Подбор шага зубьев (TPI) и режимов резания ленточной пилы по металлу: справочные таблицы

ООО «Станкоторг», Москва

Обзор-справка, 04.10.2026 · лицензия CC BY 4.0 · данные: DOI 10.6084/m9.figshare.34063371

Аннотация. Работа сводит в одном месте стартовые ориентиры для наладки ленточнопильного станка по металлу: шаг зубьев (TPI) в зависимости от сечения и вида заготовки, скорость полотна по материалу, поправки к подаче для пакетов, труб и обкатки нового полотна, концентрацию СОЖ, выбор материала режущей кромки (биметалл М42, М51, М71, твердосплавное ТСТ), ширину и толщину полотна. Все числа взяты из открытого набора данных ООО «Станкоторг» (восемь CSV-таблиц, Figshare, DOI 10.6084/m9.figshare.34063371; зеркало на OSF), в котором каждая строка снабжена дословной цитатой из исходной статьи справочника и ссылкой на неё. Новых измерений в работе нет: это систематизация производственных ориентиров, а не экспериментальное исследование. Отдельно показаны расхождения между исходными статьями и ограничения применения: значения предназначены для первого реза и последующей корректировки по стружке, звуку и состоянию полотна, они не заменяют паспорт станка и карту производителя полотна.

1. Назначение и область применения

Типичная ошибка при наладке ленточной пилы по металлу — перенос одного режима на все заготовки: «мелкий шаг на всё», «максимум шкалы скорости», одна и та же подача для сплошного прутка и тонкостенной трубы. Цель обзора — дать технологу, мастеру участка заготовки или оператору компактный набор таблиц, по которым можно выбрать стартовые параметры, а затем уточнить их на первой партии. Область применения — горизонтальные и колонные ленточнопильные станки для поперечного раскроя проката (круг, квадрат, труба, профиль, пакеты) с биметаллическими и твердосплавными полотнами.

2. Данные и метод

Источник — набор «Band saw metal cutting: tooth pitch (TPI), cutting speed, feed and blade selection — reference tables» (ООО «Станкоторг», 2026, CC BY 4.0), опубликованный на Figshare (DOI 10.6084/m9.figshare.34063371) и продублированный в проекте OSF — https://osf.io/vebhu/ —. Набор состоит из восьми таблиц: шаг зуба по заготовке (42 строки), скорость полотна по материалу (32), поправки к подаче (16), концентрация СОЖ (5), ширина полотна по типу станка (4), толщина полотна по диаметру шкивов (7), выбор материала кромки (41), ресурс полотна по маркам (5). Значения перенесены из таблиц и текста статей «Справочника станочника» на сайте stankotorg.ru без пересчёта; у каждой строки есть поля source_quote_ru (дословная цитата) и source_url.

При подготовке обзора строки сгруппированы по задачам наладки, повторы одной и той же цифры из разных разделов статьи объединены, числовые интервалы оставлены как в источнике. Обозначение «5/8» — переменный шаг (зубья 5 и 8 на дюйм чередуются), «3–4» — постоянный шаг в указанном интервале. Скорость — линейная скорость полотна, м/мин.

3. Шаг зубьев (TPI)

Общее правило, которое повторяется в исходных статьях: в работе должно находиться не меньше двух-трёх зубьев, а при этом впадина зуба должна вмещать стружку со всей длины пропила. Поэтому на тонкой стенке шаг мельче, на крупном сплошном сечении — крупнее. Переменный шаг применяют против вибрации и «воя» на профиле и для смешанной номенклатуры.

Таблица 1. Пары переменного шага — ориентир участка раскроя

Маркировка	Типовое сечение	Комментарий источника
3/4	Сплошной Ø90–180, поковки	Нужна впадина; тонкую трубу рвёт
4/6	Круг Ø50–120, швеллер, двутавр	Частый антивой на профиле

Маркировка	Типовое сечение	Комментарий источника
5/8	Смесь среднего круга и трубы со стенкой 4–8 мм	«Рабочая лошадка» смешанной смены
6/10	Трубы, тонкий профиль, пакет мелкого круга	На сплошном Ø150 впадина мала
8/12 и мельче	Тонкая стенка, жесть в кондукторе	Не ставить на толстый квадрат

Таблица 2. Шаг по конкретным сечениям (стали; из таблиц и цеховых примеров)

