввода в эксплуатацию пил российского ЗАО «Инструмент» потребуется 4-8 часов квалифицированного труда пилопра. А для подготовки пилы фирмы «SANDVIK» потребуется 0,2 – 2 часа. Дело в том, что импортные пилы выпускаются с универсальной проковкой пильного диска, составляющей 70-80%. И в зависимости от времени года бывает необходимо добавить проковки или немного снять ее. Правка импортных пил, как правило, не требуется.

Большинство же российских пил необходимо серьезно править, исправлять частные дефекты формы пильного диска. А это процесс медленный. Что касается проковки, пока российские пилы выпускаются с произвольной проковкой. И вы можете получить пильные диски, как с отрицательной, так и с положительной проковкой.

Очень важно, чтобы пила родилась плоской и равномерно натянутой в процессе термообработки. Если этого не произошло, дальнейшая ручная правка позволит сделать пилу ровной и прокованной лишь на непродолжительное время. При эксплуатации некоторые дефекты постепенно появляются на диске вновь.

В настоящее время из российских пил, только пилы «PILOPRAV.RU» удовлетворяют требованиям к эксплуатации на станках класса Кара, Лаймет, Магистраль. Они получают необходимую проковку и плоскостность во время термообработки. Резка пил производится лазером. Затем они доводятся до стандарта пилопрами «Уральской школы пилоправов» им. Н.К.Якунина и затачиваются на немецких станках, т.е. поступают к заказчику полностью готовыми к работе. Пилы выпускаются с универсальной проковкой, подходящей для любого времени года. По желанию заказчика пилы могут быть изготовлены с летней проковкой 90-105%. Каждая пила поставляемая под брендом «PILOPRAV.RU» имеет паспорт со всеми параметрами конкретного пильного диска.

Все производители поставляют пилы с неразведенными зубьями, поэтому потребуется сделать развод. Летом - 0,7-0,8 мм, зимой - 0,5-0,7 мм. Более вязкие породы, такие как ель, береза и лиственница потребуют большего развода. Сосна, пихта и осина – меньшего из значений.

Параметры пил

Пильный диск

Пилы, работающие на станках Кара, Лаймет, Магистраль бывают разной толщины. Российские до 5 мм и более, чрезмерно толстые пилы. Причем, повышенная толщина почти не прибавляет пиле устойчивости и не спасает от прижогов и деформаций пильного диска. А вот скорость подачи замедляет существенно, ведь приходится выполнять на 15-20% больше работы резания. Соответственно, за счет увеличения ширины реза выпиливается больше опила и расходуется больше электроэнергии.

Пилы толщиной 4 мм являются стандартными для России. Они достаточно устойчивы. Имеют ширину реза около 5,6 мм. Легко обслуживаются начинающими пилоправами.

Пилы толщиной 3,6 мм очень широко применяется в Финляндии. Стране, родоначальнице циркулярной бревнопильной технологии высокой точности распиловки. Такие пилы легко обслуживаются только опытными пилоправами, которых в отличие от Финляндии в России не так много.

Чем меньше диаметр пилы, тем соответственно меньше должна быть и ее толщина. Например, пилы диаметром 900 мм могут иметь толщину 3,2 мм, а вот использовать пилы на 1100 мм этой толщины я вам не рекомендую, намучаетесь с обслуживанием.

Очень важно чтобы толщина пильного диска была одинаковой на всей его площади. Допускаемая разнотолщинность пилы этого класса должна быть в пределах 0,1 мм, в крайнем случае, 0,15 мм. Повышенная разнотолщинность является причиной появления на диске прижогов от трения о стенки пропила. Очень часто разнотолщинность воспринимается неопытными пилоправами как выпучина и приводит к неправильным действиям по правке пильного диска.

Зубья

Пилы с количеством зубьев 70-72 пилят быстрее всех, но имеют мелкие зубья. Их дольше точить на заточном приспособлении, которым оборудованы станки данного класса. И они быстрее истончаются, требуя формирования зубьев, которое досконально можно сделать только на полуавтоматическом станке.

Пилы, имеющие 64 зуба, пилят почти так же быстро, но при этом имеют более основательный зуб, требующий меньшего обслуживания во время эксплуатации. На взгляд автора они предпочтительнее остальных. К тому же их так приятно размечать пилоправу на 16 секторов при проковке сегментным способом.

60-ти зубовые пилы пилят заметно медленнее, при распиловке «басят». Пилят и 48 зубовыми пилами российского производства, их скорость распиловки еще ниже. Звук издают «фрустрирующий».

Соответственно, на пиле на 900 мм уместнее иметь 60 зубьев, а на пиле на 1100 мм – 64-70 зубьев.

Углы заточки.

Для стальных пил классические углы заточки следующие. Передний угол 35° , рабочий угол 45° , задний угол соответственно $90^\circ - (35^\circ + 45^\circ) = 10^\circ$. Такие углы обеспечивают легкое и продолжительное пиление. Для стальных пил около 4-х часов.

Угол «заваливания» вершины вправо и влево по соответственно разведенным зубьям. Так чтобы более острая часть зуба была всегда снаружи. Делается в пределах $7-15^\circ$. Я обычно делаю 10° . Учтите, что любое поднутрение зубьев облегчает распиловку, но приводит к ускоренному затуплению. Для станков Кара, Лаймет, Магистраль поднутрение вершин зубьев является жизненно необходимым. Оно ускоряет распиловку, снижая на 15-20% энергетику резания. Сокращается время нахождения пилы в резе и соответственно нагрев и выгибание пильного диска.

На станках данного класса применяются пилы с твердосплавными и стеллетированными наконечниками. На взгляд автора на бревнопильных станках первого ряда более оправдано применение стеллетированных пил. Наконечники таких пил обладают вчетверо большей стойкостью на отрыв, чем припаянные наконечники из металлокерамики. Т.е. твердого сплава спеченного.

Однако, если где-то рядом с вами есть ремонтная мастерская по восстановлению металлокерамических наконечников, работайте именно с ними. Ведь твердость металлокерамики составляет 90 единиц по шкале HRS, стеллита 60 единиц, а стали 45 единиц. Соответственно и стойкость от заточки до заточки у металлокерамики 24 -36 часов, у стеллита 12-20 часов, у стали 4-5 часов. Более твердый материал является и более хрупким. Исходя из этого, передний угол заточки стеллетированных пил делают, как правило, не более 30° , а металлокерамических пил не более 25° .

Учтите, что стальные пилы вообще не умеют пилить обледенелые грязные бревна, тупятся после нескольких резов и требуют заточки не только по передней, но и по верхней грани. Спасти ситуацию в

межсезонье могут только твердосплавные пилы. Но нет ничего универсальнее стальных пил. Они дешевле, у них «вырастают» сломанные зубья, их можно готовить к работе в глухой тайге, не обращаясь за помощью в специализированные мастерские. Выходит, что на лесопилке нужны разные пилы и стальные и твердосплавные.

Обслуживание пил.

Организуя производство, на базе бревнопильных станков Кара, Лаймет, Магистраль, спланируйте, где будут обслуживаться ваши круглые пилы. Хорошо если рядом есть Сервисный центр или опытный пилоправ. В противном случае, вам придется создавать собственный инструментальный участок по обслуживанию круглых пил. И так, что же потребуется для его качественной работы?

1. Пилоправный инструмент.

- Наковальня, молотки, линейки, разводка для стальных пил.

2. Мерительный инструмент.

- Измеритель радиального и аксиального биения круглых пил.
- Телескопическая трехточка со стуслом и пилощупом.
- Угломер УК.
- Разводомер.

3. Заточной станок.

Ну и конечно хорошо обученный пилоправ.

