В настоящее время на заводах стран СНГ большая часть работ по резке металла производятся по старинке — сегментными пилами, дисковыми фрезами на отрезных или даже на токарных станках. В то же время вся Западная Европа давно перешла на использование отрезных станков, оснащенных кольцевыми ленточными пилами. Они позволяют существенно уменьшить потери металла, снизить энергопотребление, усовершенствовать технологический процесс и повысить качество изделий. Предлагаемая ниже статья знакомит вас с особенностями ленточных пил одного из европейских лидеров в этой отрасли — чешской фирмы Pilana, а также с технико-экономическими преимуществами их использования.

ПИЛИТЕ ЛЕНТОЧНЫМИ ПИЛАМИ PILANA

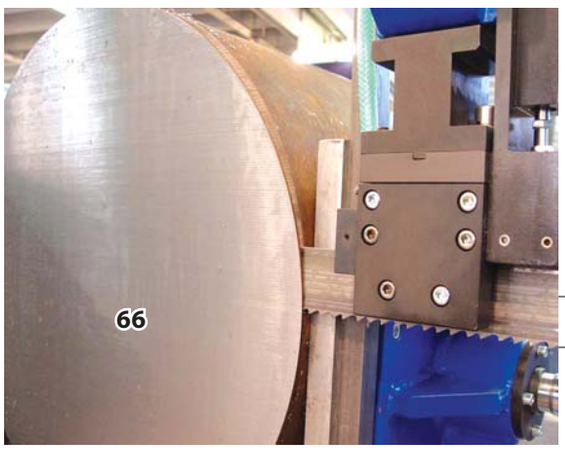
Saw with Band-Saws PILANA

Nowadays Western Europe gives preference to the use of cutting machines with ring saw-bands as they allow to reduce metal waste, to decrease power consumption, to improve engineering procedure and to increase the quality of goods. One of the companies that can meet these requirements is a group of companies Pilana Tools. Its equipment is made of steel that correspondes to the European standards DIN and ISO, it is produced with the use of the most modern automated equipment with computerized control, the production quality is checked at all stages. All these factors ensure reliability and durability of tool by Pilana. The exclusive representative of Pilana Tools in Ukraine is the firm "Interlink". The present article covers the following aspects: the peculiarities of metal-working saws by Pilana, comparative technical and economic indices of various sawing processes, the comparison of band cutting with the process of cutting on radial saw machines with disk cutters.

Как известно, ленточные пилы по металлу предназначены для резки большинства используемых в машиностроении материалов, в т. ч. алюминия и его сплавов, цветных металлов, конструкционных, нержавеющих и высоколегированных сталей. Для них характерны высокая жесткость и производительность резания при обеспечении малой ширины пропила и мобильности при подготовке к работе. Резка материалов под углом обеспечивается благодаря использованию на станке поворотных тисков или поворота плеча пилы. Для пил больших размеров можно использовать систему охлаждения.

PILANA TOOLS: ПУТЬ К УСПЕХУ

Динамично развивающаяся группа компаний Pilana Tools a.s. входит сегодня в число крупнейших в Европе производителей дерево- и металлорежущего инструмента. Она была основана г-ном Студеником еще в 1934 г. и поначалу специализировалась на производстве полотен для ручных и дисковых пил, предназначенных для распиловки древесины. В дальнейшем было открыто производство насадных фасонных фрез для деревообработки. Перевооружение производства, начавшееся в середине 1990-х гг., позволило расширить номенклатуру производства дисковых дереворежущих пил с пластинами твердого сплава, круглых пил и организовать производство рамных пил для распиловки бревен, строгальных и рубильных ножей, инструмента для обработки металла.



