

# Меры безопасности при работе с ленточнопильными полотнами



**Для вашей безопасности, при работе с ленточнопильными полотнами, пожалуйста, придерживайтесь следующих инструкций:**

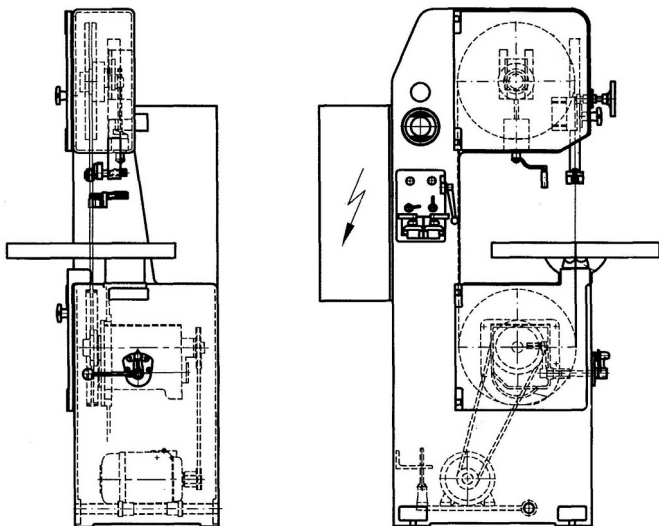
- Будьте осторожны при распаковке сваренных в кольцо полотен, так как свернутое полотно представляет собой сжатую пружину;
- При распаковке и установке пильного полотна всегда одевайте защитные перчатки и очки;
- Снимайте с полотна защищающую режущую кромку ленту только после его установки на станок;
- Всегда работайте на ленточнопильном станке с закрытыми защитными крышками;
- По возможности, обесточивайте ленточнопильный станок на время замены полотна;
- Дополнительные инструкции по безопасной эксплуатации пильного полотна и станка вы сможете найти в «Руководстве» по эксплуатации станка его производителя.

# ЛЕНТОЧНО-ОТРЕЗНЫЕ СТАНКИ

Типы ленточно-отрезных станков:

Станки вертикальной компоновки

---



Вертикальные ленточнопильные станки, в большинстве случаев применяют, когда необходимы высокие скорости пиления – 1000-3000 м/мин, например, для пиления алюминия, кристаллического кремния, стекла, в деревообработке. Вертикальные станки могут выполнять и стандартные процедуры резания материалов, но требуют дополнительных устройств, организующих процесс подачи заготовки.

## Горизонтальные ленточно-отрезные станки

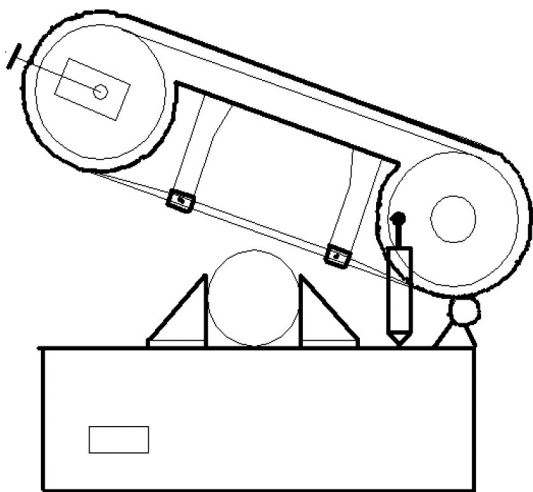
---

Самая распространенная группа ленточно-отрезных станков для заготовительных производств. Сочетают в себе простые и технологичные решения, позволяющие разрезать материалы с минимальными затратами и высокой эффективностью.

### Станки консольного типа

---

Принцип работы – ленточное полотно вращается на двух шкивах пильной рамы. Пильная рама одним концом закреплена на станине, образуя консольную конструкцию. Пильная рама опускается, создавая рабочую подачу. Плавность и регулировка усилия подачи обеспечиваются гидравлическим цилиндром, из которого под действием веса рамы вытекает масло. Скорость вытекания масла (скорость рабочей подачи) – регулируется дросселем.

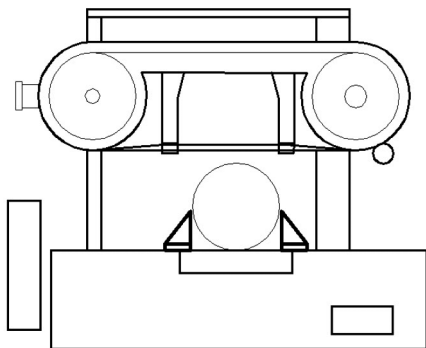


## Двухколонные станки

---

Обладают повышенной жесткостью конструкции по сравнению с консольными станками, как следствие, улучшенными условиями для стружкообразования и плавностью подачи, увеличивающими производительность и стойкость инструмента. Колонны могут быть цилиндрическими, профильными, комбинированными одной цилиндрической и одной профильной.

Принцип действия – ленточное полотно вращается на шкивах пильной рамы, пильная рама равномерно опускается по двум колоннам. В качестве узла подачи могут выступать гидроцилиндры, подпирющие пильную раму, механизм винтовой подачи. Регулирование скорости опускания осуществляется дросселями для гидроцилиндров и частотными преобразователями для винтовой подачи.



Портальные станки – модификация двухколонных станков, с поворотной пильной рамой, для резания заготовок под углами, обладают меньшей жесткостью и используются для резки тяжелых строительных балок, стальных профилей, труб.

# СКОРОСТЬ ПИЛЕНИЯ

Скорость пиления (скорость привода главного движения) – скорость движения пильного полотна. Измеряется в метрах в минуту (м/мин). Диапазон скоростей для пиления сортового проката из большинства металлов и сплавов находится в пределах 10 - 150 м/мин. Алюминий разрезают на скоростях от 150 - 300 до 1800 м/мин.

**Чем меньше способность материала к обрабатываемости, тем ниже должна быть скорость пиления.**



Возможность станка плавно регулировать скорость пиления уменьшает количество возможных проблем при эксплуатации ленточных пил, увеличивает их ресурс.

**Соблюдайте оптимальную рекомендованную величину скорости пиления, для предотвращения поломки зубьев или преждевременного износа режущей кромки зубьев.**

Ремни привода никогда не должны проскальзывать даже при работе с большой нагрузкой.

Скорость пиления на простых моделях станков не всегда отображается с необходимой точностью и должна контролироваться тахометром.

## **Визуальный способ контроля скорости пиления:**

Необходимо пометить полотно (в качестве метки можно использовать сварной шов).

Далее считается частота вращения полотна и проводятся необходимые вычисления.

