




СТРУЖКООТВОД ПРИ ГЛУБОКОМ СВЕРЛЕНИИ СТАЛЕЙ

*Белорусский национальный технический университет,**Минск, Беларусь*

В статье представлены некоторые результаты исследований форм стружек при глубоком сверлении отверстий в сталях и зависимость для расчета скорости отвода стружек из зоны резания.

Производительность процесса сверления спиральными сверлами глубоких отверстий диаметром до 20 мм при $L/d > 3$ в стальных заготовках связана с необходимостью периодических выводов инструмента для удаления стружки из зоны резания. Проблемам увеличения объемов стружечных канавок, формированию стружек в зоне резания, улучшению условий размещения, формирования и удаления стружек из отверстия посвящен ряд работ [1,2,3]. Известны конструкции спиральных сверл с различными профилями стружечных канавок; с увеличенными или уменьшенными углами ω ; утолщенными или уменьшенными толщинами сердцевины; специальными формами режущих лезвий, передних и задних поверхностей; с подводом СОЖ под высоким давлением и др. [5,6,7]. Имеются, например, рекомендации фирмы MITSUBISHI по предпочтительным формам, размерам элементов стружек с точки зрения их деформаций и возможностью наматывания на сверло, контактов со стенками отверстия, «забиванием» стружечной канавки и др. Описаны формы стружек в виде «лопасти, сегмента, иглообразной» и др., табл. 1.

Таблица 1 – Формы стружки

Форма стружки	Условия формирования стружки
 Лопать	Стружка, обломанная зубом сверла и стенкой отверстия
 Сегмент	Коническая спираль с большим шагом, обломанная стенкой отверстия
 Иглообразная	Стружка ломается из-за вибраций и может забивать стружечную канавку

Разработанная для глубокого сверления специальная заточка режущей части шнековых сверл с углами $\omega = 60^\circ$ и сопровождающие процесс сверления низкочастотные автоколебания обеспечивают стабильное дробление стружки в зоне резания и ее отвод из отверстия без периодических выводов сверла [1,2]. На оптимальных режимах резания отдельные частицы стружек имели однородный состав, 65...80%, в виде усеченного конуса размером основной фракции 3...5 мм, что подтверждается ситовым анализом, рис. 1.

Таким образом, сочетание специальной трапецидальной заточки передней поверхности режущей части шнекового сверла и низкочастотные колебания режущих лезвий по винтовой линии за счет специфических форм конструкции сверла обеспечивают устойчивое дробление стружки в зоне реза.

Для анализа условий устойчивого отвода дробленой стружки из зоны резания была разработана условная модель формы стружек, рассчитаны площади поперечного и продольного сечений шнекового сверла [1,4]. На условия устойчивого отвода и использовано ряд положений теории винтовых конвейеров [6]. На условия устойчивого отвода стружки влияют ее размеры и масса; трение между частицами стружек и сверлом, стенками отверстия; угол подъема спиральных канавок; частота вращения сверла; параметры спиральных канавок и их заполнение стружкой.

Установлено, что наибольшую стойкость имели шнековые сверла $d = 6 \dots 10$ мм с толщиной сердцевины $k = 0,5d$, а для сверл $d = 12 \dots 15$ мм с $k = (0,45-0,35)d$. Это обеспечивало достаточные объемы канавок для размещения стружек без дополнительной их деформации.