Заточные станки в основном используются российские и немецкие. Российские, «Кировского станкостроительного завода» модели ТчПА с 3-й по 12-ю. Больше всего ТчПА-7. И немецкие, фирмы «VOLLMER» моделей Спе и CANA-E. Немецкие станки, даже б/у, существенно превосходят российские по удобству работы и точности заточки. Все эти станки способны затачивать стальные и стеллетированные пилы.

Совместить заточку твердосплавных и стальных пил в одном станке пока не удастся. Это разные по классу станки. Далеко не все станки для заточки твердого сплава могут точить пилы большого диаметра. Из немецких доступных по цене это СНС-22Н фирмы «VOLLMER». Выпускает подходящий станок и латвийская фирма «PARITET» модель ZAP-03. Из российских, к сожалению, предложить нечего.

Недавно на станки «Слайдтек», близкий родственник «Лаймета», стали ставить заточные устройства, позволяющие затачивать по передней грани пилы с твердосплавными наконечниками. Учитывая то, что твердосплавные наконечники обладают повышенной хрупкостью и склонностью к растрескиванию от вибраций, возникающих при заточке. Рекомендую оборудовать подобные устройства стальным пальцем - упором, упирающимся в тело пилы рядом с затачиваемым зубом. Так же необходимо добиться минимальных торцевых биений алмазного заточного круга.

Обычно заточка стальных пил на заточном приспособлении станка выполняется 2-5 раз в смену в зависимости от загрязненности пиловочника. Громадное значение при этом имеет симметричность углов заточки зубьев относительно плоскости пилы. Если углы разные, то более острые углы уведут за собой весь пильный диск и неминуемо приведут к зарезаниям и искажению геометрии пиломатериала.

При работе в две смены целесообразно 1-2 раза в неделю снимать пилу со станка для формирования зубьев, выравнивания их высоты и балансировки пилы на автоматическом заточном станке.

Развод зубьев, если не было зажиманий пилы в бревне, выполняется один раз в начале рабочей смены с точностью не менее 0,03 мм.

Правка и проковка пил выполняются по необходимости. Как правило, после распиловки 150-250 кубометров обрезного пиломатериала. Не стоит гнаться за увеличением объема пиломатериала напильного от обслуживания до обслуживания. Лучше чаще снимать пилу и легко править намечающиеся дефекты, не допуская их развития и появления больших деформаций пильного диска. И тем более прижогов, которые создают зоны закаленного металла с повышенной хрупкостью. Это будущие трещины. К тому же прижоги интенсивно «съедают» проковку в близлежащих областях пилы.

При работе пильный диск постепенно теряет плоскостность и натяжение. Если вовремя не выправить и не проковать пильный диск, процесс его деформации развивается лавинообразно. Что приводит к перегреву и заклиниванию диска в бревне. Так можно потерять дорогостоящий

инструмент. Работать деформированным инструментом очень опасно. Бывали случаи, когда пила выбрасывала бревно за пределы станка!

Эксплуатация и ремонт пил.

Достижимая точность распиловки на станках Кара, Лаймет, Магистраль обычно составляет 2-3 мм по ширине и толщине пиломатериала. Если пристально следить за заточкой пилы и подготовкой пыльного диска, то можно вписаться в требования по точности импортеров 0+2 мм. Поэтому станками данного класса часто заменяют пилорамы Р-63 и им подобные, желая начать экспортировать пиломатериалы. Шероховатость поверхности пиломатериала маленькая, если пила хорошо выправлена и точно разведена.

При работе пилы иногда теряют зубья, распиливая гвозди, монтажки и щебень. Вещь конечно неприятная, но не смертельная для инструмента. Если вы используете стальные пилы, потеря 1-2-х зубьев позволяет работать пилой дальше, нужно лишь скорректировать развод зубьев, следующих за утерянным. Если крупный щебень прошелся по твердосплавной пиле, ей потребуется заводской ремонт по перепайке и заточке большинства зубьев.

Внимательно следите за формой заточного камня. Вовремяправляйте его алмазным карандашом или шарошкой. Или хотя бы куском такого же круга. Дно междузубной впадины на пиле всегда должно быть округлым. Любые выступы во впадине являются концентраторами напряжений и приводят к появлению трещин. Нужно уметь с ними бороться. Тщательно исследуйте трещину с помощью лупы под разными углами освещения. Отметьте ее края и просверлите в этих местах отверстия диаметром 3-4 мм. Таким образом, вы остановите дальнейшее распространение трещины.

Не покупайте стальные пилы, на которых линии вальцовки проходят ближе одной десятой диаметра пилы от междузубной впадины. Со временем диаметр пилы уменьшится и междузубная впадина дойдет до линии вальцовки, что вызовет появление и распространение трещин вдоль линии вальцовки.

В условиях крупной мастерской по обслуживанию круглых пил полезно иметь пилоштамп ПШ-6 для обрубки и перенасечки зубьев пилы. С его помощью можно перенасекать зубья пилы с одновременным уменьшением ее диаметра.

Недавно в уважаемом мной журнале «Дерево.гу» прочитал рекомендации одного кабинетного автора о том, что нельзя пользоваться для очистки диска пилы шлифовальной шкуркой. От этого, дескать, по пиле пойдут трещины. Пользуйтесь шкуркой на здоровье! Никаких новых трещин после такой очистки не появится. Кстати только шкуркой и можно удалить с диска ржавчину.

А вот смолу лучше удалять металлическим скребком, только твердость скребка желательно подобрать меньше твердости пыльного диска. При пилении на станках Кара, Лаймет, Магистраль пилы бывают покрыты смолой на 70-80%. Если пилы правильно подготовлены к работе, это практически не изменяет скорости и точности распиловки. И чистить их во время работы, если вы не стремитесь к высочайшей точности, нет смысла. А вот во время обслуживания пил, их поверхность обязательно приходится очищать до металла. Невозможно качественно выполнить правку и проковку загрязненного смолой и ржавчиной пыльного диска. Для окончательной очистки диска от смолы я обычно использую спирт.

Круглые пилы стареют в процессе эксплуатации, расходуя свои основные ресурсы. Так стальные пилы уменьшаются в диаметре. Если пила диаметром 1100 мм без особого труда позволяет распиливать бревна 46 см. в диаметре, то пила диаметром 900 мм справляется лишь с пиловочником диаметром 36 см. И по этой причине снимается с эксплуатации. Твердосплавные и стеллитированные пилы при работе теряют свои наконечники, сохраняя при этом свой исходный диаметр. И после соответствующего ремонта по замене зубьев могут полноценно продолжать свою работу. Мне встречались твердосплавные пилы, работающие около десятка лет. Несомненно, это была заслуга пилоправов, которые обслуживали тела этих пил.

Могу порекомендовать вам следующие способы продления жизни круглых пил на станках Кара, Лаймет, Магистраль.

1. Установка верхнего пыльного блока с пилой диаметром 710 мм. Практически все фирмы производители данных станков предлагают в комплектацию верхний пыльный блок. Он позволяет распиливать бревна диаметром до 80 см. И позволяет пользоваться основной нижней пилой, когда ее диаметр снижается до 800 мм и менее.

2. Хромирование пил способствует меньшему налипанию смолы на тело пилы, однако преимущества хромированных пил этим не исчерпываются. Покрытие твердого хрома позволяет существенно повысить стойкость режущих кромок зуба пилы к истиранию. И таким образом

увеличить время между заточками пильного диска. Соответственно продлить срок эксплуатации стальной пилы.

3. Применение стеллитированных и твердосплавных пил, при условии качественного обслуживания тела пилы и налаживания кругооборота пил по ремонту наконечников.

