

химическим составом исследованных сталей. Установлено, что более жесткие режимы иглофрезерования поверхности используются, тем меньше оказывается интенсивность изнашивания поверхности. В связи с этим быстроизнашивающиеся поверхности необходимо обрабатывать при высоких скоростях резания и натягах.

Выявлено также, что с увеличением легирующих элементов в составе сталей возрастает интенсивность его изнашивания. Это связано с переходом карбидов (например, хрома и никеля) из металлической матрицы в смазочный слой, что увеличивает интенсивность изнашивания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ящерицын П.И., Махаринский Е.И. Планирование эксперимента в машиностроении. – Мн.: Высшая школа, 1985.–286 с. 2. Баршай И.Л. Обеспечение качества поверхности и эксплуатационных характеристик деталей при обработке в условиях дискретного контакта с инструментом. – Мн.: УП «Технопринт», 2003. – 244 с.

УДК 621.95

Дечко Э.М., Ивашин Э.Я., Воронович А.В.

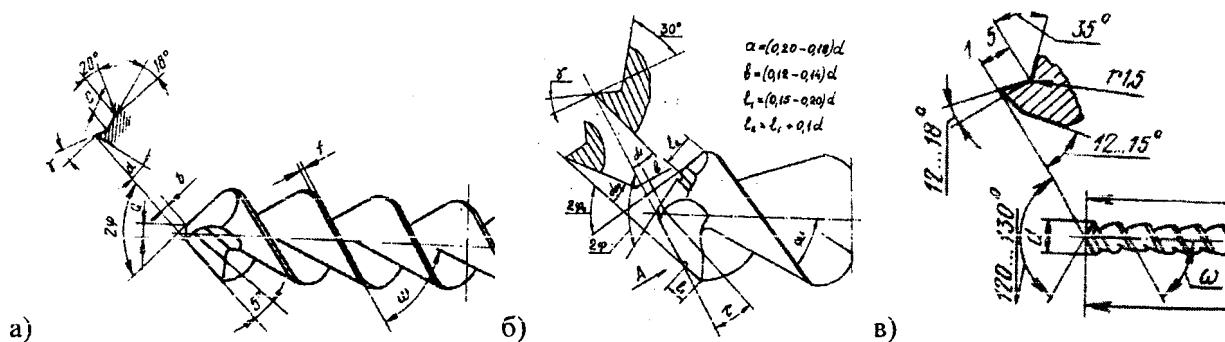
### РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛИ ШНЕКОВОГО СВЕРЛА

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

*Разработанная 3D модель шнекового сверла позволила детально исследовать параметры транспортирующей и режущей части инструмента при изменении нагрузок, сопровождающих процессы резания. Описана методика разработки твердотельной 3D модели шнекового сверла для дальнейшего исследования влияния сил резания на деформации и напряжения в его режущей и транспортирующей частях.*

Особенностью конструкций сверл шнекового типа является разделение рабочей части на режущую и транспортирующую. Это позволяет применять оптимальные параметры режущей части сверла для различных групп обрабатываемых материалов. Разделение рабочей части спиральных сверл для глубокого сверления было предложено в лаборатории Тольяттинского политехнического института, где под руководством профессора А.Н. Резникова были разработаны сверла ИПИЛ, ИПИЛ-2 с углом  $\omega = 450$ . Данный принцип разработки рабочей части спиральных сверл был реализован в шнековых сверлах, рис. 1.[1,2].



а) – для среднеуглеродистых сталей; б) – для ферритно-аустенитных и малоуглеродистых сталей; в) – для чугунов

Рис. 1. – Шнековые сверла со специальными заточками

Шнековые сверла имеют в продольном сечении винтовые канавки треугольного профиля с углом  $\omega = 60^\circ$ ; спинку зуба, переходящую непосредственно в ленточки; постоянную толщину сердцевины; постоянные углы заточки вдоль главных режущих лезвий; специальную для различных групп материалов заточку трапециевидную заточку передних поверхностей (трапециевидную, угловую, со стружкой разделительными канавками) и плоскую или винтовую заточку задних поверхностей. Шнековые сверла работают в тяжелых условиях: большой вылет; меньшие по сравнению со стандартными площади поперечного сечения и жесткость; позволяют глубокое сверление без выводов инструмента из отверстия. В процессе работы сверла изгибаются, испытывают продольные и крутильные деформации.

Современные методы исследования с применением вычислительной техники, различными методами моделирования конструкций инструментов, возможностью изменения нагрузок различного характера и изучения их воздействия на различные части инструмента и инструмент в целом позволяет уточнить, детально исследовать состояние отдельных конструктивных параметров инструментов при изменении нагрузок, сопровождающих процессы резания. В работе использовалось программное обеспечение:

SolidWorks 2009 – трехмерные модели шнекового сверла; ANSYS Workbench v11.0 – исследование конструктивных параметров сверла их изменение при нагрузках.

Суть методики заключается в применении инструментов пакета трех мерного моделирования для создания твердотельной модели сверла. Построенная модель может изменяться путем добавления тех или иных компонентов, изменения конструктивных и/или геометрических параметров с целью дальнейшего исследования их влияния на обработку, прочность и т.п.

При разработке сверла на первом этапе создаются два цилиндра диаметром 10мм, соответствующих диаметру будущего сверла. Длина рабочей части составляет 150мм, отношение  $l/d=15$ . Тела получаются путем создания эскиза, содержащего окружность с последующим вытягиванием инструментом **Вытянуть бобышка/основание** цилиндра, имеющим эту окружность в основании. Таких цилиндра два: короткий цилиндр представляет собой хвостовик, а длинный – рабочую часть. Затем создается эскиз, содержащий линию, относительно которой строится плоскость, перпендикулярная будущим ленточкам сверла, рис. 2.

