

## СТОЙКОСТЬ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ И АЛГОРИТМ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИЙ

1. *Белорусский национальный технический университет*2. *ООО «ВИ-МЕНС»**Минск, Беларусь*

*Разработан алгоритм выбора оптимальных конструкций ленточных пил, учитывающий материалы и свойства обрабатываемых материалов, профили и габариты заготовок.*

Для расчета стойкости ленточных пил используется суммарная площадь поперечного сечения отрезанных заготовок  $\sum S$ , м<sup>2</sup> или площади поперечного сечения отрезанных заготовок, отнесенных к длине пилы –  $C$ , м<sup>2</sup>/L. Для расчета стойкости пилы рекомендуется следующая формула:

$$C = \frac{\sum S_i n_i}{L_{\text{П}}} \frac{\text{м}^2}{\text{м}}, \quad (1)$$

где  $S$  – площадь поперечного сечения заготовки, м<sup>2</sup>;  $n$  – количество резов заготовки;  $L_{\text{П}}$  – длина ленточной пилы, м.

Формула используется для расчета стойкости при обработке сплошных и толсто-стенных профилей стандартной формы. При резании малогабаритных тонкостенных заготовок в качестве показателя стойкости используют суммарное количество отрезанных заготовок  $\sum n$  (шт.), что связано с трудоемкостью расчетов большего количества площадей заготовок сложной формы.

Величины стойкости пил м<sup>2</sup>/м с минимальными и максимальными значениями для различных групп сталей при резании биметаллическими ленточными пилами представлена на диаграмме (рис.1). Значения стойкости min и max учитывают обрабатываемостью сталей в каждой партии заготовок, типоразмеры пил и конструкции станков.



Рис. 1. Стойкости биметаллических ленточных пил

Формула [1] позволяет вывести общее значение стойкости для различных групп материалов без привязки к длине пилы. Это обеспечивает использование стойкости  $S$  для экономического планирования внедрения ленточно-отрезной технологии в производстве.

Формы и виды стружек могут использоваться в качестве индикатора стойкости пилы и степени износа ее режущих лезвий, оптимизации режимов резания.

На рис. 2 представлены формы стружек при резании различных сталей различными марок биметаллическими пилами с шагом  $3/4 \text{ tpi}$ .

