

ВЛИЯНИЕ МЕТОДА ЗАТОЧКИ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ НА ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Для создания заднего угла, при образовании задней поверхности используются поверхности различных форм. Это может быть конус, цилиндр, плоскость, сфера, винтовая поверхность.

Однако нет никаких рекомендаций и предложений, какой из методов более предпочтительный с точки зрения повышения работоспособности инструмента.

Цель данной работы – определение влияния формы задней поверхности спиральных сверл на их работоспособность.

Для имитации процесса сверления созданы 3-D модели сверла и заготовки. С помощью метода конечных элементов (МКЭ) создана модель процесса сверления стали 45 сверлом из T15K6. Расчеты крутящих моментов, моделирование износа по главной задней поверхности сверл показывают, что метод заточки сверла не оказывает решающего влияния на его работоспособность.

Для обеспечения требуемой геометрии лезвий следует варьировать параметрами каждого из методов, такими как: смещение осей конуса или цилиндра относительно оси сверла, вершины конуса по отношению к вершине сверла, шагом винтовой траектории при создании винтовой поверхности. Окончательно метод заточки может быть установлен в зависимости от условий производства.

Ключевые слова: конус, цилиндр, схема заточки, компьютерная модель, задний угол, работа

Введение. Для создания заднего угла на главной задней поверхности ее затачивают, придавая ей форму различных поверхностей. Это может быть конус (при схемах заточки Вашбурна или Вейскера), цилиндр, плоскость, сфера, винтовая поверхность [1- 4].

Заточка сверла по главной задней поверхности происходит при относительном движении шлифовального круга и сверла, которое создается кинематикой станка или приспособления. Затачиваемая поверхность образуется как огибающая последовательных положений режущей поверхности круга.

При создании конической поверхности по схеме Вашбурна ось воображаемого конуса располагается в плоскости параллельной одновременно оси сверла и проекции главной режущей кромки на его торец, отстоящей от оси сверла на расстоянии b . Угол скрещивания оси конуса с осью сверла σ . Вершина конуса сдвинута вверх вдоль его оси по отношению к вершине сверла на величину a .

Создание конической поверхности по методу Вейскера отличается тем, что угол скрещивания оси конуса с осью сверла $\sigma = 90^\circ$, а его вершина ниже вершины сверла.

При создании цилиндрической поверхности, угол скрещивания оси конуса с осью сверла равняется главному углу в плане. Как и в предыдущем случае, для создания положительных задних углов в точках режущей кромки, плоскость, в которой расположена ось воображаемого цилиндра, смещена от проекции режущей кромки на торец сверла на некоторую величину

Кинематика заточки задней поверхности сверла по винтовой поверхности позволяет использовать станки-автоматы, приспособления типа Drill Doctor. Такая форма соответствует

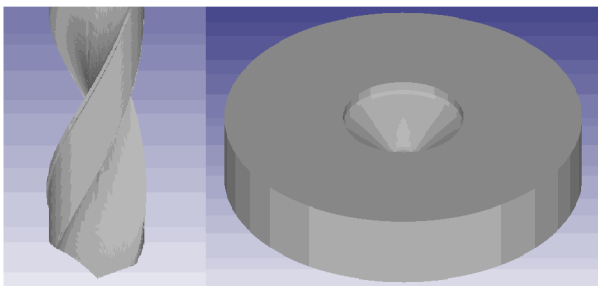


Рис. 1. Электронные модели спирального сверла и заготовки

траектории точек задней поверхности сверла во время его работы.

Однако она может быть ограничена и несколькими плоскостями. Такое формообразование предпочтительное для таких известных фирм как Sandvik Coromant, Iscar, Seco, TaeguTec. Заточка задней поверхности сверла по плоскости отличается простотой операции и оборудования.

Осуществление заточки по тому или иному методу требует специального

оборудования. Но при этом нет рекомендаций и выводов, какой из методов предпочтительнее с точки зрения повышения стойкости инструмента. Поэтому проблемой является формирование критериев, позволяющих осуществить выбор метода заточки (кинематики и степени сложности оборудования). При этом следует ответить на вопрос: насколько чувствительна стойкость инструмента к методу формообразования при заточке.

Целью настоящей работы является определение влияния формы задней поверхности спиральных сверл на их работоспособность.

1. Модели инструмента и процесса сверления. Для имитации процесса сверления созданы 3-D модели сверла и заготовки (рис.1). Сверло диаметром 10 мм с шагом винтовой канавки $P = 54$ мм, угол $2\phi = 118^\circ$. Заготовка диаметром 30 мм и толщиной 5 мм. Для того чтобы сократить процесс врезания при моделировании процесса, выполнено засверливание на глубину 3,4 мм.