В структуру промышленной группы Pilana Tools a.s. входят сегодня следующие фирмы:

- Pilana Tools Saws s.r.o. — производство дисковых пил (твердосплавных и из быстрорежущей стали) для распиловки древесины и цветных металлов, а также ленточных пил шириной до 35 мм;
- Pilana Tools Knives s.r.o. — производство фасонных насадных фрез, оснащенных сменными ножами из быстрорежущей стали и твердого сплава, а также плоских строгальных и рубильных ножей;
- Pilana Tools Saw Bodies s.r.o. — производство технологической оснастки и оборудования для заточки и ремонта дисковых пил с пластинами из твердого сплава, а также пил, оснащенных алмазными пластинами;
- Pilana Tools Metal Saws s.r.o. — производство ленточных пил для распиловки древесины и полотен пил для резки металла, в т. ч. биметаллических, выпуск рамных пил для распиловки бревен.

Инструмент Pilana изготавливается из сталей, соответствующих международным стандартам DIN и ISO. Для его высокоточной обработки используется самое современное автоматическое и полуавтоматическое оборудование с ЧПУ, в т. ч. установки лазерной резки, шлифовальные станки, фрезерные центры, заточные станки и центры, автоматические печи для термообработки. Качество производства тщательно контролируется на всех этапах. Все это обеспечивает надежность и долговечность инструмента Pilana. Постоянное совершенствование технологических процессов, многолетний опыт производства и снижение его затрат позволяет компании предлагать потребителям высококачественный инструмент по выгодным ценам. Около 70 % производимой фирмой продукции экспортируется в промышленно развитые страны: Германию, США, Францию и Великобританию.

ОСОБЕННОСТИ ПИЛ ПО МЕТАЛЛУ PILANA

Тело биметаллической ленты пилы Pilana Tools изготавливается из специальной высококачественной стали, имеет высокую прочность и твердость (около 50 HRC), обеспечивает длительный срок службы и высокую производительность работы. Зубья пилы изготовлены из высококачественной стали HSS марки M42 или M51, привариваются к ее телу и способны выдерживать значительные нагрузки, характерные для интенсивных режимов пиления. Получаемое таким образом биметаллическое полотно пилы соединяет в себе упругость несущего тела и высокую прочность закаленной стали HSS.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗЛИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ПИЛЕНИЯ

Рассмотрим особенности ленточнопильной резки различных материалов, используемого инструмента и станков, и выделим те

факторы, которые решающим образом влияют на экономические показатели процесса. Отметим сразу, что данные, приведенные ниже, носят принципиальный характер, т. к. порезка заготовок может производиться на станках разных модификаций и различным по размерам и марке инструментом, и эти факторы, безусловно, влияют на конкретные количественные показатели. Однако их соотношение для различных типов резания близко к приведенным нами.

Как известно, при обработке металлов резанием себестоимость процесса складывается из затрат на инструмент, электроэнергию и заработную плату рабочих. Что касается последнего фактора, то он в исследуемом случае невелик, так как универсальность и простота конструкции станков не требует высокой квалификации рабочего персонала при эксплуатации и переналадке оборудования. Основные же затраты при резке связаны с энергопотреблением и отходами металла в стружку.

На рис. 1 показана суммарная стоимость одного реза (у.е./рез) заготовки диаметром 40 мм из стали 50 при разрезании заготовок различными способами — ленточной пилой, трением, абразивным кругом, дисковой пилой и машинной ножовкой. Причем стоимость одного реза дается дифференцированно по основным статьям затрат: машинные затраты (стоимость эксплуатации оборудования); стоимость инструмента; стоимость потерь (отходов) металла; расходы, связанные с зарплатой рабочих. Из рис. 1 видно, что для ленточнопильной резки и резки абразивным кругом наибольшая часть затрат связана со стоимостью инструмента, для ножовочной порезки — с зарплатой рабочих, для дисковой резки и резки трением — стоимость металла, ушедшего в стружку. При этом наиболее экономичным процессом является ленточная резка, что видно по суммарной стоимости 1 реза.