4. Своевременная заточка не только по передней, но и по верхней грани зуба значительно продлевает срок эксплуатации стальных пил.

Способы натяжения пильного диска

Физический смысл.

Есть два основных фактора, изменяющие внутреннее напряжение пильного диска в работе. Это центробежные силы и нагрев зубьев от трения при выполнении работы резания. Оба этих физических явления приводят к расширению подвенечной зоны пильного диска. Причем нагрев зубьев влияет на процесс расширения значительно сильнее.

Пильный диск выполнен из стали и является единой уравновешенной системой. Расширение одного из участков этой системы приводит к нарушению общего равновесия. Несмотря на то, что это расширение является симметричным относительно плоскости пильного диска, оно приводит к нарушению его общей симметрии и плоскостности. Внутренние напряжения, которые диск уже не способен впитать с помощью пластической деформации он выпускает в изменение своей формы.

Существует несколько способов противостоять этому явлению. Это охлаждение работающего диска водой или смесью воды, масла и сжатого воздуха. Оснащение подвенечной зоны и тела пилы разрезами - термокомпенсаторами. Тем не менее, основным способом борьбы с температурным расширением подвенечной зоны является предварительное натяжение, проковка центральной части пильного диска. Величина этого натяжения строго дозирована и позволяет диску сохранить свою плоскую форму. Затем при работе пилы подвенечная зона расширяется. Как образно говорит наш учитель - проф. Н.К.Якунин «Пила расправляет крылья». В итоге напряжение в диске выравнивается и пила принимает форму плоского упругого равновесия.

Однако если посмотреть на проблему шире, станет понятно, что мы стараемся бороться с явлением, возникающим в подвенечной зоне, воздействуя на центральную часть диска. А ведь логично было бы заставить предварительно сжаться саму подвенечную зону, расширяющуюся при работе. И такой способ существует. Это способ высокотемпературного воздействия на подвенечную зону. Проф. Ю.М.Стахий называл его термопластической обработкой. По имеющейся у автора информации некоторые зарубежные фирмы уже много лет именно так готовят свои пильные диски.

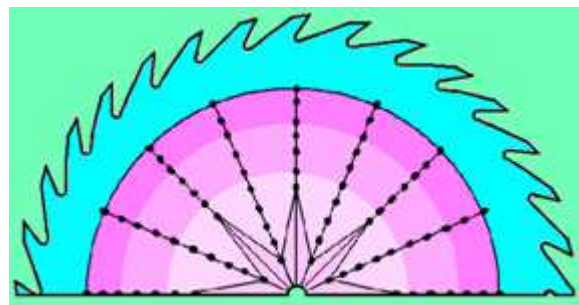
Для лучшего понимания физики проковки вообразите себе, что пильный диск сделан из двух стальных колец. Причем внешний диаметр центрального кольца немного больше внутреннего диаметра кольца внешнего. Того, что имеет зубья. Для того чтобы собрать пилу нагреем внешнее кольцо. Оно расширится и теперь свободно наденется на внутреннее кольцо. Когда же собранная воедино пила остынет, внешнее кольцо с силой сдавит кольцо центральное. В свою очередь центральная часть диска с такой же силой будет давить на периферию. В этом случае мы автоматически получим необходимое распределение внутренних напряжений пильного диска. А оно в таком диске не будет равномерным по радиусу. Напряжение будет расти от центра по мере приближения к зоне 0,8 радиуса. А потом изменит свой знак на противоположный. Градиент изменения внутреннего напряжения по радиусу будет выглядеть вот так.



Способы натяжения

Секторный проковкой

Проковка секторным способом подробно описана в книге «Подготовка к работе и эксплуатация круглых пил» проф. Н.К.Якунина. Натяжение выполняется пилоправым молотком под названием косяк. Удлинение бойка располагается по радиусу пильного диска. Удары наносятся по предварительно размеченным 16 или 32 секторам. С максимальной точностью, стремясь попасть в одни и те же точки с обеих сторон пильного диска. Удары, как правило, наносятся в полную силу.



Овальные удары пилоправного молотка формируют вдоль размеченных радиусов расширившиеся зоны пластической деформации металла. В итоге происходит натяжение пильного диска вследствие отталкивания секторов друг от друга.

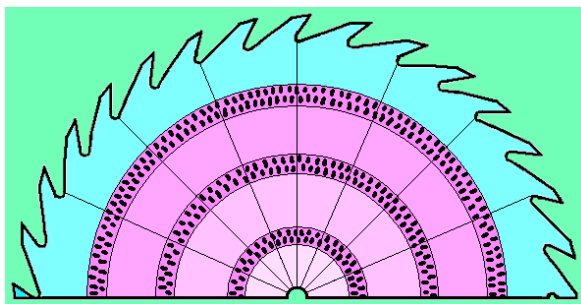
Неоспоримым достоинством данного способа является возможность натяжения пильного диска в условиях лесопилки, располагая лишь минимальным набором пилоправного инструмента. Секторный способ проковки хорошо зарекомендовал себя для начинающих пилоправов.

Однако, сильно проковывая пильный диск этим способом, мы рискуем получить большое количество выпучин и хребтов. Особенно, если он выполнен из российской малопластичной стали марки 9ХФ. Поэтому рекомендую выполнять натяжение пильного диска постепенно, ступенчато чередуя проковку с правкой.

Кольцевой проковкой

Данный способ пришел в Россию из Финляндии. Он отчасти имитирует натяжение пильного диска вальцеванием.

Натяжение пильного диска кольцевым способом так же выполняется косяком, располагая удлинение бойка вдоль радиуса пильного диска. Удары, как правило, наносятся по трем кольцам шириной в несколько сантиметров. В отличие от предыдущего способа, каждый из ударов не уравнивается ударом с обратной стороны. Симметрирование происходит суммированием воздействия от большого количества ударов распределенных в узкой полосе.



При данном способе зона пластической деформации металла формируется в прокованных кольцах. Увеличение проковки происходит за счет отталкивания концентрических колец друг от друга.

Во время натяжения ведется постоянный контроль над величиной проковки и плоскостностью пильного диска с помощью лекальной пилоправной линейки. Форма лекальной линейки индивидуальна для каждого диаметра и толщины круглой пилы.

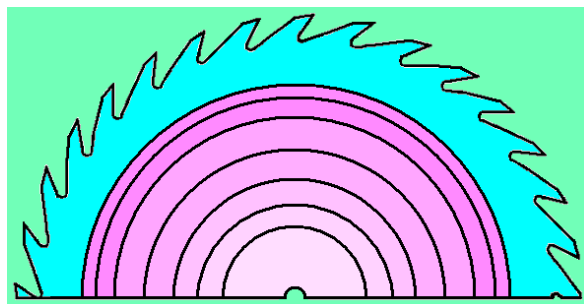
Постоянный контроль натяжения с помощью лекальной линейки позволяет точнее формировать радиусный градиент натяжения пильного диска. А так же получать более равномерную проковку в каждом секторе. В итоге, по сравнению с секторным способом, пилы подготовленные способом кольцевым лучше держат перегрев подвенечной зоны от работы резания. Позволяют пилить быстрее и дают лучшую геометрию распиловки.

Финские пилоправы настоятельно рекомендуют совмещать проковку кольцевым способом с правкой пильного диска. В противном случае, он так же как и предыдущий приводит к сильным деформациям пильного диска.

Однако способ труднее осваивается начинающими пилоправами. При бездумном применении, начинающие легко заковывают пилы на смерть.

Кольцевым вальцеванием.