Рассекая 3-D модели сверл, заточенных по разной методике, плоскостями, проходящими через проекцию главной режущей кромки на основную плоскость параллельно оси сверла, определяем влияние положения точки главной режущей кромки на величину заднего угла (рис. 2).

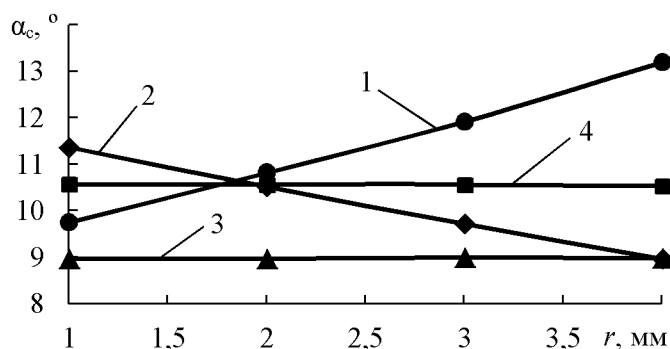


Рис. 2. Зависимость статического заднего угла сверл в осевой плоскости от расстояния точки режущей кромки до оси сверла при различных формах задней поверхности: 1 – конус (по Вейскеру), 2 – конус (по Вашбурну), 3 – цилиндр, 4 – винт

Преимущества и недостатки различных форм задней поверхности наиболее ярко проявляются при моделировании схем Вашбурна и Вейскера, оказывающие противоположное влияние на величину статического заднего угла в зависимости от расположения точки режущей кромки по отношению к оси сверла. При заточке по схеме Вейскера статический задний угол увеличивается по мере увеличения диаметра, на котором располагается точка главной режущей кромки. Схема Вашбурна позволяет получать статические задние углы ближе к оси сверла большими, чем на периферии. Следовательно, учитывая зависимость кинематического заднего угла от диаметра, на котором располагается точка режущей кромки, (при неизменных подаче, диаметре и статическом заднем угле) предпочтительнее выглядит заточка по схеме Вашбурна.

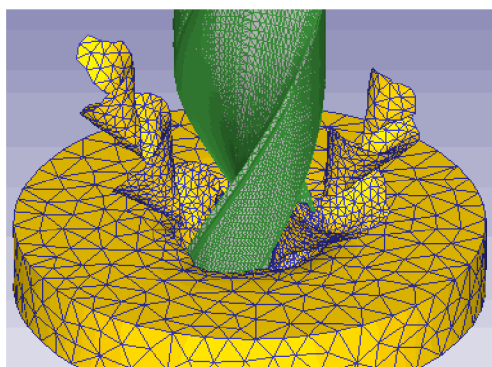


Рис. 3. Моделирование процесса сверления при помощи МКЭ

Для сравнения условий стружкообразования при использовании сверл с различной формой главной задней поверхности использована математическая модель процесса. С помощью метода конечных элементов (МКЭ) создана модель процесса сверления стали 45 сверлом из Т15К6 при скорости резания $V=180$ м/мин и подаче $s=0,4$ мм/об (рис. 3). Применен программный продукт DEFORM-3D, модель материала заготовки задана как «упруго-пластичный», учитывалось деформирование и теплопередача. При моделировании использована возрастающая функция Лагранжа. Решение системы нелинейных уравнений выполнялось методом Ньютона–Рафсона, которое сводилось к решению на каждой итерации системы линейных алгебраических уравнений с разреженной матрицей с нерегулярной структурой. Коэффициент трения на поверхностях инструмента – 0,7.

2. **Обсуждение результатов эксперимента.** Сравнение крутящих моментов в процессе моделирования (рис. 4, 5) показывает, что они для инструментов заточенных по схемам Вашбурна и Вейскера отличаются всего в пределах (1,5 - 2)%.

Это можно объяснить тем, что хотя при заточке по схеме Вейскера интенсивность износа лезвия (а следовательно и силы трения из-за меньших статических задних углов) выше возле оси сверла, чем на периферии (рис. 6 а), а при заточке по схеме Вашбурна наоборот, износ сверла увеличивается с увеличением расстояния от его оси (рис. 6 б), размеры охваченных износом площадей отличаются незначительно.