*Пример: Длина полотна пилы – 3660 мм, 10 оборотов метки произошли за 32 секунды, скорость пиления составит:*

*(3,66 метров x 10 оборотов) × 60 сек/32 сек = 68 м/мин*

# СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ПОЛОТНА НА ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫХ СТАНКАХ

1. Постоянная скорость полотна. Применяют в самых простых станках. Обычно это две скорости 28/56 или 30/60, получаемых переключением обмотки электродвигателя.
2. Скорость, регулируемая посредством ступенчатых шкивов. Расширенная версия регулировки постоянной скорости. Обычно имеется от 4 до 6 скоростей, например, 22/33/45/65 м/мин или 28/40/56/78 м/мин. Изменение скорости движения пилы производится перестановкой клинового ремня на другой ручей.
3. Скорость, регулируемая механическими вариаторами. Применяют механические вариаторы двух типов – ременные и фрикционно-дисковые. Скорость обычно регулируется в диапазоне 15-90 м/мин.
4. Скорость, регулируемая частотными преобразователями. Современные частотные преобразователи позволяют производить регулировку скорости в диапазоне 15-150 м/мин, сохраняя высокий крутящий момент на низких скоростях.



**В станках со ступенчатым регулированием скорости или с ременным вариатором важно следить за состоянием ремней.**

# ПОДАЧА



В ленточном пилении понятие подачи связано с производительностью – количество материала, разрезанного пилой за одну минуту. Производительность определяется исходя из обрабатываемости материала заготовки, согласно рекомендациям производителей оборудования и инструмента (ленточного полотна). Производительность задается в  $\text{см}^2/\text{мин}$ .

Для определения требуемой подачи ( $\text{мм}/\text{мин}$ ), необходимо определить площадь сечения заготовки ( $\text{см}^2$ ) и рассчитать требуемое время реза ( $\text{мин}$ ).

Величина подачи ( $\text{мм}/\text{мин}$ ) определяется как отношение высоты заготовки ( $\text{мм}$ ), к времени реза ( $\text{мин}$ ).

*Пример: Заготовка сталь 45,  $\varnothing$  100мм – площадь поперечного сечения = 78,50  $\text{см}^2$ .*

*По формуле:  $\pi \times D^2/4 = 3,14 \times 10\text{см} \times 10\text{см}/4 = 78,50 \text{ см}^2$   
согласно рекомендациям производителя инструмента, принимаем для стали 45 производительность 40  $\text{см}^2/\text{мин}$ , таким образом время реза должно составить*

*78,50  $\text{см}^2/40\text{см}^2/\text{мин} \sim 2 \text{ мин}$*

*требуемая величина подачи 100мм/2 мин = 50 мм/мин*

*о правильности выбранной подачи можно судить по времени врезки полотна в заготовку на собственную ширину (27, 34, 41, 54, 67 или 80 мм)*

**Внимание!** Следует помнить, что новое полотно установленное на станок требует «обкатки» - прирабатывания на сниженных режимах (70 % рекомендованной скорости и 50% рекомендованной подачи).

## Системы подачи, применяемые в ленточном пилении

1. Ручная подача – самый простой способ подачи, когда нагрузка пиления определяется непосредственно оператором на станке.
2. Одна из разновидностей ручной подачи – пневматическая подача. Применяется редко из-за недостаточной возможности плавной регулировки.
3. Гидравлическая подача – в настоящее время, самый распространенный вид подачи. Из гидроцилиндров выдавливается масло, под действием веса пильной рамы (либо принудительно), для регулирования вытекания потока масла устанавливают дроссель. Для обеспечения более благоприятных усилий резания, в гидравлических системах подачи предусматривают устройство контроля нагрузки на зубья.
4. Винтовая подача – применяется в станках вертикальной компоновки и, в последнее время, все чаще используется в горизонтальных станках.



Одной из основных составляющих стойкости инструмента является показатель плавности подачи и сохранения постоянства нагрузки на зубья ленточной пилы. Для обеспечения этих показателей в промышленных станках должны устанавливаться системы обратной связи, изменяющие подачу, в зависимости от условий резания.



# ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ И МЕХАНИЗМЫ ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ

Несмотря на то, что конструкция ленточно-отрезных станков достаточно проста, каждый из узлов и механизмов должен быть тщательно отрегулирован и настроен.

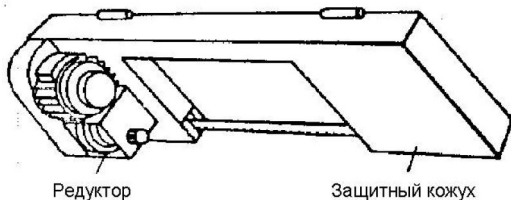
Большинство необходимых регулировок производится на заводе-изготовителе при использовании специальных приспособлений, поэтому важно соблюдать все требования инструкций по эксплуатации оборудования для его надежной и продолжительной работы.

Рассмотрим основные узлы ленточнопильного станка горизонтальной компоновки - наиболее распространенного типа ленточнопильных станков:

- шкивы ленточнопильного станка
- узел натяжения ленты
- узел подачи резания
- направляющие ленточного полотна
- система очистки ленты и станка от стружки
- система охлаждения
- узел тисков зажима заготовки

## Шкивы ленточнопильного станка

В большинстве ленточнопильных станков, полотно вращается на двух шкивах одинакового размера, один из которых соединен с электродвигателем через редуктор.



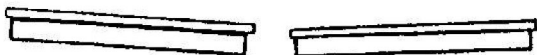
Привод должен обеспечивать плавное, без рывков вращение шкивов.

Выбор правильной скорости полотна – основная составляющая корректной эксплуатации, обеспечивающая достижение максимального ресурса инструмента.

Исключительно важно, чтобы шкивы были ориентированы во фронтальной плоскости параллельно, чтобы полотно не соскальзывало с них и не притиралось к фланцу.



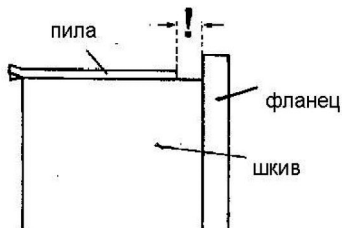
Пила соскальзывает со шкивов



Пила притирается к фланцу.

Возможно растрескивание полотна по спинке и преждевременный разрыв.

Нельзя допускать набегания ленты на фланец - это приводит к быстрому износу и обрыву ленты. Необходимо обеспечить зазор 0,5-1,5 мм между задней спинкой ленты и фланцем шкива.



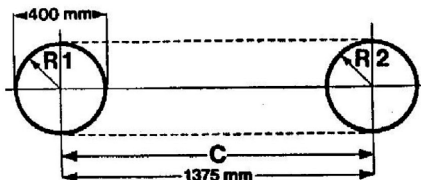
Во время резания пила подвергается различным напряжениям, которые могут вызывать усталостные трещины в материале полотна. Это происходит в моменты, когда полотно изгибается на шкивах и перекручивается между шкивом и губками направляющих.

Для минимизации влияния этого отрицательного фактора пильная рама должна быть наклонена относительно рабочего стола, а диаметр шкивов соотноситься с длиной полотна и размером разрезаемых заготовок.

Диаметр шкива должен составлять, по крайней мере, одну десятую часть длины ленты, чтобы избежать вероятности возникновения усталостных напряжений. Чем меньше диаметр шкивов, тем эта вероятность выше.

Например, если диаметр шкива равен 400 мм, расстояние между центрами шкивов должно составлять приблизительно 1375 мм. В этом случае, длина пилы будет равна 4006 мм.