Способ создания натяжения пильного диска вальцеванием в свое время широко пропагандировал проф. Ю.М.Стахийев. При данном способе натяжение пильного диска создается за счет прокатывания по концентрическим окружностям с помощью вальцовочных роликов. Усилие вальцевания достигает нескольких тонн. Выполняется на специальных станках. В России вальцовочные станки для пил диаметром более 800 мм не выпускаются. Приходится использовать швейцарские и итальянские в основном предназначенные для вальцевания камнерезных пил.



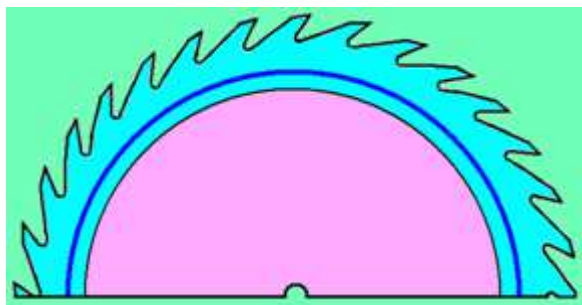
При вальцевании в узких концентрических окружностях вальцовочных линий создаются зоны пластической деформации металла. Как и в предыдущем способе, натяжение происходит за счет отталкивания нескольких концентрических колец друг от друга.

Способ характеризуется еще более высокой степенью осевой симметрии натяжения пильного диска. Лучше сохраняет плоскостность пилы после натяжения. С помощью частичного наложения окружностей или автоматическим регулированием давления роликов позволяет выравнять натяжение пильного диска по секторам. На сегодняшний день является лучшим способом натяжения круглых пил доступным в России.

Однако при вальцевании происходит сильная деформация металла, на вальцовочных линиях чаще возникают трещины. Стальная пила при работе постоянно осаживается в диаметре. При попадании линии вальцовки на основание зубьев пилы возрастает вероятность их обламывания. Поэтому я рекомендую не вальцевать пилы в подвенечной зоне для снятия излишней проковки. Лучше снять ее ударами молотка. В этом случае ваша пила прослужит дольше и распилит больше.

Термопластический кольцевой

Последние разработки в области создания натяжения в круглых пилах привели к появлению способа обработки пил в подвенечной зоне лазерным лучом. В этом случае мы боремся с рабочим температурным расширением подвенечной зоны именно в ней самой.



Физика процесса достаточно проста. При нагревании стали до температуры в несколько сотен градусов происходит ее линейное расширение. После охлаждения металл в этом месте сжимается и занимает меньший объем, чем до нагрева.

С помощью двустороннего лазерного луча пильный диск интенсивно прогревается в узкой полосе расположенной непосредственно под зубьями. После остывания пилы, происходит ее предварительное сжатие в подвенечной зоне. При данном способе мы не раздавливаем пильный диск изнутри, а сжимаем его в подвенечной зоне. Создавая эффект аналогичный проковке.

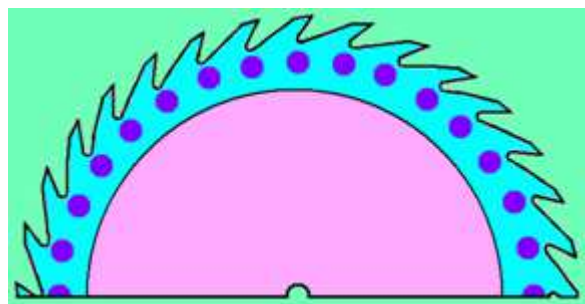
На взгляд автора данный способ более всего подходит для автоматического создания необходимого радиусного градиента натяжения пильного диска. Секторная равномерность у него так же должна быть чрезвычайно высокая. За счет незначительного воздействия на диск только в подвенечной зоне, плоскостность диска после натяжения должна быть чрезвычайно высокой.

Существенный недостаток, пожалуй, только один. Мы не располагаем оборудованием, способным выполнить натяжение пильного диска столь замечательным способом.

Термопластический точечный

По данным, которыми располагает автор, одна японская фирма использует для подготовки пил еще один способ термопластической обработки.

Натяжение создается с помощью точечных прижогов расположенных так же в подвенечной зоне пильного диска. Физика процесса такая же, как и в предыдущем способе. Подобные прижоги можно



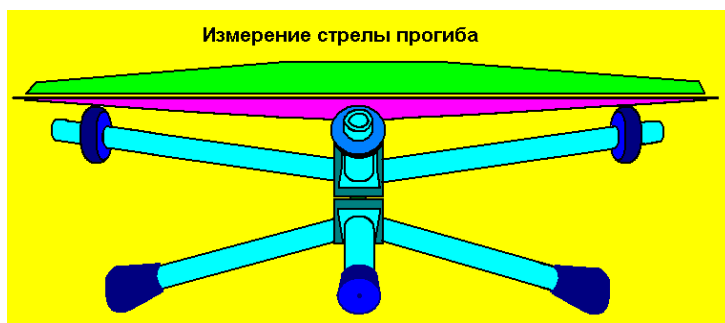
создать сильными токами, как при точечной сварке. Токами высокой частоты или с помощью инфракрасного излучения.

Данный способ видится как значительно более доступный, и мы ведем работы по его реализации. Конечно, по равномерности создания натяжения, он вряд ли сможет сравниться с термопластическим кольцевым, но и оборудование для его реализации может быть достаточно простым и дешевым.

Способы контроля натяжения (Проковки)

С помощью трехточки

Самым распространенным способом контроля натяжения пильного диска является определение стрелы прогиба на трехточке. При измерении пила укладывается на три кулачка расположенные под углом 120 градусов и находящиеся непосредственно под междузубными впадинами. Сверху прикладывается большая пилотправная линейка, проходящая через центр пилы.



Измерение стрелы прогиба производится с помощью пилотшупа напротив кулачков на расстоянии 50 мм от центра пилы. Из трех измерений вычисляется среднее. Затем аналогичная операция производится с обратной стороны пилы. Величина стрелы прогиба не должна существенно различаться с обеих сторон, что говорит о хорошей симметрии пильного диска. Круговую равномерность проковки легко проверить, вращая пилу и удерживая на месте линейку. Операция выполняется на телескопической трехточке. Она изображена на рисунке.

Однако следует учитывать, что стрела прогиба показывает сумму натяжения пильного диска. И не учитывает распределение величины натяжения вдоль радиуса. Иными словами, величина стрелы прогиба может быть рабочей, но пила нормально пилить не будет.

И еще, вольная пила с отрицательной проковкой так же имеет стрелу прогиба, причем очень похожую на положительно прокованную пилу.

С помощью лекальной линейки.

Следующим способом контроля натяжения пильного диска является определение правильности натяжения с помощью лекальной линейки. Рабочая сторона лекальной линейки выполнена слегка выпуклой. Эта выпуклость не равномерная и не симметричная. Она соответствует геометрии идеально прокованного пильного диска. Для проверки диск укладывается на столе и приподнимается рукой. Таким образом, он опирается на две точки. Более широкая часть линейки прикладывается к центру пильного диска и перпендикулярно линии между опорами.

Там где лекальная линейка касается поверхности, требуется дополнительное кольцевое натяжение пильного диска. Натяжение обязательно контролируется в разных секторах и с обеих сторон пилы.

Данный способ дает более четкую картину распределения натяжения по радиусу пильного диска. И позволяет полнее совмещать правку и проковку пилы. Однако требует постоянного контроля общей стрелы прогиба на трехточке. Иными словами, прилегание пилы к лекальной линейке может быть полное с обеих сторон пилы. Но пила хорошо пилить не будет из-за малой стрелы прогиба и соответственно недостаточной общей проковки. Способ требует дополнительного контроля проковки центра пилы с помощью прямой радиусной линейки. Линейка при этом прикладывается к приподнятой пиле по центру.