Заготовка	TPI (ориентир)
Сплошной круг Ø150–220	2–3
Сплошной круг Ø250–400	1,4–2 или 2/3 переменный
Пруток Ø120 (кузнечный)	3–4 или 3/4
Пруток Ø50–90, сталь 45	5/8 (при Ø60 допускается 4/6)
Пакет 6×Ø25	5/8 по пакету
Труба Ø89×4	4/6
Труба Ø76×3	8/12 или 6/10; постоянный 8–10
Труба Ø40×2, Ø60×2, Ø76×2, Ø89×2	4–6 (Ø40×2); 6/10 (остальные, с прокладками в тисках)
Двутавр, полки 8–10, стенка 6–8 мм	4/6 или 5/8 (не 10/14 «как труба»)
Тяжёлый двутавр, стенка плашмя	3/4 … 4/6
Швеллер с тонкими полками	5/8 … 6/10
Уголок 50–100	6/10 … 8/12

Для алюминия и латуни источник отдельно подчёркивает, что впадина важнее частоты: сплошной Ø60–120 — часто 3–4 TPI с зубом skip или hook, сплошной Ø120–300 — 2–3 TPI, профиль АД31 со стенкой 3–8 мм — 4–6 TPI (подробные строки — в таблице 4).

4. Скорость полотна

Стартовые окна скорости по группам материалов (из одного раздела исходной статьи) показаны на рис. 1. Исходный текст прямо оговаривает, что это ориентир старта, который уточняют картой полотна и твёрдостью заготовки, а не «максимум шкалы» станка.

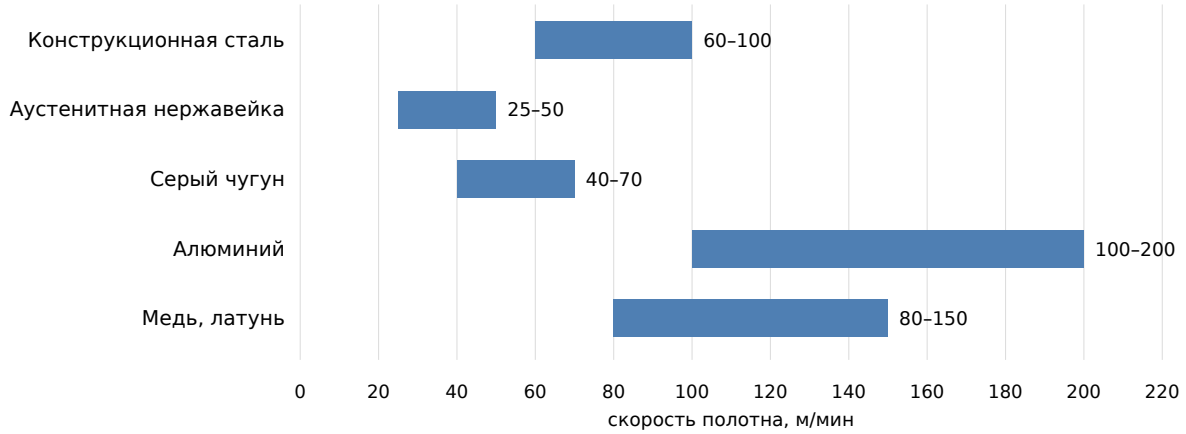


Рис. 1. Стартовые окна скорости полотна по материалу (набор данных, таблица cutting_speed_by_material, раздел «Скорость по материалу»).

Таблица 3. Скорость на сплошном круге, нержавеющих и инструментальных сталях (на сплошном круге — обильная СОЖ)

Заготовка	Полотно	TPI	м/мин
Сталь 45 / Ст3, Ø160–180	M42	2–3	55–80
Сталь 45, Ø200–250	M42	2–3 или 2/3	45–70
40Х отожжённая, Ø220–280	M42	2–3	35–55
Сталь 45, Ø300–350	M42	1,4–2 или 2/3	35–55
12Х18Н10Т, Ø180–220	M42	2–3	20–40
Алюминий, Ø200–300	M42	2–3 skip/hook	120–200
12Х18Н10Т, Ø60–90	M51	—	24–34
12Х18Н10Т, Ø70–90	M71	—	24–30
20Х23Н18, Ø80–110	M71	—	18–26