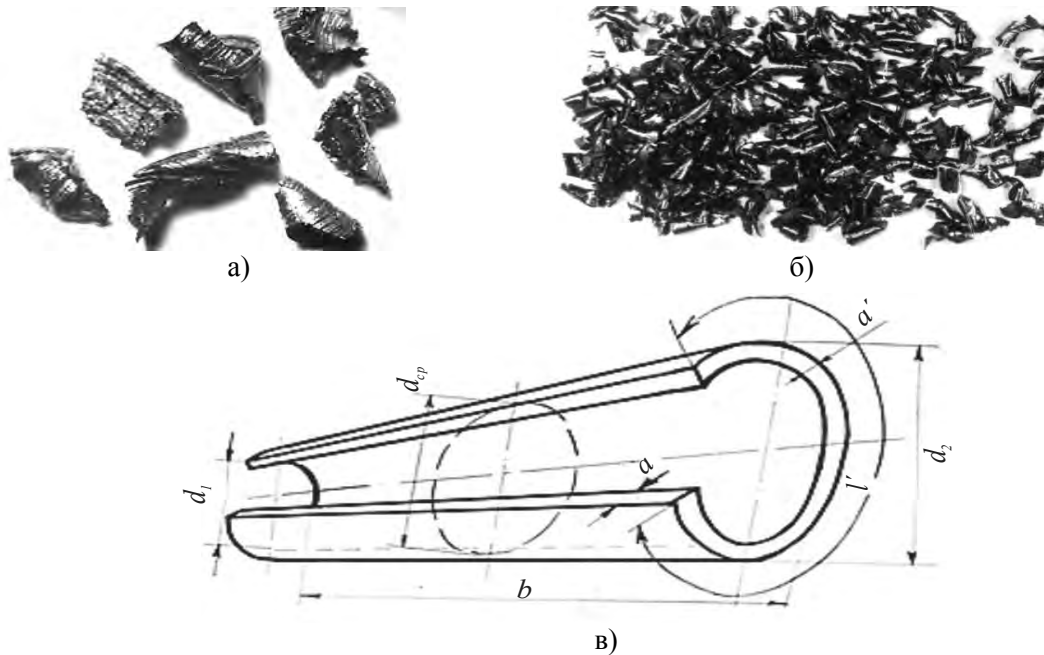


Рис.1. Формы стружек (а, б) и модель частицы стружки при сверлении ст. 45 шнековыми сверлами, $d=12$ мм, $v = 20L/d \leq 40$

Анализ уравнений движения стружек в винтовых канавках показывает, что на стабильность отвода стружек из зоны резания влияют размеры и масса частиц, трение между частицами стружек и сверлом, между стружкой и стенками отверстия; углом подъема стружечных канавок, частотой вращения сверла, заполнением канавок стружкой.

Для расчета скоростей отвода стружек из зоны резания получена следующая формула:

$$\omega = \sqrt{\frac{g(\sin \alpha - f_1 \cos \alpha) \sqrt{K'_{mp}{}^2 + 2K'_{mp} \cos \alpha + 1}}{f_2 r (1 - 2K'_{mp} \cos \alpha) (\cos \alpha + f_1 \sin \alpha - K'_{mp})}}$$

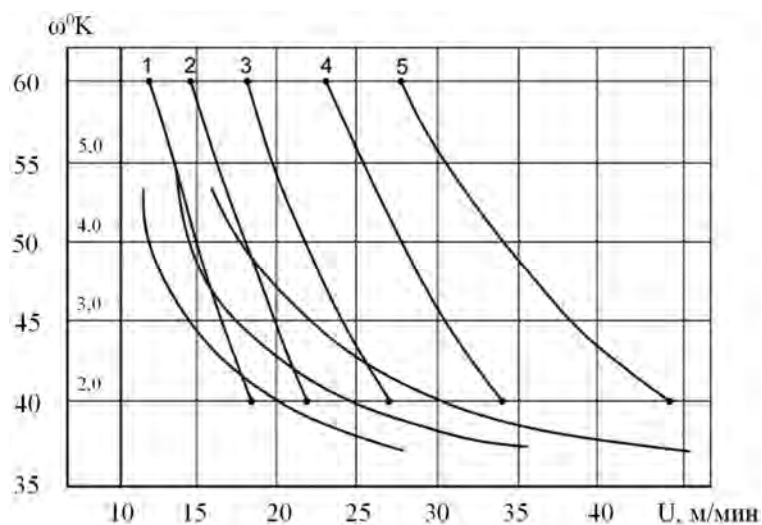


Рис.2. Коэффициенты заполнения стружкой канавок спиральных сверл при увеличении скорости резания при сверлении стали 45

где f_1, f_2 – коэффициенты трения стружки между поверхностями сверла и стенками отверстия;

r – расстояние от оси сверла до центра тяжести частицы стружки;

ω – угол спиральной канавки;

$$K'_{mp} = \frac{v_{mp}}{v_{рез}}$$

Установлены зависимости между углами наклона стружечных канавок ω , коэффициентами заполнения стружкой канавок при увеличении скорости резания, рис. 2.