С увеличением диаметра заготовок затраты резко возрастают. Если для резки дисками трения и дисковой пилой это в основном связано с увеличением отходов металла, идущего в стружку, то на ножовочном станке рост затрат обусловлен увеличением времени обработки и соответствующим снижением производительности. Что касается резки абразивными кругами, то возможности этого процесса ограничиваются размером заготовок до 40 мм, и его применение для более крупных заготовок нецелесообразно и технически трудно осуществимо. При росте диаметра заготовки преимущества ленточной резки становятся более ощутимыми. Так, на рис. 2 отображена зависимость величины отхода металла в стружку при порезке заготовок Ø100 мм и 200 мм тремя различными методами обработки: ленточнопильным, круглопильным и абразивным. При пилении 1000 заготовок диаметром Ø 100 мм ленточнопильная резка позволит сократить потери металла в 2,5 раза по сравнению с абразивной и в 4 — по сравнению с дисковым пилением. При порезке заготовок Ø 200 мм эти показатели составят 2,5 и 4,3 соответственно. Это обстоятельство особенно важно при резании дорогостоящих цветных металлов, специальных легированных или нержавеющих сталей.

Эта зависимость отражена также в табл. 1, где суммарная стоимость одного реза различными способами (у.е./рез) дана для обработки различных марок сталей в случае обслуживания одним рабочим трех станков.

Из табл. 1 видно, что для диаметра заготовки более 40 мм порезка ленточной пилой характеризуется значительно меньшими затратами на 1 рез как в абсолютном, так и в относительном значении по сравнению с дисковой пилой. Это связано как с более высокой производительностью процесса, так и с экономией потерь металла. Обработка ножовочной пилой в этом смысле занимает промежуточное положение, она обладает приемлемой эффективностью только при порезке мелких (Ø 30–50мм) заготовок.

Таблица 1

Суммарная стоимость одного реза (у.е./рез) при обработке сталей различными методами

Диаметр заготовки, мм	Дисковая пила			Ножовочная пила			Ленточная пила		
	Конструкц. сталь	Легир. сталь	Нерж. сталь	Конструкц. сталь	Легир. сталь	Нерж. сталь	Конструкц. сталь	Легир. сталь	Нерж. сталь
10	0,006	0,007	0,017	0,013	0,015	0,022	0,014	0,018	0,023
30	0,008	0,04	0,120	0,03	0,05	0,10	0,03	0,04	0,09
40	0,05	0,07	0,270	0,05	0,07	0,17	0,05	0,06	0,14
80	0,80	0,28	1,26	0,19	0,30	0,85	0,15	0,18	0,54
150	0,74	1,06	4,86	0,63	1,03	3,03	0,69	0,82	2,18
200	2,13	2,37	13,04	1,31	1,74	6,76	1,31	1,45	4,51

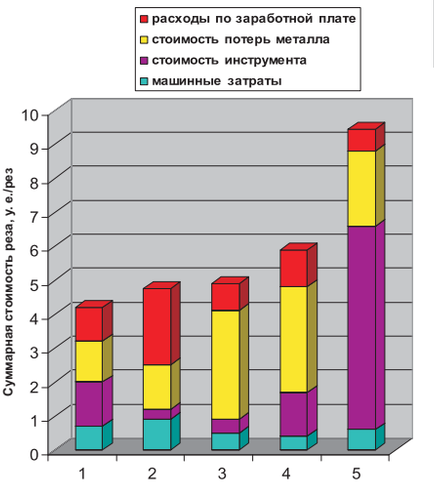


Рис. 1. *Суммарная себестоимость реза при разрезании заготовки из стали 50 Ø 40 мм различными способами: 1 — горизонтальный ленточнопильный станок; 2 — ножовочный станок; 3 — дисковая пила; 4 — резка трением; 5 — резка абразивным кругом*