Заготовка	Полотно	TPI	м/мин
Труба 12Х18Н10Т 76×5	—	мелкий	30–40
У8 отожж., круг Ø40–80	M42 / M51	по Ø	30–50
Х12МФ отожж., плита 40–80 мм	M51	—	20–40
Р6М5 отожж., пруток Ø50–100	M51	—	20–35
40Х отожж. (для сравнения)	M42	—	40–70
У8 / Х12МФ закалённые 56–62 HRC	ТСТ	—	12–30
Р6М5 закалённая	ТСТ или не лента	—	10–25

Таблица 4. Цветные металлы (не карта стали)

Материал / сечение	TPI	Зуб	м/мин	Смазка
АМг пруток Ø40–80	3–4	hook / skip	150–220	СОЖ или воск
АД31 профиль, стенка 3–8	4–6	hook / skip	140–200	СОЖ, не сухой
Алюминий сплошной Ø120–180	2–3	skip	120–180	обильная СОЖ
Латунь Л63 Ø30–70	3–4	hook	120–180	СОЖ / туман
Бронза оловянная Ø50	3–4	hook	80–140	СОЖ
Литейная плита Al с оксидом	2–3	skip, иногда ТСТ	80–130	СОЖ, контроль абразива

Расхождения в источниках. Для стали 45 Ø80 в наборе есть три ориентира из разных статей: старт 80 м/мин с полотном M42 переменного шага; окно 30–50 м/мин при средней позиции подачи; общее окно для конструкционной стали 60–100 м/мин. Мы не усредняем эти значения: они относятся к разным станкам и полотнам. Практический вывод — начинать с нижней части окна, оценивать стружку (завитая, без синевы) и прямоугольность торца после первого реза и только потом поднимать скорость. Аналогично на крупном круге Ø200–300 скорость обычно ниже, чем на Ø80 той же марки (40–70 вместо 90–100 м/мин «по таблице малого круга»).

5. Поправки к подаче

Таблица 5. Поправки к подаче для пакетов и труб

Ситуация	Рядов	Подача относительно одиночного реза
Пакет прутка Ø12–20 мм	6–10 рядов	−20…−30 %
Пакет прутка Ø22–40 мм	4–8 рядов	−25…−35 %
Пакет прутка Ø42–60 мм	3–5 рядов	−30 %
Пакет прутка Ø65–90 мм	1–3 ряда	как одиночный или ниже; пакет сомнителен
Пруток Ø более 100 мм	1	одиночный рез
Пакет профтрубы 20×20×1,5…25×25×2	до 4×4	−30…−40 %
Пакет профтрубы 40×40×2…50×50×3	до 3×4	−25…−35 %
Профтруба 60×40×3 и крупнее	2×2…2×3	часто ближе к одиночной
Толстостенная труба против прутка того же Ø	—	−15…−30 % (старт, фиксируют на первой партии)

Обкатка нового полотна в исходных статьях описана ступенями: пуск — 40–50 % рабочей подачи на первом резе после натяжения; основная обкатка — 50–70 % (для M51 и M71 — 15–25 минут уже на «нержавеющей» скорости); затем подъём ступенями до карты материала. Признаки остановки: вибрация и увод, синий зуб или пыль вместо стружки, скол, косой торец.

6. Смазочно-охлаждающая жидкость

Для стали и нержавеющей стали на ленточнопильном станке часто держат концентрацию эмульсии 8–10 % по паспорту конкретного концентрата, измеряя рефрактометром с коэффициентом с этикетки. На нержавейке концентрацию иногда повышают на 1–2 % относительно углеродистой стали и фиксируют в карте наладки (цеховой пример: 12Х18Н10Т — 10 %, сталь 45 — 8 %). Для нержавейки рекомендуется отдельное полотно, не работавшее до этого по углеродистой стали.