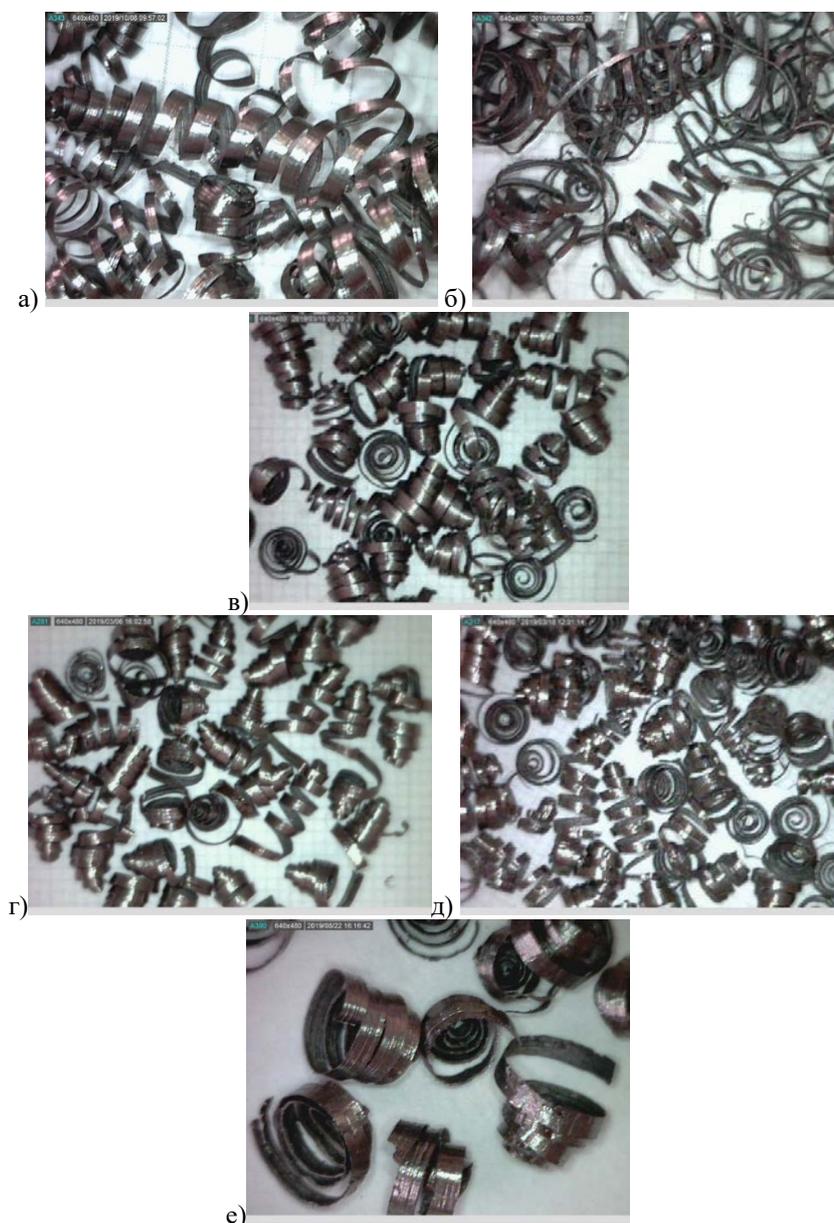


Рис. 2. Формы стружек при резании сталей: марок

Вид сливной стружки для стали 45  $\text{Ø}160 \text{ мм}$  (пила M42 4400x34x1,1 –  $3/4 \text{ tpi}$ ,  $v=55 \text{ м/мин}$ ,  $S=30 \text{ мм/мин}$ ), рис. 2, а. Стружка имеет серебристый цвет, спирали вытянуты вдоль своей оси. Формирование спирали вдоль оси происходит из-за разведенных зубьев. Длина спиралей от 8 до 25 мм, их диаметр от 3 до 8 мм. Плотность сжатия витков стружек различная, т.к. производилась резка круглых заготовок, что влияет на длину пропила по сечению от 0 до 160 мм.

Вид сливной стружки для стали 09Г2С Ø110 мм (пила М42 4400х34х1,1 – 3/4 *tpi*,  $v=55$  м/мин,  $S=45$  мм/мин), рис. 2, б). Длина спиралей от 3 до 11 мм, диаметр от 6 до 9 мм.

Вид сливной стружки для стали 40Х Ø100 мм (пила М42 4400х34х1,1 – 3/4 *tpi*,  $v=50$  м/мин,  $S=35$  мм/мин), рис. 2, в). Длина спиралей от 3 до 9 мм, диаметр от 3 до 8 мм.

Вид сливной стружки для стали 30ХГСА Ø100 мм (пила М42 4400х34х1,1 – 3/4 *tpi*,  $v=45$  м/мин,  $S=30$  мм/мин), рис. 2, г). Длина спиралей от 4 до 10 мм, диаметр от 3 до 6 мм.

Вид сливной стружки для стали 40ХН2МА Ø160 мм (пила М42 3110х27х0,9 – 3/4 *tpi*,  $v=60$  м/мин,  $S=23$  мм/мин), рис. 2, д). Длина спиралей от 4 до 14 мм, диаметр от 3 до 8 мм.

Вид сливной стружки для стали 45ХН Ø160 мм (пила М71 5800х41х1,3 – 3/4 *tpi*,  $v=35$  м/мин,  $S=22$  мм/мин), рис. 2, е). Длина спиралей от 4 до 7 мм, диаметр от 7 до 13 мм.

Для всех групп сталей характерна форма стружки в виде вытянутых спиралей, образованных разведенными зубьями и спиралей без осевого смещения, образованных прямыми зубьями. Для различных марок сталей наблюдаются стружки в виде плотно скрученных спиралей, образование которых происходит при недостаточном объеме межзубной впадины, а также свободных спиралей с зазором между витками.

Стружка при ленточном пилении характеризуется диаметром, длиной и плотностью сжатия. Диаметр спирали зависит от свойств обрабатываемого материала, углов режущей части зуба, шага между зубьями, размера межзубной впадины, размеров и формы заготовки.

Плотность сжатия зависит от соответствия шага ленточной пилы и размеров заготовки. При малых объемах межзубной впадины происходит скручивание спирали и ее деформация, (рис. 3).



Рис. 3. Формы стружек при пилении бронзы

Различные формы сливной стружки при пилении БраЖ9–4,  $d = 220$  мм (пила М42 2710х27х0,9 – 2/3 *tpi*,  $v = 40$  м/мин,  $S=10$  мм/мин) представлены на рис. 3, где длины спиралей стружек 4–10 мм и диаметры 9–17 мм.

Проведенные эксперименты показали, что формы и параметры сливных стружек для сталей и цветных металлов подобны. Диаметры витков спиралей стружек практически постоянны для пил с постоянным шагом и одинаковым положением режущих кромок при постоянной длине реза. Для пил с переменным шагом зубьев и, соответственно, имеющих различные объемы межзубных впадин и расстояния между режущими лезвиями диаметры спиралей стружек различны.