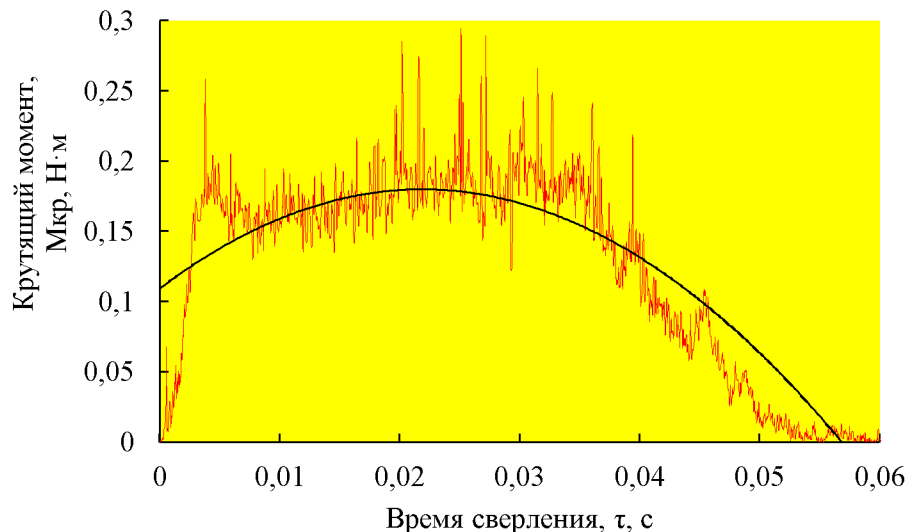


Рис. 4. Зависимость крутящего момента от времени при работе сверла заточенного по схеме Вашбурна

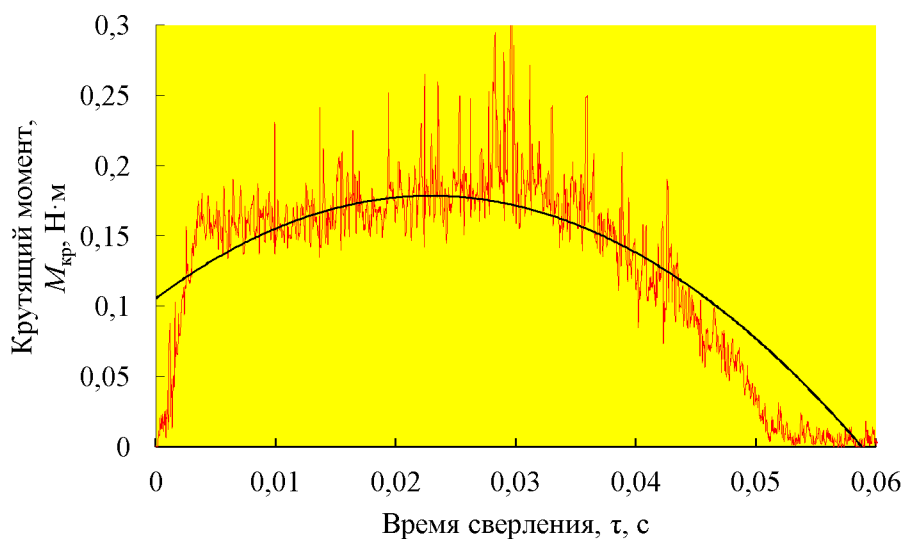


Рис. 5. Зависимость крутящего момента от времени при работе сверла заточенного по схеме Вейскера

Для определения скорости объемного износа использовалась эмпирическая модель E. Usui [5]:

$$w = \int ApV \exp\left(-\frac{B}{T}\right) dt, \quad (1)$$

где A , – экспериментально установленный коэффициент, $\text{м}^4/\text{Н}$; B – экспериментально установленный коэффициент, $^{\circ}\text{K}$; p – распределенная нагрузка на задней поверхности в зоне ее контакта с металлом, $\text{Н}/\text{м}^2$; V – скорость резания, $\text{м}/\text{с}$; T – температура в КЭ задней поверхности, контактирующих с заготовкой, $^{\circ}\text{K}$; dt – приращение времени, с .

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

С целью лучшей визуализации развития износа при незначительной для реальных условий работе сверления, приняты коэффициенты, значительно повышающие его интенсивность: $A=1000$, $B=1000$.