По формуле:  $\pi \times (R1+R2) + 2 \times C$  или  $3,14 \times (200+200) + 2 \times 1375 = 4006$



## Узел натяжения ленты

Один из шкивов ленточнопильного станка устроен подвижным, что даёт возможность осуществить натяжение полотна. Величина его перемещения определяет допустимое отклонение размеров длины ленты:

Перемещение шкива на 10 мм вызывает изменение длины пилы на 20 мм.

Существуют несколько конструкций узлов натяжения ленточной пилы:

- натяжение ленточной пилы осуществляется вручную;
- первоначальное натяжение осуществляется вручную, а затем, гидравлическая система обеспечивает рабочее натяжение;
- гидравлическая система обеспечивает рабочее натяжение.

Установка правильного натяжения полотна значительно влияет на его ресурс и качество реза.



При чрезмерном натяжении – полотно быстро растрескивается и разрывается, а при недостаточном натяжении – пила осуществляет непрямолинейное резание, и может происходить выкрашивание зубьев. Рекомендуемое натяжение полотна ленточной пилы по металлу составляет 250-280 Н/мм<sup>2</sup>.

Для определения правильного натяжения ленточной пилы, могут использоваться специальные приборы – тензометры. Принцип действия тензометра основан на возможности измерения пластического удлинения полотна ленточной пилы.

Направление движения ленточной пилы должно осуществляться в сторону неподвижной губки тисков и приводного шкива для уменьшения вибраций.

Ведущие производители станков всегда применяют этот принцип при конструировании оборудования.



## Узел подачи резания

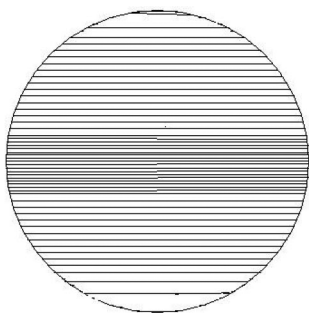
---

Ленточно-отрезные станки можно разделить на два типа по принципу подачи:

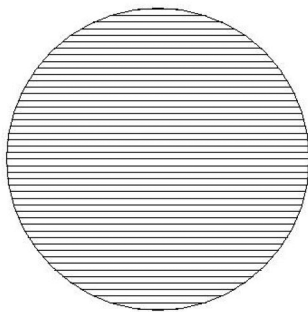
- постоянное усилие подачи
- постоянная скорость подачи

Постоянное усилие подачи приводит к изменению скорости резания, так как площадь контакта зубьев пилы с обрабатываемой заготовкой изменяется в процессе пиления.

Особенно это заметно при разрезании труднообрабатываемых сталей, когда, при врезании в заготовку ленточная пила режет с одной скоростью, а затем резание замедляется и разрезаемая заготовка имеет вид, как показано на рисунке:



**Постоянное усилие подачи**



**Постоянная скорость подачи**

Станки с постоянной скоростью подачи более предпочтительны. В таких станках каждый зуб всегда режет на одинаковую глубину и поэтому ожидается более длительный срок службы полотна. Сила давления на спинку ленточной пилы преобразуется при помощи гидравлического устройства, которое управляет скоростью подачи для создания постоянной нагрузки на ленточную пилу.

## Направляющие ленточного полотна

---

Направляющие губки - один из важнейших узлов ленточно-отрезного станка. Они поддерживают и направляют ленточную пилу, обеспечивают прямолинейность резания и разворот пильного полотна в нужном направлении. При износе, неправильной установке или регулировке узлов направляющих, могут возникать следующие проблемы:

- поломка (разрыв) ленточного полотна;
- образование трещин на ленточной пиле;
- поломка зубьев;
- непрямолинейное резание.

Направляющие губки должны располагаться, по возможности, ближе к обрабатываемой заготовке, чтобы обеспечить максимальную жесткость пильного полотна в зоне резания.

Если лента перекручивается между шкивом и направляющей губкой на небольшом расстоянии, возникает опасность появления усталостных трещин.

Учитывая роль направляющих как для перекручивания, так и для придания направления полотну, данный узел содержит комбинацию роликов и пластин из твердого сплава.

Ролики, которые располагаются ближе к шкивам ленты, уменьшают вибрацию и предварительно перекручивают полотно на нужный угол. Пластины из твердого сплава обеспечивают точное положение ленточной пилы.

**Правильное обслуживание и монтаж направляющих пластин имеет большое значение.**

Зазор между направляющими пластинами и полотном должен отсутствовать, но одновременно, полотно не должно защемляться.

Для регулировки направляющих пластин, в зависимости от их конструкции, предусмотрены специальные винты. Первоначально, направляющие пластины устанавливаются и регулируются на заводе-изготовителе. По мере работы станка пластины изнашиваются, поэтому их шлифуют, производят замену подшипников в роликах, и затем, снова производят тщательную регулировку.

**Операцию регулирования направляющих должен производить подготовленный персонал, прошедший специальное обучение у представителя завода-изготовителя.**

Многие машины имеют систему быстрого расцепления для направляющих пластин, чтобы упростить замену полотен, однако такие решения увеличивают опасность того, что направляющие не будут повторно правильно устанавливаться.

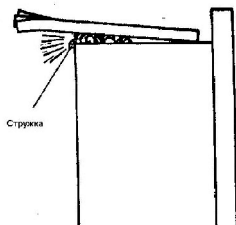
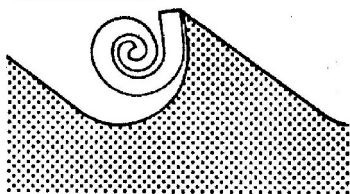
Эту проблему решает применение гидравлически регулируемых направляющих.

Направляющие – это изнашиваемая деталь, их необходимо регулярно проверять, и, когда они изношены, их следует заменить. Износ направляющих в большой степени вызывается стружкой, которая затягивается с лентой, поэтому содержание оборудования в чистоте – залог долгой и надежной работы.

## Система очистки ленты и станка от стружки

Стружка, образуемая в процессе пиления, может оставаться во впадинах между зубьями, и препятствовать нормальному резанию, поэтому удаление стружки – важный момент. В некоторых случаях стружка прилипает к зубьям, уменьшая тем самым их режущую способность и вызывая разрушение.

Стружка, прилипшая к зубу.



Для удаления стружки применяют щетки. В современных станках это может быть комбинация из неподвижной щетки, расположенной сразу же после выхода пильного полотна из направляющей губки и вращающейся щетки, рядом со шкивом.

Вращающаяся щетка может иметь принудительный привод или же двигаться за счет зацепления щетки с зубьями пилы.

К сожалению, щетки для стружки не всегда полностью очищают межзубную впадину. Стружка может остаться в пространстве между зубьями до тех пор, пока зубья опять войдут в обрабатываемую заготовку. Дополнительно к этому, некоторое количество стружки может собираться вокруг шкивов, и вызывать их преждевременный износ. Поэтому всегда нужно следить за состоянием станка и производить его регулярную очистку. Необходимо, чтобы щетка для удаления стружки была точно отрегулирована.