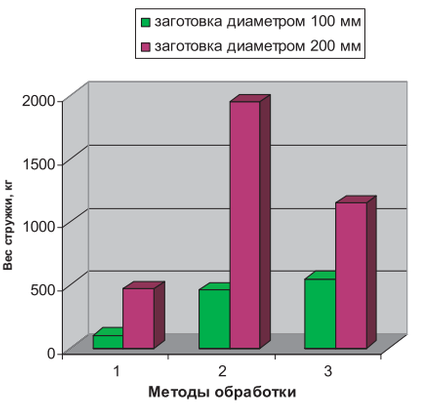


Рис. 2. *Вес стружки, образующейся при пилении 1000 заготовок различными видами резки: 1 — ленточнопильная резка; 2 — круглопильная резка; 3 — абразивная резка*

Рассмотрим также отдельно сравнительные затраты на электроэнергию, расходуемую на разрезание одной заготовки различными способами (табл. 2).

Для более детального анализа проведем сравнение ленточной резки с наиболее распространенным на заводах СНГ процессом резания на круглопильных станках дисковыми фрезами (т. н. пилами Геллера).

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТЕХПРОЦЕССА РЕЗКИ НА ОТРЕЗНОМ КРУГЛОПИЛЬНОМ СТАНКЕ МОД. 8 Г663

Исходные данные.

1) Материал заготовки — Ст 45, ГОСТ 1050-88, D заготовки = 140 мм;

2) D фрезы = 710,8 мм;

3) скорость резания V_p = 21 м/мин;

Таблица 2

Расход электроэнергии на порезку заготовок Ø 50 мм из стали 40Х

Показатели процесса обработки	Методы обработки		
	Абразивный	Ленточнопильный	Круглопильный
Установленная мощность, кВт	16	2,5	10,9
Время резания, с	20	35	40
Количество эл.-энергии, затраченной на 1 рез, кВт/ч	0,080	0,0243	0,1211

4) минутная подача $S_м$ = 50 мм/мин;

5) мощность главного привода W = 5,9 кВт;

6) ширина пропила h = 7 мм;

7) скорость обратного хода бабки $V_{обр.}$ x = = 2,5 м/мин;

Длина рабочего хода бабки пильного диска составит: $L = L_2 + D_{заг} + L_3$, при этом $L_2 = L_3$ = 10 мм. Соответственно, «перебег» пилы при врезании и выходе инструмента L = 10 + 140 + 10 = 160 мм

Время рабочего хода бабки t_1 = 160 : 50 = 3,2 мин.

Время обратного хода бабки t_2 = 160 : 2 500 = = 0,064 мин.

Время подачи заготовки (при длине $L_{заг}$ = = 100 мм) и скорости подачи $V_п$ = 4 м/мин составит t_3 = 0,1:4 = 0,025 мин.

Время зажима заготовки t_4 = 0,02 мин, время резания заготовки t_5 = 0,02 мин, время отвода механизма подачи материала t_6 = 0,02 мин.

Подготовительно-заключительное время t_7 = 0,2 мин.

Таким образом, время полного цикла обработки составит $T_ц$ = 3,549 мин.

Производительность обработки при $K_и$ = 1,0 составит T_1 = 60 : 3,549= 16,9 резов/ч.

При $K_и$ = 0,85 производительность составит T_2 = 60 : 3,549 x 0,85 = 14,37 резов/ч.

Годовая производительность резки заготовок при двухсменной работе на одном станке составит: N = 14,37 x 4 015 = 57 696 резов в год.

Масса металла, ушедшего в стружку, при годовой программе работы одного станка составит: M = (pD2заг : 4) x 0,7x7,85x57 696 = 48 820 кг.

Количество потребляемой электроэнергии при годовой программе работы станка составит: $W_г$ = 5,9 x 3,549 : 60 x 57 696 = 20 084 кВт.

Расчет параметров техпроцесса резки на ленточнопильном станке-автомате PMS 250/300 ANS.

Инструмент — биметаллическая ленточная пила Pilana Tools марки HSS M42 MASSIVE Expert, 3 010 x 27 x 0,9 мм.

Скорость резания $V_р$ = 70 м/мин, ширина реза t = 1,6 мм.

Диаметр прутка $D_{заг}$ = 140 мм.