Преимущества заточки по схеме Вашбурна возле сердцевины нивелируются и за счет винтового движения точек режущей кромки. Кинематический задний угол равен разности статического заднего угла α_c и угла поворота кинематической плоскости резания по отношению к статической θ :

$$\alpha_k = \alpha_c - \theta. \quad (2)$$

Из выражения $\theta = \arctan\left(\frac{s_{об}}{\pi d}\right)$ следует, что при малых значениях d угол поворота резко

возрастает. Очевидно, ошибочным следует считать имеющееся в литературе утверждение [2],

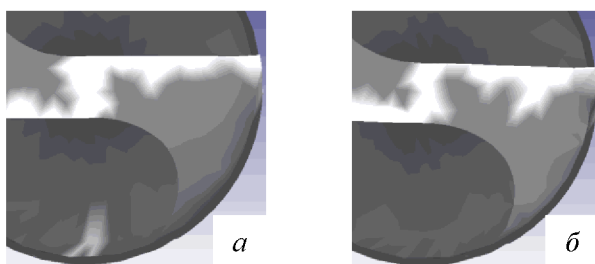


Рис. 6. Развитие износа по главной задней поверхности сверл, заточенных по схеме Вейскера *а*) и схеме Вашбурна *б*)

что «из-за малых значений угла θ им можно пренебречь». Если, при затачивании задней поверхности образовать цилиндрическую или винтовую поверхность (с постоянным статическим задним углом вдоль режущей кромки, например, $\alpha_c = 9^\circ$), то, при подаче на оборот $s_{об} = 0,4$ мм/об для сверла диаметром $d = 10$ мм, значение кинематического заднего угла от периферии к $d = 1$ мм уменьшается в 4,7 раза (рис. 7). Естественно, что значительное уменьшение

кинематического заднего угла происходит и у сверл, заточенных по методу Вашбурна. Кроме того, ближе к оси сверла уменьшается радиус завивания стружки (см. рис. 3), что вызывает увеличение работы пластической деформации [6, 7].

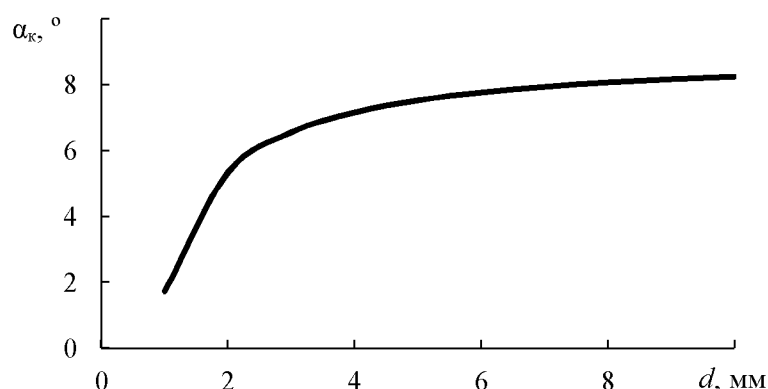


Рис. 7. Зависимость кинематического заднего угла сверла от удаления точки режущей кромки от оси

На основании зависимостей между износом лезвия и выполненной при этом работой в системе резания [8] может быть разработана методика определения ресурса работоспособности сверла. Такие зависимости легко получить экспериментально.

Для осуществления процесса резания, из-за наличия неизбежных потерь, потребляется больше энергии, чем требуется для разрушения обрабатываемого материала. Чем меньше энергии потребляет система, тем лучше она организована, меньше расходы на осуществление процесса, меньше нагрузки на инструмент. Физические процессы такого рода оцениваются при помощи коэффициента полезного действия. Применительно к системе резания это отношение критической энергии разрушения к величине работы внешних сил [9]. Можно говорить, что при любой организации процесса резания величина потребляемой энергии превосходит энергию разрушения. Поэтому, расходование энергии на преодоление сил трения и повышенная работа пластической деформации возле оси сверла снижают преимущества, которые создает тот или иной метод заточки за счет более благоприятных статических углов.

Выводы. Расчеты крутящих моментов, моделирование износа по главной задней поверхности сверл показывают, что метод заточки сверла не оказывает решающего влияния на

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

его работоспособность. Для обеспечения требуемой геометрии лезвий следует варьировать параметрами каждого из методов, такими как: смещение осей конуса или цилиндра относительно оси сверла, вершины конуса по отношению к вершине сверла, шагом винтовой траектории при создании винтовой поверхности. Ухудшение геометрии возле перемычки сверла устраняется ее подточкой.

Как показывают также исследования [10], топография износа сверла в основном зависит от режимов резания и его интенсивность может преобладать в различных точках режущей кромки (от периферии к центру) вне зависимости от формы задней поверхности.