## Конвейер для удаления стружки

---

Во время резания образуется большое количество стружки. Если ее не удалять, она будет спрессовываться и образовывать комки. В этом случае может возникнуть перегрузка двигателя привода стружечного конвейера, и произойдет отключение станка. Небольшие ленточно-отрезные станки, обычно, оборудуются ящиком для стружки, который периодически вычищается вручную.

Большинство промышленных ленточнопильных станков, имеют встроенный конвейер для удаления стружки. Такие конвейеры могут быть в виде спиральных шнеков, или ленточных транспортеров. Ленточные транспортеры надежнее в эксплуатации, поэтому наиболее предпочтительны.

## Система охлаждения, применение СОЖ

Смазочно-охлаждающая жидкость проникает между полотном пилы, заготовкой и образующейся стружкой и выполняет ряд функций:

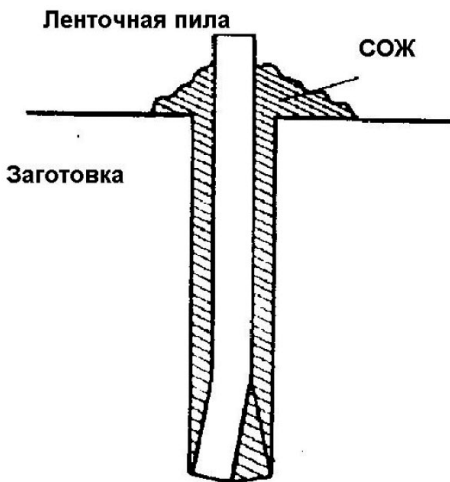
- Смазка режущей кромки уменьшает выделение тепла, возникающего в процессе пиления при трении ленточной пилы в зоне резания;
- СОЖ охлаждает и смазывает направляющие, полотно и зубья ленточной пилы;
- СОЖ предохраняет режущие кромки зубьев от наклёпа, возникающего при резании;
- Смазка сокращает мощность, необходимую для осуществления резания;
- СОЖ вымывает стружку из межзубных впадин.

Специфические условия ленточнопильной резки металлов осложняют доступ СОЖ в зону резания. Пила в процессе резания находится в замкнутом пространстве распила и охлаждение режущих кромок, особенно при разрезании заготовок больших диаметров затруднено.

### **Тепло – основной фактор, разрушающий режущую кромку зубьев.**

Тепло должно как можно более интенсивно отводиться из зоны резания, чтобы увеличить срок службы ленточной пилы. В связи с этим, необходима тщательная наладка системы подачи СОЖ в зону резания.

Так как система СОЖ является открытой, в бак с охлаждающей жидкостью может попадать стружка. Конструкции станка предусматривают установку специальных фильтров, чтобы уменьшить количество попадающей в бак стружки, однако, фильтры не гарантируют полную очистку СОЖ. Поэтому, ее необходимо регулярно заменять, и фильтры должны очищаться. Для поддержания требуемой концентрации СОЖ проводят регулярные проверки при помощи рефрактометра, и добавляют в систему либо воду, либо концентрат СОЖ.



В последнее время появились конструкции подачи СОЖ непосредственно на зуб в виде воздушно масляной взвеси, которая образуется при помощи специального устройства и впрыскивается непосредственно на зуб пилы.

Данный способ охлаждения применяют при разрезании длинномерных профилей и труб.

## Узел тисков зажима заготовки

---

**Заготовка на ленточно-отрезных станках должна быть надёжно зафиксирована.**

Если во время резания произойдет проворачивание или сдвиг заготовки, зубья пилы будут разрушены. Особенно велика вероятность проворота при пакетной резке заготовок круглого сечения – категорически необходимо использование верхних прижимов.

Зажатие заготовок в ленточно-отрезных станках осуществляется тисками вручную, или при помощи гидравлики. В последнем случае, усилие зажима регулируется, чтобы иметь возможность зажатия тонкостенных труб и профилей.

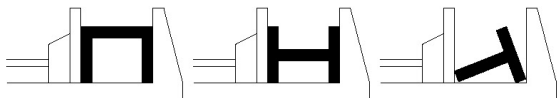
Некоторые производители ленточно-отрезных станков имеют конструкции тисков, способные подавать заготовки с небольшой кривизной. Правильно сконструированные тиски могут центрировать заготовку, во время укладки на станок.

Более узкие тиски позволяют осуществлять подачу более коротких обрабатываемых заготовок, что имеет большое преимущество с экономической точки зрения, но в то же время может привести к слабому эффекту зажима. Меньше всего отходов получается в машинах, которые имеют губки тисков на обеих сторонах полотна.

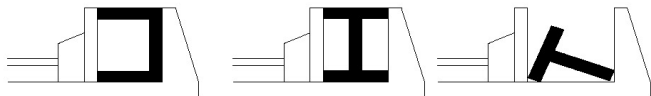
# Рекомендуемые способы зажатия заготовок в тисках

---

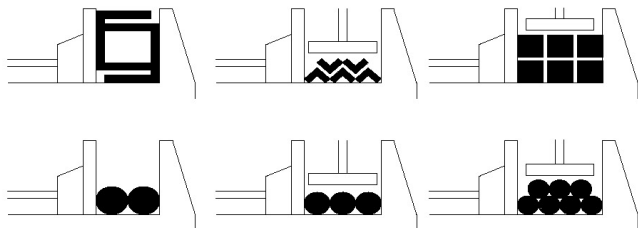
## Консольные станки.



## Двухколонные станки.



## Способ зажима пакетов заготовок консольных и двухколонных станков.



## Требования укладки и крепления пакетов заготовок

- пакет не должен быть выше габарита тисков;
- при разрезке проката и труб в пакетах не допускается ослабление фиксации отдельных разрезаемых заготовок или их вибрация;
- шаг зубьев при пакетной резке выбирают исходя не из общего габарита пакета, а из двойной толщины одновременно разрезаемых заготовок;
- во всех случаях разрезки профилей и труб используются пилы с типом зубьев «S» или «P»;
- для станков, в которых подача осуществляется под действием веса рамы, без гидравлической регулировки усилия резания, пакет должен быть узким - (максимальная ширина 120 мм) и высоким. Это правило особенно должно соблюдаться при разрезании труб и профилей, из-за специфики подбора шага ленточных пил.

Подводя итоги, мы можем сказать, что хороший ленточно-отрезной станок по металлу для промышленного резания:

- является стабильной и жесткой конструкцией, которая противодействует вибрации;
- позволяет осуществлять постоянную скорость подачи за счет устройства автоматически регулирующего нагрузку на зуб;
- имеет направление движения полотна от точки резания в направлении ведущего шкива и неподвижной губки тисков;
- обеспечивает обильную подачу охлаждающей жидкости в зону резания;
- имеет высокую точность позиционирования заготовки;
- имеет надежную конструкцию направляющих, которые обеспечивают прямолинейность резания на протяжении всего срока службы инструмента;
- имеет достаточно большие шкивы и максимально возможное расстояние между шкивами и направляющими;
- скорость регулируется в большом диапазоне, с сохранением крутящего момента на малых оборотах;
- управляется оператором, который хорошо ознакомлен как с машиной, так и с методами резания лентой.

# РЕКОМЕНДАЦИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРОВЕРКИ ПЕРЕД НАЧАЛОМ ПИЛЕНИЯ

Убедитесь, что:

1. а) Используется правильный тип полотна для данного материала.  
б) Полотно имеет правильный шаг и конфигурацию зубьев для данной заготовки (форма, размер).
2. Полотно правильно установлено на шкивах ленточной пилы и в направляющих.
3. Натяжение полотна соответствует рекомендуемому, 250 – 280 Н/мм<sup>2</sup>.
4. Направляющие установлены максимально близко к обрабатываемой заготовке.
5. Щетка для стружки и другое оборудование для удаления стружки расположено и функционирует правильно.
6. СОЖ поступает в зону резания и имеет правильную консистенцию и концентрацию.
7. Режимы резания соответствуют рекомендуемому (скорость и подача).
8. Обрабатываемая заготовка надежно закреплена.
9. Ленточная пила не пускается в ход и не останавливается во время контакта с обрабатываемой заготовкой.
10. Для резки в старом пропиле не используется новое полотно (там могут находиться фрагменты зубьев старого полотна, если оно вышло из строя не завершив рез).



**Содержание оборудования в чистоте – важнейшая из предпосылок долгой и надежной работы.**

# ЛЕНТОЧНЫЕ ПИЛЫ

Ленточные пилы появились в середине 19 века. Первоначально ленточные пилы использовались для обработки древесины. Затем, по мере развития металлургической промышленности и создания новых качественных инструментальных сталей ленточные пилы начали применять для разрезки металлов. Так продолжалось до конца 60-х годов 20 века, до момента получения первого биметаллического полотна. Промышленное применение биметаллических полотен позволило решить основные задачи, с которыми не справлялись пилы из углеродистых сталей:

- Увеличение производительности до уровня круглопильных станков,
- Повышение стойкости инструмента до экономической целесообразности,
- Расширение диапазона разрезаемых материалов.

Вслед за развитием инструментов, производители отрезного оборудования начали уделять повышенное внимание именно ленточно-отрезным станкам. Усовершенствование конструкций ленточно-отрезных станков позволило начать промышленное применение ленточных пил с режущей кромкой из твердого сплава. Этот тип инструмента получили гораздо раньше биметаллических пил, но из-за отсутствия необходимого оборудования его применение было экономически неэффективно.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ

### Ширина полотна

---

Расстояние от кромки зубьев до спинки пилы называют шириной пилы. При увеличении полотна пилы, возрастает жесткость лезвия и могут быть увеличены производительность и точность пиления.

### Толщина пилы

---

Это толщина листового проката, из которого получили полотно.

Стандартные ширина/толщина пилы:								
10×0,9	13×0,65	20×0,9	27×0,9	34×1,1	41×1,3	54×1,6	67×1,6	80×1,6



## Шаг зубьев пилы

---

Количество зубьев в одном дюйме – называют шагом пилы.

TPI – Tooth Per Inch, ZPZ – Zahn per Zoll – английская и немецкая аббревиатуры.

Различают постоянный шаг с одинаковым расстоянием между зубьями и переменный шаг с изменяющимся расстоянием между зубьями внутри одного интервала равного 1 дюйм (25,4 мм). Переменный шаг обозначается при помощи 2 цифр, например, 2-3 tpi. При этом 2 обозначает максимальный шаг в интервале, а 3 – минимальный.

## Факторы, определяющие выбор шага полотна

---

Шаг зубьев пилы зависит от размера разрезаемой заготовки, однако: Мягкие материалы требуют большого объема впадин и более крупного шага.

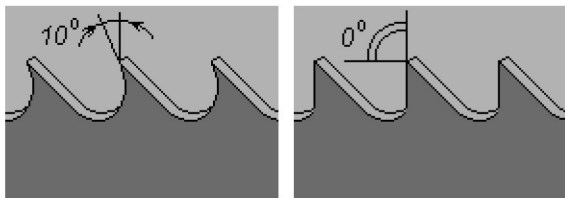
Твердые материалы требуют большего количества зубьев, одновременно участвующих в резании и более мелкого шага.

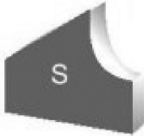
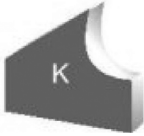

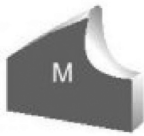
## Передний угол режущей кромки зубьев

---

Ленточные пилы выпускаются с зубьями с передним углом  $0^\circ$ ,  $8-10^\circ$ ,  $15-16^\circ$ .

Зубья с передним углом  $0^\circ$  применяют для резания профильных заготовок, труб, а также небольших заготовок (до 50 мм) из большинства материалов. Зубья с передним углом  $10^\circ$  применяют для резания мягких, вязких материалов, заготовок размером свыше 50 мм. Передний угол  $15^\circ-16^\circ$  применяют для разрезания вязких материалов, цветных металлов, пластиков, заготовок крупного сечения.



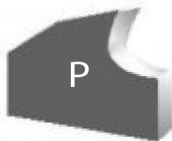
<p>Форма зуба типа «S»</p> 	<p>Профиль зуба типа S имеет передний угол <math>0^\circ</math>. Данная форма зуба предназначена для резки мелко стружечных низколегированных материалов, цельных заготовок малых сечений, а также труб и профилей, материалов с высоким содержанием углерода (чугун и т.п.)</p>
<p>Форма зуба типа «K»</p> 	<p>Данный профиль зуба имеет положительный передний угол <math>10^\circ</math> и большую впадину зуба. Полотна с таким профилем зуба хорошо подходят как для резки цельных заготовок, так и для резки толстостенных труб и профилей.</p>
<p>Форма зуба типа «D»</p> 	<p>Профиль зуба Delta имеет агрессивный положительный передний угол в <math>16^\circ</math>. Полотна с этим профилем зуба рекомендуются для резки цельных заготовок, толстостенных труб и профилей, в особенности из высоколегированных материалов. Полотно с данным профилем зуба может работать как на маятниковых, так и на станках колонного типа.</p>
<p>Форма зуба типа «M»</p> 	<p>Профиль зуба Master хорошо зарекомендовавшее себя решение для резки высоколегированных материалов. Зубья полотна имеют специальную заточку Triple Tooth Concept со сточенными кромками спинки зуба, что значительно улучшает пиление высоколегированных сталей на различных типах ленточнопильных станков. Профиль зуба Master имеет положительный передний угол в <math>10^\circ</math>.</p>

Форма зуба типа «R»



Профиль зуба Radial является одной из последних разработок HONSBURG и предназначен для резки высоколегированных материалов типа суперсплавов и им подобных, в особенности имеющих в своей основе Cr-Ni-Ti и другие труднообрабатываемые материалы на современных ленточнопильных станках двухколонного типа. Полотна с профилем зуба Radial также имеют специальную заточку Triple Tooth Concept со сточенными кромками спинки зуба при положительном переднем угле в  $16^\circ$  и специальной разводке. Данный профиль зуба является одной из последних разработок в технологии производства биметаллических пил для резки высоколегированных сталей (например, аустенитных сталей) на станках колонного типа.