С помощью (ИТБ) Измерителя торцевого биения с пневмоцилиндром

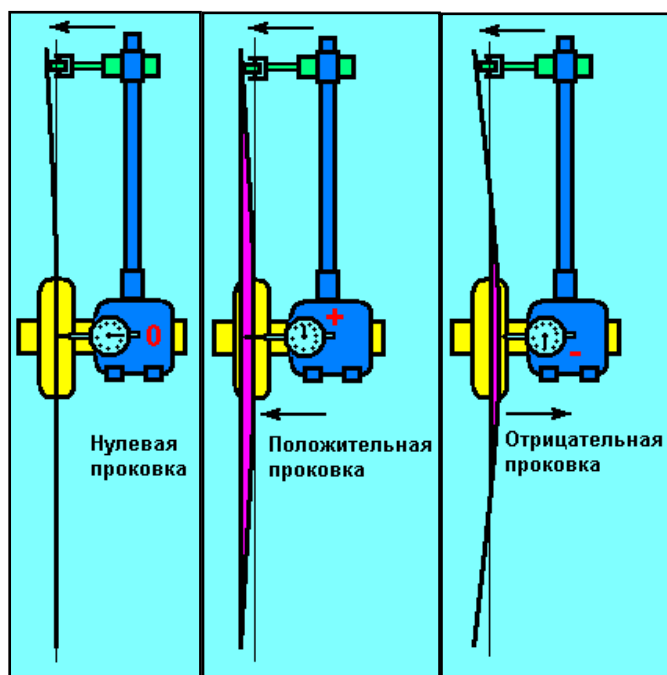
Величину и знак натяжения пильного диска с высокой точностью можно определить с помощью измерителя торцевого биения. К нам эта методика пришла из практики подготовки камнерезных дисков. Определение знака проковки является очень важным моментом для выработки стратегии подготовки пильного диска.

Измерение производится следующим образом. Пила устанавливается на измеритель торцевого биения. Который, оборудован пневмоцилиндром, расположенным под углом 90 градусов относительно индикатора отклонения, например, часового типа. Пневмоцилиндр давит на пилу в подвенечной зоне с усилием 20 кг. В зависимости от величины и знака проковки крыло пильного диска, находящееся напротив индикатора, ведет себя по-разному.

При нулевой проковке отклонения не наблюдается. При положительной проковке пильный диск становится чашеобразным, а показания индикатора соответственно положительными. Отрицательная проковка заставляет крыло, расположенное перед индикатором отклоняться в сторону обратную приложенному усилию. Что приводит к отрицательным показаниям индикатора.

Данный способ позволяет очень точно определить знак натяжения пильного диска вблизи нулевой зоны проковки. Позволяет измерять величину отклонения и составлять диаграммы напряженности пильного диска по окружности. Разница в величине проковки пильного диска измеренная по окружности не должна быть более 20%.

Величина стрелы прогиба, измеренная на трехточке, больше величины отклонения индикатора при давлении пневмопоршня с усилием 20 кг примерно в 1,5 раза.



Профессиональный пилоразный инструмент



Нельзя сказать, что наш профессиональный инструмент будет ковать пилы сам, но с его помощью готовить пилы намного быстрее и приятнее.

Почему мы выпускаем бинарные плосковыпуклые наковальни? Потому, что намного удобнее ковать пилы на плоской поверхности, но крупные формообразующие дефекты ей не подвластны. Вот тут то и выручает выпуклая поверхность! Но зачем заводить две наковальни, это дорого и места на рабочем столе занимает много. Просто меняйте диски на нашей бинарной наковальне!

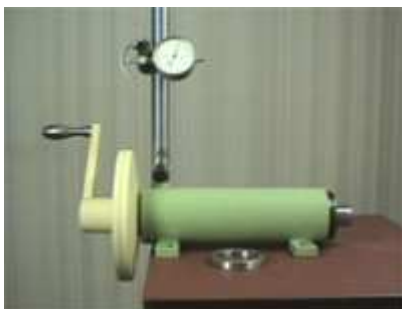
Основание наковальни изготовлено из мягкой стали, глубокая прорезь позволяет легко ухватиться за нее во время переноски, ведь весит она около 50 кг. В нижнюю часть основания вворачиваются четыре шпильки для фиксации в чураке - подставке. Два сменных блина, плоский и выпуклый, изготовлены из специально подобранной, закаленной стали и обработаны на токарном станке с ЧПУ с высокой степенью точности. Марка стали - наш профессиональный секрет. Весят блины 22 кг и прикручиваются к основанию с помощью мощного каленого воротка на резьбу М50. Время смены блинов менее минуты. Гарантированный срок службы наковальни 100 лет.

Молотки, как и положено трех видов: круглый, косяк и перекрестный. Они сделаны в соответствии с главным положением философии нашей школы "О щадящей подготовке круглых пил" и минимально травмируют тело пилы. Их бойки обрабатываются вручную и подбираются по форме и размерам отпечатка оставляемого молотком на пиле. Они прекрасно сбалансированы, удобно ложатся в руку и выверены по весу для разных типоразмеров пил. Их делает профессиональный пилоправ для пилоправов.

Казалось бы, ну какие секреты могут быть у линейек? Но они есть. Ниши линейки сделаны из каленой стали толщиной 2 мм независимо от длины. Они очень прочные и легкие, рука почти не устает их подолгу держать. Они выровнены по плоскости, а точность рабочей поверхности в несколько раз превосходит требуемую. Количество и длина линейек заранее согласуется с заказчиком под его индивидуальные потребности.

Представленные здесь пилоправный инструмент и мерительные приспособления позволяют производить высококачественную подготовку круглых пил. И, по сути, переводят работу пилопра из области искусства в область ремесла. А ремеслу, в отличие от высокого искусства, можно научить многих.

Измеритель аксиального и радиального биения круглых пил



Измеритель является высокоточным имитатором пильного вала станка и имеет торцевые биения фланца не более 10 микрон. Теперь пилоправу нет необходимости для проверки качества правки ставить массивную пилу на станок и наблюдать за ее работой. Отрывая тем самым бригаду от распиловки древесины. Проверку можно сделать на данном измерителе. Тем более, что за время подготовки пилы, ее много раз приходится ставить на измеритель для контроля качества правки.



С помощью измерителя можно диагностировать местонахождение формообразующих дефектов пильного диска и затем, не снимая с него найти их с помощью пилоправной линейки. Таким образом выполнить, ранее недоступную точную доводку пильного диска.

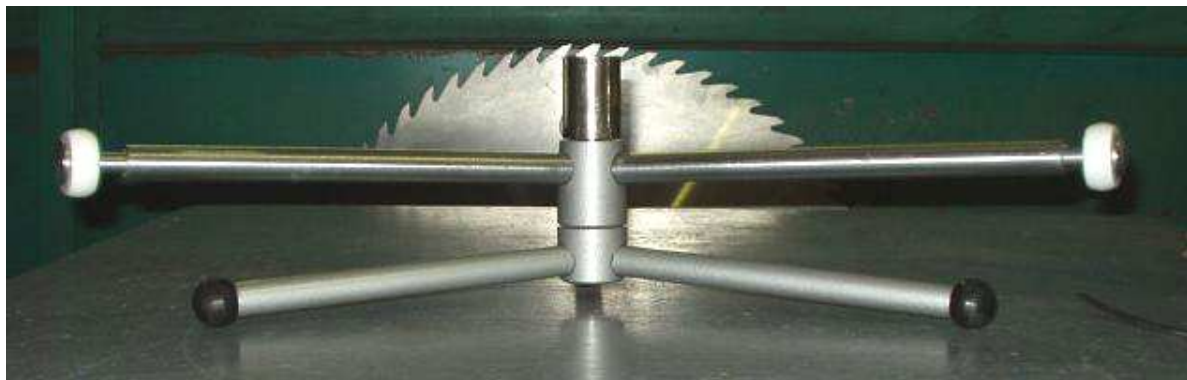
Развернув индикатор в вертикальное положение, можно контролировать высоту зубьев, параметр, имеющий решающее значение для нормальной работы круглой пилы.