В связи с тем, что форма задней поверхности сверла не оказывает решающего влияния на силовые характеристики процесса сверления, на износ по задней поверхности и, следовательно, на работоспособность инструмента в целом, метод заточки может быть установлен в зависимости от условий производства и имеющегося оборудования.

Информационные источники

1. Вульф А.М. Резание металлов / А.М. Вульф. – Л.: Машиностроение, 1975. – 305 с.
2. Семенченко И.И. Проектирование металлорежущих инструментов / И.И. Семенченко, – М.: Машгиз, 1963. – 952 с.
3. Сахаров Г.Н. Металлорежущие инструменты / Г.Н. Сахаров, О.Б. Арбузов, Ю.Л. Боровой, В.А. Гречишников, А.С. Кисилев. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
4. Родин П. Р. Металлорежущие инструменты / П.Р. Родин. – К.: Вища школа, 1974. – 400 с.
5. Хавин В.Л. Моделирование накопления износа при высокоскоростном резании на основе МКЭ / В.Л. Хавин, А.М. Гриненко, Л.В. Автономова, А.В. Степук // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. – №58. – С. 184-191.
6. Швець С.В. Расчет шероховатости обработанной поверхности при точении / С.В. Швець // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2009. – №3. – С. 27-31.
7. Emelyanov S.G. Chip Curling in Metal Cutting / S.G. Emelyanov, E.I. Yatsun, A.I. Remnev, S.V. Shvets // Russian Engineering Research. – 2011. – Vol.31, № 7. – P. 679-684.
8. Швець С.В. Системный анализ теории резания / С.В. Швець. – Издательство СумГУ, 2009. – 212 с.
9. Shvets S.V. Assessment of Physical Efficiency of the Cutting System / S.V. Shvets // International Journal of Advances in Machining and Forming Operations. – 2011. – Vol.3, № 1. – P. 33-41.
10. Dolinsek S. Mechanism and types of tool wear; particularities in advanced cutting materials / S. Dolinsek, J. Kopac // Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. – 2006. - Vol. 19, № 1. - P. 11-18.

С.В. Швець

Сумський державний університет

ВПЛИВ МЕТОДУ ЗАТОЧУВАННЯ СПІРАЛЬНИХ СВЕРДЕЛ НА ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Для створення заднього кута, при утворенні задньої поверхні використовуються поверхні різних форм. Це може бути конус, циліндр, площина, сфера, гвинтова поверхня. Проте немає ніяких рекомендацій і пропозицій, який з методів прийнятніший з точки зору підвищення працездатності інструменту.

Мета цієї роботи - визначення впливу форми задньої поверхні спіральних свердел на їх працездатність.

Для імітації процесу свердління створені 3 - D моделі свердла і заготовки. За допомогою методу скінчених елементів (МСЕ) створена модель процесу свердління сталі 45 свердлом з Т15К6. Розрахунки крутних моментів, моделювання зношення по головній задній поверхні свердел показують, що метод заточування свердла не робить вирішального впливу на його працездатність.

Для забезпечення необхідної геометрії лез слід варіювати параметрами кожного з методів, такими як: зміщення осей конуса або циліндра відносно осі свердла, вершини конуса по відношенню до вершини свердла, кроком гвинтової траєкторії при створенні гвинтової поверхні. Остаточно метод заточування може бути встановлений залежно від умов виробництва.

Ключові слова: конус, циліндр, схема заточування, комп'ютерна модель, задній кут, робота

S. Shvets

Sumy State University

INFLUENCE OF THE METHOD OF SHARPENING FOR SPIRAL DRILLS ON THEIR OPERATING CHARACTERISTICS

For clearance creation on the major flank it basil, forming it of various surfaces. It can be a cone, the cylinder, a plane, sphere, a helical surface.

However thus there are no recommendations and leading-outs what of methods is more preferable from the point of view of raise of working capacity of the tool.

The purpose of the present paper is definition of influence of the shape of a major flank of spiral drills on their working capacity.

For research are created 3-D drill and workpiece models. By means of a finite element method (FEM) the model of process of drilling of a ANSI 1045 steel drill from Carbide P20 (15% TiC, 6% Co) is created. Calculations of torques, wear simulation on the principal major flank of drills display that the method of to basil of a drill does not render solving influence on its working capacity.

For security of demanded geometry of edges it is necessary to vary in parameters of each of methods, such as: displacement of axis of a cone or the cylinder concerning an axis of a drill, cone top in relation to drill top, step of a screw trajectory at helical surface creation. Definitely method of to basil can be established depending on conditions of production.

Keywords: *cone, cylinder, sharpening schema, computer model, clearance, work*