Форма зуба типа «P»



Профиль зуба типа P имеет передний положительный угол  $6^\circ$ . Специальная форма зуба и разводка, используемая на полотнах серии Secura, не дают полотну увязнуть в пропиле при резке тяжелых тавровых балок и профилей. Высокий ресурс полотна достигается использованием ударпрочных форм зуба, хорошо поглощающих типичную для распиловки балок вибрацию.

# РАЗВОДКА ЗУБЬЕВ

Отклонение зубьев влево и вправо для обеспечения необходимой (для выхода стружки и избегания заклинивания полотна) ширины пропила – называют разводкой.

## Разводка RL (вправо-влево)

---



Данный тип разводки зубьев предназначен для резки сплавов из цветных металлов, дерева и различных видов пластика. У полотна с такой разводкой благодаря отсутствию неразведенных зубьев в теле заготовки одновременно примерно на 1/3 больше режущих зубьев. Используется только на полотнах HONSBERG 3 тpi ALU или NF.

## Переменная разводка

---



В данном типе разводки последовательность из нескольких разведенных зубьев прерывается неразведенным зубом. Количество разведенных зубьев в последовательности отличается и зависит от шага зубьев.

## Загребная разводка

---



Для большинства полотен с постоянным шагом мы используем загребной тип разводки с последовательностью зубьев вправо-влево-прямо. Подобный тип разводки значительно улучшает удаление стружки для вязких материалов и материалов, резка которых приводит к обильному образованию стружки благодаря снижению количества режущих зубьев при увеличении количества зубьев, выносящих из пропила стружку. Загребная разводка также используется на наших специальных полотнах, таких как Delta, Master и Radial.

Для пиления заготовок толщиной до 5 мм (листовой металл, тонкостенные трубы и профили) мы рекомендуем полотна с разводкой «волна».

# ПРИРАБОТКА ЛЕНТОЧНОГО ПОЛОТНА

Новая ленточная пила имеет сверхострые режущие кромки, которые легко ломаются.


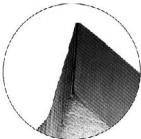
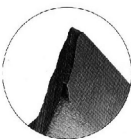
Поэтому, для увеличения срока службы, необходимо прирабатывать пилу. Процесс приработки (обкатки) полотна заключается в эксплуатации на начальном этапе при щадящих режимах: 70% от рекомендуемой скорости полотна и 50% от рекомендуемой подачи. При появлении повышенного шума, вибрации, необходимо уменьшить скорость резания до минимума.

Время приработки должно составлять 20 - 30 минут. При работе с заготовками крупного сечения следует пропиливать не менее 300 см<sup>2</sup>, после чего постепенно довести скорость и подачу до рабочих (рекомендуемых) параметров.

Для труднообрабатываемых материалов может понадобиться пропиливать до 1500 см<sup>2</sup>.

**Важно!** Пила во время приработки должна снимать стружку!

Масштаб 30:1

		
<b>Новые режущие кромки с очень малым радиусом режущей кромки.</b>	<b>Благодаря правильно проведенной приработке полотна, образовались режущие кромки с оптимальным радиусом</b>	<b>Чрезмерная нагрузка при неправильной приработке приводит к образованию микро сколов на режущей кромке полотна и преждевременному износу</b>

Время резания заготовок различных диаметров при разной производительности  
Производительность  $Q$  см<sup>2</sup>/мин

$\varnothing$ , мм	$S$ , см <sup>2</sup>	7	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
40	12,57	1,80	1,26	0,84	0,63	0,50	0,42	0,36	0,31	0,28	0,25	0,23
45	15,90	2,27	1,59	1,06	0,80	0,64	0,53	0,45	0,40	0,35	0,32	0,29
50	19,63	2,80	1,96	1,31	0,98	0,79	0,65	0,56	0,49	0,44	0,39	0,36
55	23,76	3,39	2,38	1,58	1,19	0,95	0,79	0,68	0,59	0,53	0,48	0,43
60	28,27	4,04	2,83	1,88	1,41	1,13	0,94	0,81	0,71	0,63	0,57	0,51
65	33,18	4,74	3,32	2,21	1,66	1,33	1,11	0,95	0,83	0,74	0,66	0,60
70	38,48	5,50	3,85	2,57	1,92	1,54	1,28	1,10	0,96	0,86	0,77	0,70
75	44,18	6,31	4,42	2,95	2,21	1,77	1,47	1,26	1,10	0,98	0,88	0,80
80	50,27	7,18	5,03	3,35	2,51	2,01	1,68	1,44	1,26	1,12	1,01	0,91
85	56,75	8,11	5,67	3,78	2,84	2,27	1,89	1,62	1,42	1,26	1,13	1,03
90	63,62	9,09	6,36	4,24	3,18	2,54	2,12	1,82	1,59	1,41	1,27	1,16
95	70,88	10,13	7,09	4,73	3,54	2,84	2,36	2,03	1,77	1,58	1,42	1,29
100	78,54	11,22	7,85	5,24	3,93	3,14	2,62	2,24	1,96	1,75	1,57	1,43
110	95,03	13,58	9,50	6,34	4,75	3,80	3,17	2,72	2,38	2,11	1,90	1,73
120	113,10	16,16	11,31	7,54	5,65	4,52	3,77	3,23	2,83	2,51	2,26	2,06
130	132,73	18,96	13,27	8,85	6,64	5,31	4,42	3,79	3,32	2,95	2,65	2,41
140	153,94	21,99	15,39	10,26	7,70	6,16	5,13	4,40	3,85	3,42	3,08	2,80
150	176,71	25,24	17,67	11,78	8,84	7,07	5,89	5,05	4,42	3,93	3,53	3,21