И, наконец, данный измеритель незаменимый инструмент для контроля качества работы вашего пилопра, т.к. для каждого типоразмера круглых пил есть научно-обоснованное максимально допустимое аксиальное (торцевое) биение в подвенечной зоне.

Измеритель работает с пилами диаметром от 450 мм до 1500 мм.

Телескопическая трехточка



Важнейшим параметром пильного диска является его проковка. Только равномерно и правильно прокованный до необходимой величины пильный диск способен обеспечить прямолинейный рез древесины. И противостоять мощному растягивающему действию подвенечной зоны, нагревающейся от работы резания зубьев пилы.

Представленная здесь Телескопическая трехточка (ТТ) позволяет измерять не только проковку пильного диска, но и ее равномерность. Таким образом, пилоправ получает уникальную возможность диагностировать дефекты проковки пильного диска, такие как слабые и тугие места при горизонтальном вращении пильного диска. ТТ позволяет быстро выявить и общие дефекты правки пильного диска, такие как односторонняя и двухсторонняя крыловатость и многие другие.

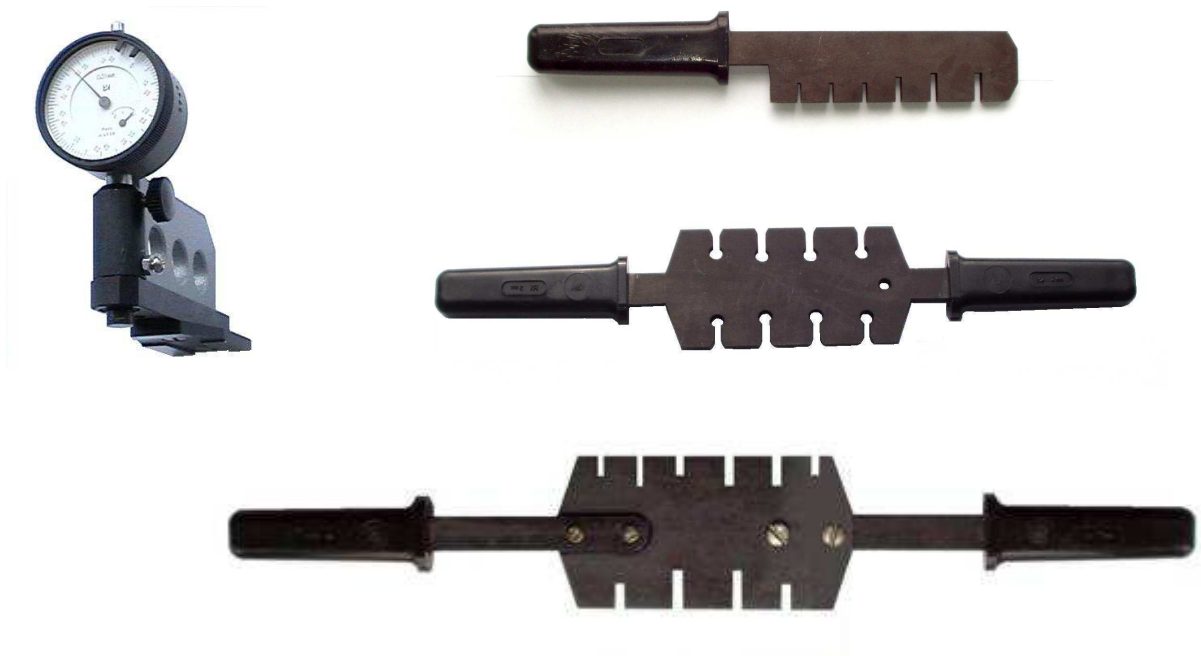
Измерение стрелы прогиба диска на ТТ производится с помощью пилотупа, что позволяет произвести измерение за несколько секунд. До сих пор это приходилось делать с помощью набора щупов, затрачивая много времени.

Большая пилоправная линейка при измерениях фиксируется в вертикальной плоскости с помощью пилостула. Линейка остается неподвижной при вращении пилы, что позволяет с большой точностью визуально диагностировать дефекты пильного диска.

ТТ позволяет измерять параметры пил диаметром от 300 до 1200 мм. По желанию заказчика пилостула могут иметь любой диаметр в соответствии с посадочными диаметрами ваших пил.

Несомненно, телескопическая трехточка является необходимым измерительным прибором для полноценного укомплектования рабочего места пилоправа.

Разводомер и разводки



Представленные здесь разводки и разводомер позволяют разводить зубья и измерять величину развода и уширения зубчатой кромки на круглых пилах диаметром 0,2-1,5 метра с точностью до 0,01 мм.

Угломер Кучерова



Угломер Кучерова (УК) для пил. Позволяет с высокой точностью измерять углы зубьев круглых, ленточных и рамных пил слепым способом. Только за счет прижатия пальцами измерительной планки к нужной стороне зуба. Соответственно, основание угломера при этом прикладывается к вершинам зубьев или плоскости пилы.

Позволяет измерить ранее недоступные измерению, но очень важные углы, такие как поднутрение передней плоскости зуба и рабочий угол зуба.

Угломер имеет шкалу коррекции переднего угла зубьев круглых пил в диапазоне от 16 до 70 зубьев.

УК устроен таким образом, что развод зубьев стальных пил и уширение зубьев твердосплавных

пил не влияют на точность измерения любых углов.

В настоящее время прибор выпускается в модификации для измерения углов пил с крупным зубом. В частности, он позволяет исследовать круглые пилы диаметром 0,45 - 1,5 м.

Угломер Кучерова является уникальным измерительным прибором, позволяющим измерять в полном объеме углы на выпускающихся промышленностью пилах.

Стратегия подготовки пильного диска

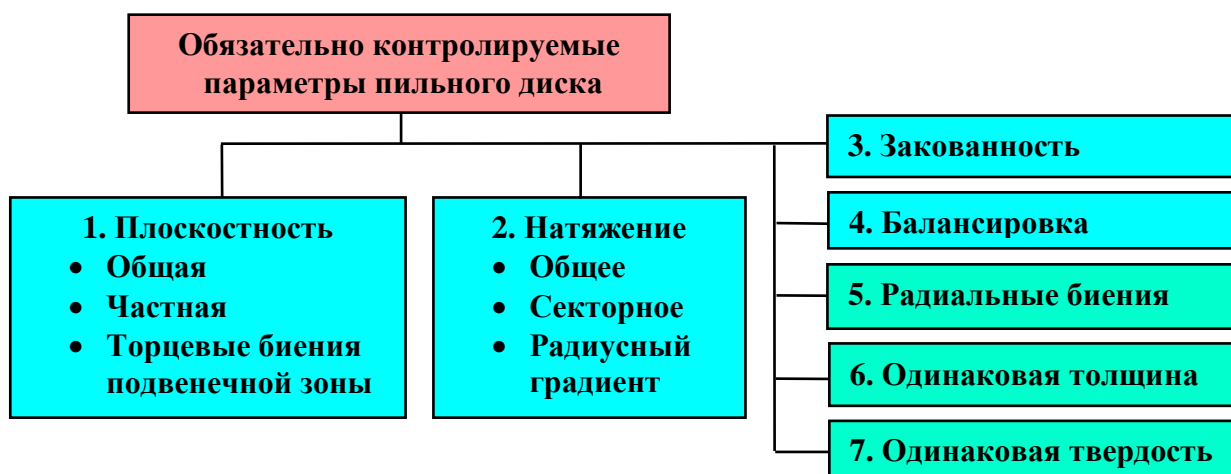
Будучи начинающим пилоправом, я долго выискивал на теле метровой пилы мельчайшие выпучины и правил их, совершенно не замечая таких общих дефектов формы как чашеобразность и крыловатость. Одна из особенностей профессии пилоправа заключается в том что, обращая пристальное внимание на важные частности, ни в коем случае нельзя упускать из вида главное целое.