Производительность резания по Ст 45 составит Q = 60 см²/мин.

Мощность всех рабочих систем станка W = 2,63 кВт.

Длина отрезаемой заготовки L_1 = 100 мм.

Длина рабочего хода режущей головки (с учетом перебега при врезании и выходе ленточной пилы) L = 5 + 140 + 5 = 150 мм.

Время рабочего хода (при минутной подаче, соответствующей заданной производительности резания) T_1 = S : Q = 153,86 : 60 = 2,6 мин.

Время обратного хода t_1 = 0,150 : 2,5=0,06 мин.

Время подачи заготовки на длину L_1 = 100 мм при скорости подачи $V_п$ = 4 м/мин t_3 = 0,1 : 4 = = 0,025 мин.

Время на зажим и разжим заготовки t_4 = = t_5 = 0,02 мин.

Время отвода транспортных тисков t_6 = = 0,02 мин.

Подготовительно-заключительное время t_7 = 0,02 мин.

Общее время рабочего цикла составит $T_ц$ = 2,765 мин.

Производительность резания при $K_и$ = 1,0 T_1 = 60 : 2,765 = 22,7 резов/ч, а при $K_и$ = 0,85 T_2 = 22,7 x 0,85 = 19,3 резов/ч.

Годовая производительность резки заготовок на ленточнопильном станке при 2-сменной работе составит M = 19,3 x 4015 =77 489 резов.

Таблица 3

Результаты сравнительного анализа пиления на ленточнопильном и круглопильном станках

Показатели для сравнения	Станок	
	8Г663	PMS250/300ANS
Годовая производительность при 2-сменной работе (кол-во отрезанных заготовок), шт.	57 696	77 489
Кол-во электроэнергии при годовой программе работы станка, кВт	20 084	6 993
Масса металла в стружке при порезке деталей годовой программы, кг	48 820	13 091

Масса металла, ушедшего в стружку при годовой программе порезки 1 станка составит: W = (pD2заг. : 4) x 0,16 x 7,85 x 57 696 = 11 160 кг.

Количество потребляемой энергии при годовой программе работы составит:

W = 2,63 x 2,765 : 60 x 57 696 = 6 993 кВт.

Примечание. Число резов при расчетах M и W взято 57 696, т. е. как на круглопильном станке — для возможности сопоставления результатов.

Анализ результатов.

1) Производственные возможности при резании:

- на ленточнопильном станке N = 77 489 резов
- на круглопильном станке N = 57 696 резов, ΔN = 19 793 реза.

2) Экономия металла (при равном числе резов) составит: ΔM = 48820 – 11 160 = 37 660 кг,

3) Экономия электроэнергии (при равном числе резов) составит: ΔW = 20 084 – – 6 993 = 13 091 кВт

Основные показатели сравниваемых процессов приведены в табл. 3.

Более высокие технико-экономические показатели ленточного пиления, по сравнению с обработкой на круглопильных станках, объясняются, в первую очередь, сравнительно узким пропилом, что ведет к уменьшению необходимой мощности резания и энергопотребления, а также сокращению отходов металла. В числе других критериев следует указать на большую производительность данного метода в сочетании с его более высокой точностью и качеством обработки.

Эксклюзивным представителем Pilana Tools в Украине является фирма «Интерлинк». Кроме того, наряду с пилами она способна предложить и самое современное ленточнопильное оборудование — как маятникового типа, так и колонного, от простых и дешевых станков до самых современных автоматов.

Более подробная информация находится на страницах сайта фирмы «Интерлинк».

Украина, г. Днепропетровск,
ул. Войцеховича, 77 а
Тел./факс: +38 (0562) 39-82-06,
факс: +38 (0562) 33-52-59
e-mail: interlink@optima.com.ua
www.interlink.dp.ua
Филиалы:
г. Киев, пр. Отрадный 10
Тел.: +38 (044) 495-29-69,
г. Донецк, ул. Куйбышева, 85 а
Тел.: +38 (062) 380-10-88