На основании многолетнего опыта внедрения процессов ленточного пиления фирмой ВИ-МЕНС разработан алгоритм выбора пил с учетом различных производственных условий (рис. 4).

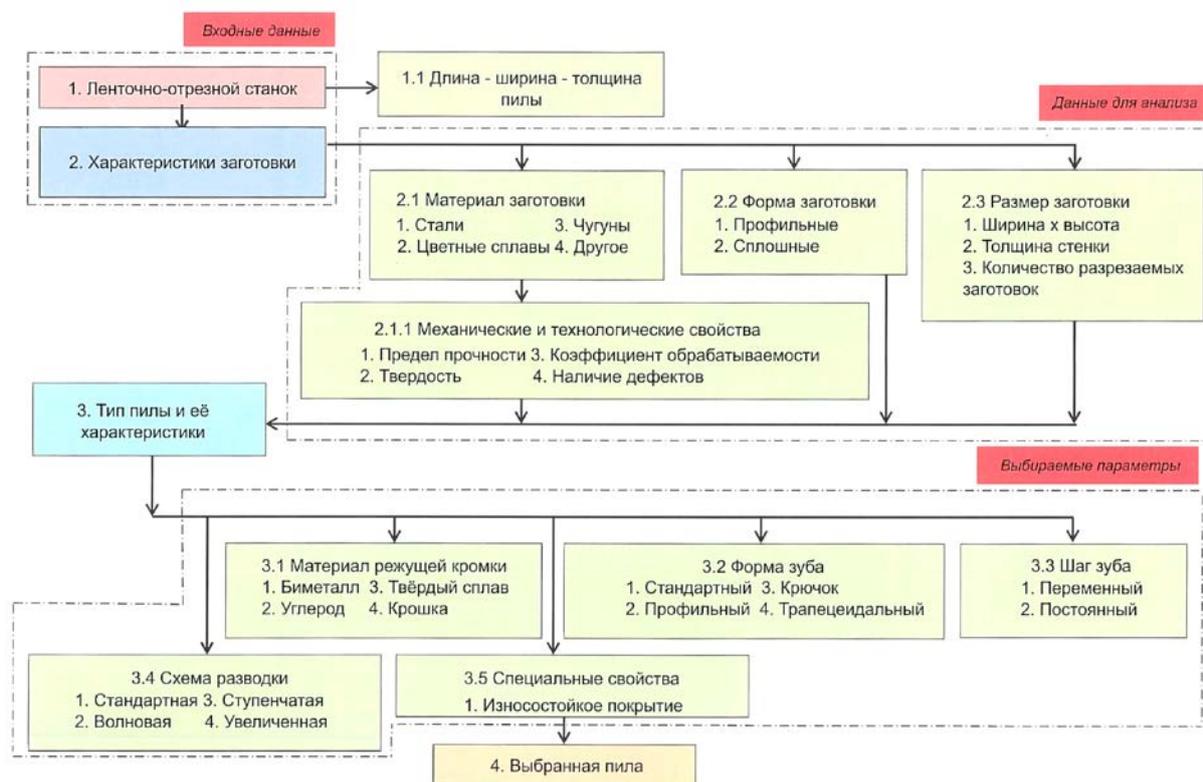


Рис. 4. Алгоритм выбора конструкции пилы

## ЛИТЕРАТУРА

1. «Процесс стружкообразования при ленточном пилении», Э. М. Дечко, С. В. Сизов, П. В. Густяков Перспективные направления развития технологии машиностроения и металлообработки. Тезисы докл. междуна. научн.-техн. конф. (Минск, 5 апр. Минск. Бизнес-офсет, 2017. – 237 с. Э. М.).
2. Формирование межзубных впадин при ленточном пилении. Э. М. Дечко, П. В. Густяков
3. [www.vimens.ru](http://www.vimens.ru), Краткий справочник специалиста ленточного пиления.

УДК 621.002

Кане М.М., Кравчук М.А.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗУБОФРЕЗЕРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ШЕСТЕРЕН ЧЕРВЯЧНЫМИ ФРЕЗАМИ

*Белорусский национальный технический университет*

*Минск, Беларусь*

*В статье показана актуальность проблемы совершенствования процесса зубофрезерования цилиндрических шестерён червячными фрезами в направлении повышения его производительности. Для решения этой задачи принят метод увеличения режимов резания за счёт улучшения условий работы инструмента. Для достижения поставленной цели автором предложен новый способ зубофрезерования цилиндрических шестерён с импульсной подачей. В статье описан этот способ, перечислены его особенности и преимущества, приведены зависимости для расчёта его основных характеристик.*