Таким образом, при разработке новых конструкций сверл для глубокого сверления желательно, как и при конструировании, например, протяжек учитывать заполнение стружкой канавок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дечко Э.М. Сверление глубоких отверстий в сталях.- Минск: Высшая школа, 1979. – 232 с.
2. Лысенко В.Г.Повышение производительности процесса сверления глубоких отверстий спиральными сверлами: Дис. канд. техн. наук – Минск, 1084 с.
3. Жилис В.И. Исследование и анализ спиральных сверл разных конструкций: Дис., канд. техн. наук: - Минск, 1968. – 303 с.
4. <http://www.Sandvik-Coromant>.
5. <http://www.Mitsubishicarbide.com>
6. <http://www.Guhring.ru>
7. Дечко Э.М. , Воронович А.В., Шмачков В.В. Условия стружкоотвода для специальных спиральных сверл. Республ. Межведомств. сб-к научн. трудов, вып. 24, т.2. 2009, с. 54-56.
8. Григорьев А.М. Винтовые конвейеры. – Машиностроение.1973.-184с
9. Дечко Э.М. Оценка эффективности дробления стружки // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 12-ой Международной научно-технической конференции, Минск, 25 апреля 2014г. В 4 томах. Т.1. – Минск, БНТУ. – 2014. – С. 394.
10. Дечко Э.М. Принципы интенсификации сверления глубоких отверстий специальными спиральными сверлами // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 11-ой Международной научно-технической конференции, Минск, 26 апреля 2013 г. В 4 томах. Т.1. – Минск, БНТУ. – 2013. – С. 396.

УДК 674. 023

Дечко Э.М., Густяков П.В.

ДЕФОРМАЦИИ И НАПРЯЖЕНИЯ В ЗОНАХ МЕЖЗУБНЫХ КАНАВОК ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ

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

В статье приведены результаты исследований деформаций и напряжений в межзубных канавках ленточных пил методом конечных элементов

Для исследования деформаций ленточной пилы была разработана расчетная схема для определения напряженного состояния полотна в процессе работы, рис. 1. [1,2]

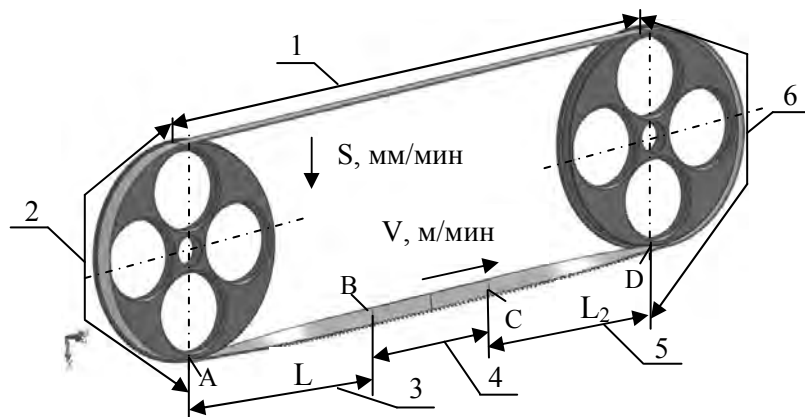


Рис. 1. Схема зон напряжений полотна пилы в процессе резания: 1 – растягивающие и центробежные напряжения; 2 – изгибные, центробежные, растягивающие и от тягового усилия; 3 – растягивающие, центробежные и крутильные; 4 – растягивающие, центробежные и от сил резания; 5 – растягивающие, центробежные и крутильные; 6 – изгибные, центробежные, растягивающие и от тягового усилия