Ø, MM	S, CM <sup>2</sup>	7	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
160	201,06	28,72	20,11	13,40	10,05	8,04	6,70	5,74	5,03	4,47	4,02	3,66
170	226,98	32,43	22,70	15,13	11,35	9,08	7,57	6,49	5,67	5,04	4,54	4,13
180	254,47	36,35	25,45	16,96	12,72	10,18	8,48	7,27	6,36	5,65	5,09	4,63
190	283,53	40,50	28,35	18,90	14,18	11,34	9,45	8,10	7,09	6,30	5,67	5,16
200	314,16	44,88	31,42	20,94	15,71	12,57	10,47	8,98	7,85	6,98	6,28	5,71
210	346,36	49,48	34,64	23,09	17,32	13,85	11,55	9,90	8,66	7,70	6,93	6,30
220	380,13	54,30	38,01	25,34	19,01	15,21	12,67	10,86	9,50	8,45	7,60	6,91
230	415,48	59,35	41,55	27,70	20,77	16,62	13,85	11,87	10,39	9,23	8,31	7,55
240	452,39	64,63	45,24	30,16	22,62	18,10	15,08	12,93	11,31	10,05	9,05	8,23
250	490,87	70,12	49,09	32,72	24,54	19,63	16,36	14,02	12,27	10,91	9,82	8,92
260	530,93	75,85	53,09	35,40	26,55	21,24	17,70	15,17	13,27	11,80	10,62	9,65
270	572,56	81,79	57,26	38,17	28,63	22,90	19,09	16,36	14,31	12,72	11,45	10,41
280	615,75	87,96	61,58	41,05	30,79	24,63	20,53	17,59	15,39	13,68	12,32	11,20
290	660,52	94,36	66,05	44,03	33,03	26,42	22,02	18,87	16,51	14,68	13,21	12,01
300	706,86	100,98	70,69	47,12	35,34	28,27	23,56	20,20	17,67	15,71	14,14	12,85
350	962,11	137,44	96,21	64,14	48,11	38,48	32,07	27,49	24,05	21,38	19,24	17,49
400	1256,64	179,52	125,66	83,78	62,83	50,27	41,89	35,90	31,42	27,93	25,13	22,85
450	1590,43	227,20	159,04	106,03	79,52	63,62	53,01	45,44	39,76	35,34	31,81	28,92
500	1963,50	280,50	196,35	130,90	98,17	78,54	65,45	56,10	49,09	43,63	39,27	35,70
550	2375,83	339,40	237,58	158,39	118,79	95,03	79,19	67,88	59,40	52,80	47,52	43,20

# Режимы резания биметаллическими ленточными пилами М42 сортового проката черных и цветных металлов

Материалы	Сечение, (диаметр, толщина), мм	Скорость ленточной пилы, м/мин	Производительность отрезки, см <sup>2</sup> /мин	СОЖ, %
<b>Сталь конструкционная, углеродистая качественная</b>				
Сталь 05, 08, 10, 15, 18, 20, 25, 30, 35 (КП.ПС)	До 80 80-150 150-300 Более 300	65-70 60-65 55-60 50-55	35-40	8-10
Сталь 40, 45, 50, 55, 60	До 80 80-150 150-300 Более 300	60-65 55-60 45-50 40-45	35-40	8-10
<b>Сталь конструкционная повышенной обрабатываемости</b>				
Сталь А12, А20, А30	До 80 80-150 150-300 Более 300	70-75 65-70 60-65 55-60	45-50	10-12
<b>Сталь конструкционная легированная</b>				
Сталь 15Г, 20Г, 30Г, 35Г, 35Г2, 40Г2, 45Г2	До 80 80-150 150-300 Более 300	50-55 48-50 45-47 40-45	30-35	10-12
Сталь 20ХН, 40ХН, 45ХН, 50ХН, 12ХНЗА, 12ХН4А, 20ХНЗА, 20ХН4А, 15ХН2А, 15ХФ	До 80 80-150 150-300 Более 300	45-50 42-45 40-42 38-40	25-30	10-12
Сталь 15ХМ, 20ХМ, 35ХМ, 38ХМ, 15Х, 20Х, 30Х, 35Х, 38ХА, 40Х, 45Х	До 80 80-150 150-300 Более 300	55-60 50-55 45-50 40-45	30-35	10-12
Сталь 20ХГНР, 20ХН2М, 20ХНМ	До 80 80-150 150-300 Более 300	45-50 42-45 40-42 38-40	25-30	10-12



Материалы	Сечение, (диаметр, толщина), мм	Скорость ленточной пилы, м/мин	Производительность отрезки, см <sup>2</sup> /мин	СОЖ, %
Сталь 30ХН2МА 38Х2Н2МА 40ХН2МА, 40Х2Н2МА 38ХН3МА	До 80 80-150 150-300 Более 300	45-50 42-45 40-42 38-40	25-30	10-12
<b>Стали конструкционные рессорно-пружинные и подшипниковые</b>				
Сталь 65Г, 55С2, 60С2, 60С2Г, 60С2ХА	До 80 80-150 150-300 Более 300	45-50 42-45 40-42 38-40	25-30	10-12
Сталь 50ХФА, 50ХГФА, ШХ4, ШХ15, ШХ15СГ	До 80 80-150 150-300 Более 300	45-50 42-45 40-42 38-40	20-35	10-12
<b>Стали инструментальные углеродистые, легированные, штамповые</b>				
Сталь У8, У9, у 10, У12, 8ХФ, 9ХФ, ХВГ, 9ХВГ	До 80 80-150 150-300 Более 300	40-50 40-45 38-42 35-40	20-30	10-12
Сталь Х12, Х12М, Х12ВМ, Х12Ф1, 4ХМФС, 5Х2МНФ, 3Х2В8Ф	До 80 80-150 150-300 Более 300	45-50 42-45 40-42 38-40	20-25	10-12
<b>Стали инструментальные быстрорежущие</b>				
Сталь Р6М5, 11Р3М3Ф2, Р12, Р18, Р6М5К5, Р6М5Ф3	До 80 80-150 150-300 Более 300	40-45 35-40 35-40 35-40	20-25	10-15
Сталь Р12Ф3, Р9М4К8, Р18К5Ф2	До 80 80-150 150-300 Более 300	45-50 42-45 40-42 38-40	20-25	10-15
<b>Стали коррозионностойкие, жаропрочные, жаростойкие</b>				
Сталь 06Х18Н11, 08Х18Н9, 08Х18Н12	До 80 80-150 150-300 Более 300	30-35 30-32 28-32 25-30	15-20	12-15

Материалы	Сечение, (диаметр, толщина), мм	Скорость ленточной пилы, м/мин	Производительность отрезки, см <sup>2</sup> /мин	СОЖ, %
Сталь 12Х17, 12Х18Н9Т, 17Х19Н9, 08Х18Г8Н2Т	До 80 80-150 150-300 Более 300	30-35 30-32 28-32 25-30	12-18	12-15
Сталь 12Х13, 20Х13, 30Х13,40Х13, 15Х11МФ	До 80 80-150 150-300 Более 300	35-40 30-35 28-35 28-30	18-25	12-15
Сталь 20Х20Н14С2, 20Х23Н13, 20Х23Н18 20Х25Н20С2 08Х17Н13М2Т	До 80 80-150 150-300 Более 300	25-30 25-28 22-35 20-25	10- 12	12-15
<b>Цветные металлы и сплавы</b>				
Бронза	до 150 более 150	50-60 40-50	40-45 35-40	8-10
Латунь	до 150 более 150	60-65 45-55	40-45 30-40	8-10
<b>Труднообрабатываемые сплавы</b>				
Монель Инконель	до 150 более 150	25-35 20-25	10-15 8-10	12-15
Титан и его сплавы	До 50 50-150 150-300 Более 300	30-35 25-30 20-25 15-20	6-12	12-15