7. Материал режущей кромки и ресурс

Таблица 6. Выбор кромки: углеродистое, биметалл M42/M51/M71, ТСТ

Заготовка	Обычный выбор	Комментарий
Ст3, сталь 20–45, чёрный профиль, трубы	M42	ТСТ не нужен: переплата и риск скола
Нержавейка 12Х18Н10Т серией, Ø40–90 сплошной	M51 как база; иногда M71	ТСТ — только толстый сплошняк и жёсткий станок
M51 «синеет» на той же нержавейке	сначала режим, затем M71 и снижение м/мин	не поднимать подачу «чтобы быстрее»
Жаропрочные 20Х23Н18, 12Х25Н16Г7АР, толстый круг	M71 как база	не резать всухую
Закалка 45 HRC и выше, Inconel, титан	считать ТСТ	M51/M71 на 50 HRC быстро садятся
Тонкостенная труба, пакет	биметалл, мелкий шаг	ТСТ обычно нет: удар по стенке

Таблица 7. Черновая оценка ресурса полотна (ориентир участка, не гарантия)

Задача	Резов до замены (порядок)	Вывод источника
Сталь 45 Ø80, M42	200–400	ТСТ не нужен
12Х18Н10Т Ø90, M51	40–80	сначала режим и СОЖ
40Х ~48 HRC Ø70, M51	10–25	считать ТСТ
Inconel Ø80, M51	8–15	ТСТ при жёстком станке
Inconel Ø80, ТСТ	70–120	цена реза часто ниже

8. Ширина и толщина полотна

Таблица 8. Ширина полотна по типу станка

Ширина, мм	Тип станка	Риск более узкой замены
13–20	вертикальный контурный, малый отрезной	на толстом круге — увод и нагрев спинки
27	горизонтальный полуавтомат	на Ø200+ лента «дышит» в пропиле
34–41	тяжёлый полуавтомат, колонна	27 мм даёт косину раньше, чем кончится зуб
54–67	двухстоечный, линия раскроя	узкая лента рвётся или уводит за первые резы

Таблица 9. Толщина полотна по диаметру шкивов (слишком толстая лента — трещины и усталость у шкива; слишком тонкая — смятие в направляющих, увод)

Диаметр шкива, мм	Толщина полотна, мм
250–320	0,65–0,90
350–500	0,90–1,10
550–750	1,10–1,30
800–1000 и более	1,30–1,60

9. Ограничения

(1) Все значения — производственные ориентиры для старта наладки из статей одного источника, а не результаты контролируемого эксперимента; статистической обработки не проводилось. (2) Интервалы зависят от жёсткости станка, натяжения, состояния направляющих, геометрии зуба и конкретного производителя полотна; приоритет всегда у паспорта станка и карты полотна. (3) Строки, помеченные в наборе как shop_example, — единичные цеховые случаи. (4) Ресурс полотна (таблица 7) указан порядком величины и не может служить гарантией или нормой расхода. (5) Выбор длины полотна в обзоре не рассматривается.

Раскрытие интересов. ООО «Станкоторг» продаёт ленточнопильные станки и ленточные полотна; исходные статьи и набор данных подготовлены компанией. Внешнего финансирования и рецензирования не было. Таблицы приводятся как справочные ориентиры без рекомендации конкретных брендов.

10. Как цитировать и где взять данные

ООО «Станкоторг». Band saw metal cutting: tooth pitch (TPI), cutting speed, feed and blade selection — reference tables [набор данных]. Figshare, 2026. DOI:

10.6084/m9.figshare.34063371. Машиночитаемые CSV с дословными цитатами-источниками доступны там же и в проекте OSF.

Источники

1. ООО «Станкоторг». Band saw metal cutting: tooth pitch (TPI), cutting speed, feed and blade selection — reference tables. Figshare, 2026. DOI: 10.6084/m9.figshare.34063371

2. Тот же набор данных, проект OSF: https://osf.io/vebhu/

3. Шаг зубьев TPI — таблица подбора. Станкоторг: https://stankotorg.ru/guide-shag-zubyev-tpi-tablica.htm

4. Подбор скорости ленты по материалу — таблица ориентиров. Станкоторг: https://stankotorg.ru/guide-podbor-skorosti-lenty-po-materialu.htm

5. Таблица режимов резания ленточной пилы по металлу. Станкоторг: https://stankotorg.ru/tablitsa-rezhimov-lentochnoj-pily.htm

6. Калькулятор ленточного полотна: TPI, марка кромки, СОЖ. Станкоторг: https://stankotorg.ru/kalkulyator-lentochnogo-polotna.htm

7. Калькулятор режимов и времени пиления. Станкоторг: https://stankotorg.ru/kalkulyator-rezhimy-i-vremya-pileniya.htm

8. Размеры ленточных полотен по металлу: ширина и длина. Станкоторг: https://stankotorg.ru/razmery-lentochnyh-poloten.htm