Зачем вообще нужна стратегия подготовки пильного диска? Приступая к правке и проковке диска без четкой последовательности собственных действий, вы рискуете заковать пилу и получить кусок дорогостоящего металлолома. Работая с дефектами пильного диска, невозможно править его методом перебора. Многократно ошибаясь и исправляя свои ошибки. Очень скоро наступит момент, когда пильный диск перестанет впитывать в себя создаваемые вами пластические деформации и начнет выпускать их в изменение формы. Закованные места, появившиеся в результате правки и проковки, начнут проявляться как непредсказуемые выпучины. Помните что, увеличивая или уменьшая общую проковку пильного диска, вы всегда только увеличиваете локальную проковку в месте ударов выпуклого молотка. Закованный пильный диск, т.е. диск с мощными локальными перенапряжениями можно выправить только с помощью термообработки в заводских условиях, да и то не всегда.

Образно говоря, опытный пилоправ готовит круглую пилу к работе не молотком и вальцовочной машиной, а головой. Пилоправ это в первую очередь исследователь, а уже потом кузнец. Общий алгоритм работы пилоправа следующий. Сначала исследуется полное исходное состояние диска, затем определяется последовательность исправления дефектов. Исправляется первый дефект и исследуется полученный результат. Соответственно дефект может частично остаться, при недостаточном воздействии. Исчезнуть при достаточном. Уйти на другую сторону или поменять знак проковки в результате чрезмерного воздействия. В зависимости от результата корректируется сила воздействия на дефект. А случается и так, что методика исправления дефекта была выбрана неправильно или не были учтены сопутствующие факторы, например общая проковка. В этом случае нужно заново исследовать пильный диск и поменять методику исправления дефекта.

Постоянная обратная связь рук и головы пилоправа постепенно вырабатывает соответствие величины дефекта - методике и силе его исправления. Это и есть самообучение пилоправа. Профессиональное совершенствование им самого себя всю трудовую жизнь. Ведь каждый пилоправ делает себя сам. Учитель лишь задает направление движения, показывая основные методики и целостную систему их применения.

Среди параметров пильного диска, влияющих на его работоспособность, выделяются две группы параметров. Параметры, на которые оказывается воздействие при подготовке пильного диска – позиции 1,2,3,4. И те, которые, как правило, не изменяются при эксплуатации – позиции 5,6,7.



Мастерство производителей хороших круглых пил выражается в искусстве сведения всех параметров пильного диска в необходимо узкие диапазоны. Правильная термообработка заготовки и хорошее шлифование существенно упрощают окончательную подготовку пильного диска, но не

заменяют ее. И только искусство мастера позволяет свести воедино все параметры. Ведь тонкий стальной диск является полностью взаимосвязанной и взаимозависимой системой. Воздействие с целью улучшения на любой из его параметров, как правило, ухудшает все остальные.

Есть только один способ преодолеть данное противоречие. Это метод последовательного приближения. Необходимо двигаться в сторону улучшения совокупности параметров диска постепенно, шаг за шагом. Работая поочередно над улучшением каждого параметра в соответствии с выбранной стратегией подготовки диска. Опытный пилоправ действует в этой ситуации как хороший шахматист, продумывая последствия своих действий на 2-3 хода вперед. Сочетая, таким образом, исправление нескольких дефектов одновременно и нивелируя отрицательное воздействие от их исправления на плоскостность и натяжение пильного диска в целом.

Потребителя круглых пил интересует конечный результат, выражающийся в точности геометрии пиломатериала и плановой производительности оборудования. А в итоге - достижение высокой рентабельности предприятия. Без применения качественных круглых пил, этой цели не добиться. Вот почему так важно при производстве и эксплуатации круглых пил контролировать следующие параметры пильного диска:

1. Параметры плоскостности:

Общая плоскостность рассматривает пильный диск глобально и характеризует отсутствие таких дефектов как чашеобразность, крыловатость и S-образность. Обеспечивает работоспособность пильного диска без температурных деформаций от трения о стенки пропила.

Частная плоскостность определяет локальные дефекты пильного диска и характеризует отсутствие таких дефектов как отгиб зубчатой кромки, выпучины, складки, дефекты фланца. Так же позволяет пиле не тереться о стенки пропила.

Торцевые биения подвенечной зоны выделяются в отдельный параметр. Ведь пиление происходит непосредственно торцом пильного диска. А именно отклонения подвенечной зоны от плоскости в первую очередь определяют точность пропила.

2. Параметры натяжения:

Общее натяжение рассматривает усредненное натяжение пильного диска в целом. Для него не имеет значения на каком радиусе или секторе пильный диск получил сильное натяжение, а на каком слабое. Например, сильно раздавленный в центральной зоне пильный диск может иметь рабочую стрелу прогиба, но работать такой диск не будет вследствие неправильного радиусного градиента распределения напряжений. Определяет отсутствие таких дефектов как отрицательная проковка – вольность. Односторонняя проковка – чашеобразность. Перепроковка с переходом в чашеобразность и т.п.

Секторное натяжение характеризует распределение напряжений пильного диска в различных секторах и должно быть по возможности одинаковым для каждого из них. Оно определяет способность пильного диска одинаково по всей окружности сопротивляться физическим факторам, воздействующим на диск при пилении: центробежным силам, давлению распиливаемого материала и температурному расширению подвенечной зоны.

Радиусный градиент распределения напряжений служит для сохранения плоскостности пильного диска в процессе резания и спасает пилу от зарезания. Способствует длительному сохранению рабочей проковки. При этом натяжение плавно повышается по радиусу от фланцевой зоны к периферии пильного диска и имеет максимальное значение в районе 0,8 диаметра.

3. Закованность:

Работая с параметрами плоскостности и натяжения пильного диска, не следует упускать из вида такой важный параметр как закованность. Она характеризует способность пильного диска воспринимать дальнейшую правку в виде пластической деформации без выпуска локальных перенапряжений в дефекты формы.

4. Балансировка пилы снижает вибрации станка и позволяет сохранить работоспособность подшипников пильного вала. Влияет на геометрию и чистоту пропила.

5. Радиальные биения должны быть предельно маленькими для обеспечения одинаковых условий работы всех зубьев пилы. Низкие радиальные биения обеспечивают одинаковое затупление и нагрев зубьев.

6. Одинаковая толщина позволяет диску не тереться утолщениями о стенки пропила. Сильно влияет на балансировку пилы. Править пильный диск с большой разницей по толщине - сущее мучение для пилоправа, оно скрывает большинство дефектов.

7. Одинаковая твердость определяет способность диска одинаково реагировать на рабочие воздействия по всей его поверхности. Это сопротивление физическим факторам, воздействующим на диск при пилении. Способность к разводу зубьев. Перекаленные зубья выламываются при разводе, незакаленные не держат развод. Разные по твердости зубья имеют различную стойкость к истиранию и соответственно степень затупления при работе. Одинаковая твердость позволяет диску одинаково реагировать по всей поверхности на пластическую деформацию при правке и проковке.

Несколько общих советов по подготовке пильного диска:

Исследование пилы в вертикальном положении всегда начинают с помощью большой диаметровой линейки для определения плоскости симметрии пильного диска.