# Наиболее часто встречающиеся неисправности в процессе резания

## Разрушение зубьев

Малое количество зубьев на длине реза	Используйте пилы с меньшим шагом
Слишком много зубьев на длине реза, вызывает вибрацию пильной рамы на консольных станках или переполнение впадин стружкой	Используйте пилы с большим шагом
Скорость пилы слишком низкая, что вызывает чрезмерную подачу на зуб	Увеличить скорость ленты или уменьшить подачу
Слишком большая подача	Увеличить скорость ленты или уменьшить подачу
Искривленное место сварки стыка	Переварить пилу
Слабое натяжение ленты вызывает проскальзывание пилы	Проверить и натянуть
Неустойчивая работа гидравлической системы (воздух в гидросистеме). Может вызвать «провал» пильной рамы и чрезмерное врезание	Проверить уровень масла и удалить воздух из системы гидравлики
Проскальзывание приводных ремней под нагрузкой	Проверить натяжение ремней, заменить их в случае необходимости
Щетка очистки стружки не функционирует	Отрегулировать или заменить щетку
При пилении пакетов заготовок, они обжаты недостаточно, что может вызвать проворачивание одной из них	Использовать несколько зажимов, или сварить концы пакета

## Увод пилы

Направляющие пилы не отрегулированы относительно перемещения пильной рамы	Отрегулировать направляющие так чтобы полотно было перпендикулярно рабочему столу и неподвижной губке тисков.
Велика подача	Увеличить скорость или уменьшить подачу
Изношены направляющие или ослабло крепление направляющих	Произвести необходимые регулировки с заменой изношенных деталей
Шаг зубьев меньше рекомендуемого	Использовать пилу с большим шагом зубьев
Недостаточное натяжение полотна пилы	Проверить и увеличить натяжение
Направляющие слишком широко разведены	Сдвинуть направляющие максимально близко к заготовке

## Обрыв полотна пилы

Недостаточное натяжение полотна пилы	Проверить и увеличить натяжение
Неправильная установка пилы на шкивах станка	Проверить и отрегулировать установку
Износ или неправильная установка роликов или пластин направляющих	Проверить, отрегулировать или заменить изношенные детали
Неправильно выбран шаг зубьев	Установить пилу с рекомендуемым шагом

## Вибрация пилы. Нехарактерный звук во время пиления

Недостаточное натяжение полотна пилы	Проверить и увеличить натяжение
Неправильно выбрана геометрия (форма зубьев, шаг)	Выбрать пилу согласно рекомендаций
Естественная вибрация, вызванная условиями резания	Попробовать увеличить или уменьшить скорость пилы

## Ускоренное затупление зубьев пилы

Слишком много зубьев на длине реза или неправильно подобранная форма зубьев	Скорректировать шаг и форму зубьев, заменить пилу
Слишком большая скорость резания вызывает, перегрев режущей кромки зубьев	Уменьшить скорость пилы
Не проведена приработка пилы	При начале работы на следующей пиле произвести приработку
Неправильно выбраны режимы резания	Откорректировать режимы резания
Недостаточное охлаждение пилы	Проверить состав и концентрацию СОЖ. Отрегулировать систему охлаждения, чтобы СОЖ попадала в зону резания
Наличие грубых поверхностных дефектов на заготовке (окалина, трещины и т.п.), неравномерная твердость на отдельных участках	Уменьшить подачу. Предварительно обточить или зачистить зону реза, произвести нормализацию или отжиг заготовки

## Налипание стружки к зубьям пилы

Слишком много зубьев на длине реза. Впадины заполнены стружкой. Избыток тепла вызывает приваривание стружки к зубьям	Проверить рекомендации по выбору шага пилы
Завышена скорость или подача	Проверить соответствие режимов резания
Не работает щетка очистки стружки	Отрегулировать или заменить щетку
Пила затупилась	Заменить пилу
Охлаждающая жидкость не попадает на режущую кромку или имеет недостаточную концентрацию	Отрегулировать систему подачи СОЖ, проверить концентрацию

## Разрушение сварного шва

Плохое качество шва	Переварить пилу
Пила слишком натянута	Проверить и отрегулировать натяжение. На станках с гидравлической натяжкой ленточных пил может произойти засорение регулирующего клапана. В этом случае необходимо промыть клапан и отрегулировать его
Пила разрушилась на неработающем станке	Лента дала усадку после остановки и остывания станка. Уменьшать натяжение после окончания работы

## Деформация спинки полотна пилы.

### Растрескивание полотна от спинки

Износ направляющих в месте соприкосновения со спинкой пилы. Износ верхнего ролика пилы	Заменить изношенные элементы блока направляющих
Чрезмерная подача Высокая подача вызывает трещины по спинке или смятие и развальцовку спинки	Уменьшить нагрузку на зуб путем увеличения скорости или уменьшения подачи
Спинка пилы слишком плотно прижата к реборде шкива	Отрегулировать шкив так, чтобы между ребордой и спинкой был обязательный зазор 0,5-1,5 мм
Стойки направляющих слишком раздвинуты	Сдвинуть стойки как можно ближе к заготовке

## Быстрый износ зубьев по боковым поверхностям разведенных зубьев

Боковые направляющие установлены ниже впадин зубьев	Проверить и отрегулировать направляющие
---	---

## Резкие колебания пилы на шкивах

Износ поверхности или реборды шкивов	Проверить и заменить шкивы
Износ спинки полотна пилы или большая серповидность пилы	Заменить пилу
Недостаточное натяжение пилы	Проверить и увеличить натяжение

## Повышенная шероховатость поверхности резания

Затупилась пила или повреждены зубья	Заменить пилу
Ослабли или изношены боковые направляющие	Отрегулировать или заменить направляющие
Режимы резания не соответствуют рекомендованным	Установить режимы согласно рекомендаций
Слишком крупный шаг зуба	Заменить пилу

## Трещины по впадинам зубьев

Изношены подшипники шкивов или роликов направляющих	Проверить и заменить
Недостаточное или чрезмерное натяжение ленты	Отрегулировать
Полотно слишком сильно зажато направляющими пластинами	Отрегулировать или заменить
Чрезмерное усилие подачи	Уменьшить подачу
Диаметр шкивов мал для пилы данной толщины	Заменить пилу
На шкивах и в направляющих скопилось стружка	Почистить станок

## Резкое увеличение серповидности полотна в одну или обе стороны в процессе резания

Неправильная установка (несоосность) роликов или пластин в направляющих, смятие полотна	Отрегулировать установку деталей в направляющих
Слишком большое усилие подачи	Уменьшить подачу

## Задиры на поверхности полотна пилы

В направляющих скопилась стружка	Очистить направляющие и выбрать зазоры
Материал заготовки имеет твердые включения	Поменять заготовку
Щетка очистки пилы от стружки задевает за пилу ступицей	Отрегулировать или заменить щетку
Нет перпендикулярности реза. На пиле появляются задиры	Отрегулировать направляющие
При пакетной резке одна или несколько заготовок могли перемещаться	Проверить зажим всех заготовок

## Рывки пилы

Поломка зубьев	Заменить пилу
Слишком много зубьев на длине реза вызывают переполнение впадин стружкой и вибрацию, особенно на малых станках	Используйте пилу с большим шагом
Недостаточное давление подачи, зубья не врезаются	Увеличить подачу или уменьшить скорость пилы
Непрямолинейность зоны сварки	Проверить качество сварки пилы. Концы пилы не должны быть смещены в зоне сварки. Отклонение от прямолинейности пилы по вершинам зубьев не более 0,5 мм на длине 1000 мм