С помощью наклона пилы создают устойчивую световую щель между пилой и линейкой. Величина этой щели должна соответствовать толщине искомых выпучин. При грубой правке щель должна быть значительной, а при более тонкой - едва заметной.

Крупные дефекты видны даже при значительных наклонах диска. Мелкие дефекты заметны только на симметричном диске в положении пилы близком к вертикальному. Дело в том, что при больших наклонах диск проваливается не только серединой, но и краями, изменяя, таким образом, картину восприятия дефектов.

Первоначальный поиск крупных формообразующих дефектов осуществляем радиусной линейкой (или 2/3 диаметра), проводя по пиле широкими взмахами.

После каждой правки выпучин, меловая разметка стирается и наносится вновь на оставшиеся дефекты. При этом выпучины могут исчезать, расширяться, перемещаться в сторону или переходить на другую сторону.

Правку выпучин на каждом этапе лучше делать дважды, чередуя стороны пилы. При этом правим выпучины не более чем на 30-40% их глубины за один проход на каждой стороне диска.

Любое симметрирование пильного диска приводит к увеличению его натяжения, что не всегда бывает полезно. Для исключения лишнего симметрирования правим выпучины понемногу с обеих сторон диска, таким образом, симметрируя его в процессе правки.

Правка выпучин в средней части пилы приводит к увеличению проковки, а в подвенечной зоне к ее снятию.

Сначала правим крупные формообразующие дефекты формы, а затем мелкие.

Правку можно выполнять как молотком с овальным бойком, так и молотком с круглым бойком с большим радиусом закругления бойка. Правим, как правило, на голой наковальне.

Симметрирование непрокованного диска требует значительных усилий. Напротив, симметрирование сильно прокованного пильного диска выполняется небольшим количеством легких ударов.

Иногда полезно совмещать симметрирование с увеличением или снятием проковки.

Проковку молотком добавляем не более чем по 30-40% за один проход, сначала на одной стороне диска затем на другой. Вальцевание натягивает диск с обеих сторон одновременно, однако зачастую изламывает диск по линии вальцевания.

Небольшие складки в подвенечной зоне исправляем на последних стадиях подготовки.

После каждого этапа увеличения проковки и правки полезно оценить торцевые биения диска на Измерителе торцевого биения. А также общую величину проковки на Телескопической трехточке.

Крыловатость на финишных стадиях подготовки легче контролировать на Измерителе торцевого биения, чем вертикально на столе.

Секторное и градиентное радиусное натяжение в условиях лесопилки определяют с помощью финской лекальной линейки для данного диаметра пилы. Исследование натяжения делают с двух сторон выправленного диска, а затем допроковывают тугие места. И повторяют правку.

На круглых пилах часто встречаются прижоги, образовавшиеся от интенсивного трения пилы о стенки пропила или направляющие. Прижоги наносят пиле комплексные повреждения. Во-первых, это мощная, как правило, двусторонняя S-образная выпучина, требующая обязательной правки с обеих сторон пильного диска. Во-вторых, в зависимости от места нахождения прижога это сильное изменение натяжения. Как общего, так и секторного с радиусным. Причем, если прижог находится в средней части пильного диска - он уменьшает проковку, а если в подвенечной зоне - добавляет. Например, группа прижогов в центре пилы способна перевести диск в вольное состояние. А круговой

прижог в подвенечной зоне, образовавшийся от трения передних направляющих, переводит пилу в перепрокованное, триггерное состояние.

По состоянию готовности к работе новые пильные диски можно условно разделить на три основные группы:

- Готовые к работе.
- Частично готовые к работе.
- Не готовые к работе.
-

По состоянию поверхности и натяжения ремонтные пильные диски можно так же условно разделить на три основные группы:

- С малыми деформациями и дефектами натяжения.
- С большими деформациями и дефектами натяжения (заломы и прижогами).
- Не поддающиеся восстановлению, как правило, закованные пилоправами.

Все пилы разные. В зависимости от состояния пильного диска стратегия его подготовки всегда индивидуальна и применима только к конкретной пиле. Однако есть и общие закономерности.

Пример 1.

Стратегия подготовки к работе новых пильных дисков производства «ГМЗ», «Инструмент», диаметром 800-1100 мм относящихся к самой сложной категории «Не готовые к работе».

1. Контролируем разнотолщинность, твердость, балансировку пильного диска.
2. Определяем состояние и значение проковки. Положительная, отрицательная, нулевая. Определяем главные формообразующие дефекты.
3. Выполняем грубую предварительную правку крупных дефектов формы.
4. Исправляем выпучины от молотка заводского пилопра.
5. Добавляем 30-40% проковки. Если исходная проковка недостаточна.
6. Выполняем средней точности правку.
7. Выравниваем проковку в секторах.
8. Оцениваем величину проковки.
9. Добавляем 20-30% проковки при необходимости.
10. Выполняем точную правку, включая фланцевую и подвенечную зону.
11. Создаем точную радиусную градиентную проковку.
12. Создаем точную секторную проковку, исправляя слабые и тугие места.
13. Выполняем точную правку, включая фланцевую и подвенечную зону.
14. Контролируем общую и частную плоскостность и торцевое биение.
15. Контролируем общее, секторное и градиентное радиусное натяжение.

Общие трудозатраты в зависимости от состояния диска и квалификации пилопера составляют от 4 до 16 часов. Ресурс распиловки 100-150 кубометров обрезного пиломатериала до следующей пилоправной подготовки.

Пример 2.

Стратегия подготовки к работе новых пильных дисков производства «ТТТ», «PILOPRAV.RU», диаметром 800-1100 мм относящихся к категории «Готовые к работе».

1. Контролируем общую и частную плоскостность пильного диска и торцевые биения.
2. В случае необходимости выполняем точную локальную и общую правку.
3. Контролируем общую, секторную и градиентную радиусную проковку.
4. При необходимости, в зависимости от времени года (зима-лето) увеличиваем или уменьшаем общую проковку
5. Контролируем общую и частную плоскостность и торцевое биение.
6. Контролируем общее, секторное и градиентное радиусное натяжение.

Общие трудозатраты в зависимости от состояния диска и квалификации пилопера составляют от 0,5 до 2 часов. Ресурс распиловки 300-800 кубометров обрезного пиломатериала до следующей пилоправной подготовки.

Надеюсь что, прочитав эту статью, вы ощутили разницу в подготовке и ресурсе работоспособности между хорошей и плохой круглой пилой.

Говоря образно, не бывает круглых пил готовых и не готовых к работе. Бывают пилы и ни на что не годный металллом. Изготовить хорошую пилу непросто. Для этого нужна особая технология

термообработки и 100%-й багаж знаний и навыков по подготовке пильного диска к работе. Зато для эксплуатации пилы, сделанной мастером, потребуется всего 5-10% от его мастерства. Именно это позволяет начинающим пилоправам грамотно эксплуатировать круглые пилы с помощью достаточно простых методик, дающихся в нашей школе пилоправов.

Если же пила была произведена некачественной, ввести ее в эксплуатацию бывает очень трудно. Нужны обширные знания и многолетняя практика. Но даже это не позволяет подготовить диск с максимальным ресурсом работоспособности. Для качественной подготовки пильного диска требуется оборудование для промышленной рихтовки, кардинально отличающееся от пилоправного оборудования применяемого на лесопилках. А так же компьютеризированная вальцовочная машина стоимостью несколько миллионов рублей.

Могу дать простой совет. Хватит брать пилы, которые навязывает вам реклама или досужий региональный дилер. Отдайте силы и время вашему делу, а не исправлению чужого брака. Покупайте необходимые вам - хорошие пилы.