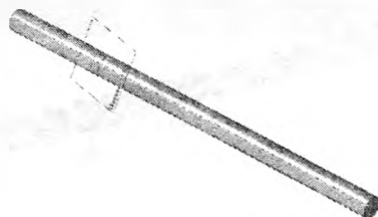


Рис. 2. – Тело сверла с плоскостью

Технология создания стружечной канавки сверла заключается во фрезеровании канавки фрезой или шлифовальным кругом определенного профиля и одновременного согласованного вращения и перемещения сверла вдоль его оси. Данную технологию применим для создания канавок на модели сверла. В плоскости перпендикулярной касательной к ленточке строится эскиз с профилем угловой фрезы, соответствующим профилю канавки сверла, рис. 3.

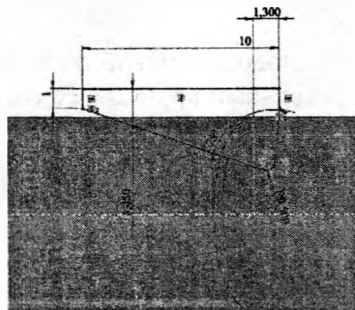


Рис. 3. – Профиль угловой фрезы

На торце цилиндра тела сверла создается эскиз с окружностью, на основе которого строится спираль с параметрами, соответствующими винтовой линии канавки сверла.

При помощи инструмента **По траектории** вытягивается тело, содержащее спираль в качестве направляющей, а в качестве контура – эскиз угловой фрезы. Полученное тело представляет собой овеществленное множество положений фрезы при изготовлении канавки сверла, рис. 4.

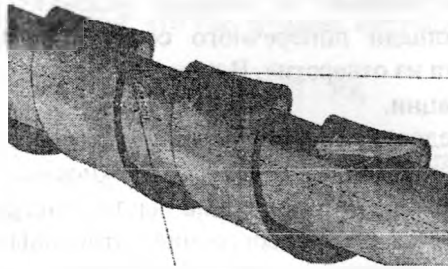


Рис. 4. – Тело-движение фрезы

Затем два тела, хвостовик и рабочая часть сверла, соединяются инструментом **Соединить**. Тело, моделирующее выход фрезы, строится подобно тому, как строилась траектория фрезы при обработке канавки сверла. Но в этом случае вместо спирали строим эскиз в виде дуги окружности в качестве направляющей, а образующая – та же спираль, рис.4.

На следующем этапе **Круговым массивом** размножим эти тела до двух относительно оси сверла, рис. 5, и вычтем их из тела сверла. В результате получим сверло без режущей части, рис. 6.



Рис. 5. – Тела-инструменты канавки сверла, размноженные **Круговым массивом**



Рис. 6. – Тело сверла со стружечными канавками

Моделирование режущей части сверла состоит из следующих действий:

Создадим эскиз, в котором построим направляющие тел, имитирующие шлифовальный круг. Перпендикулярно направляющей создаем плоскость, в которой построим эскиз, соответствующий поперечному сечению шлифовального круга.

Инструментом **Вытянуть** построим тела-инструменты шлифовального круга, не сливая их с основным телом, рис. 7. а.

Данные тела размножим **Круговым массивом** до двух относительно оси сверла, рис. 7. б, и вычтем их из тела сверла.

По оси сверла построим плоскость, параллельную образовавшейся при вычитании одного из тел-инструментов имитирующей шлифовальный круг. Далее построим в ней эскиз, содержащий две линии с углом в  $90^\circ$  между ними – это  $2\phi$ .

Инструментом **Вытянуть** срежем вершину этим эскизом, рис.7. а.

Далее создадим две плоскости, перпендикулярные к линии режущей кромки и отстоящие от ее концов на 2мм. В этих плоскостях создадим эскизы, соответствующие поперечным сечениям шлифовального круга.

Инструментом **Вытянуть по сечениям** создадим тело шлифовального круга, используя построенные эскизы в качестве исходных, и размножим их до двух **Круговым массивом**

относительно оси сверла. После этого вычтем оставшиеся тела, элементы шлифовального круга, для получения вершины без задних углов, рис. 8. б.

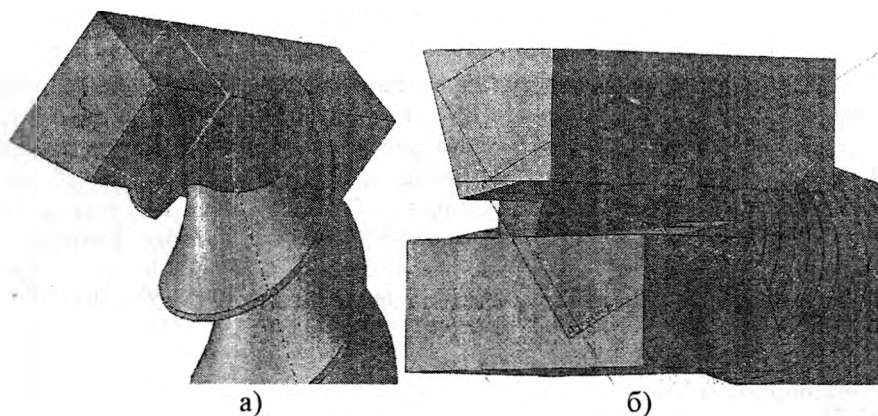


Рис. 7. – Создание вершины сверла. а) тела-инструменты шлифовального круга, б) круговой массив тел-инструментов

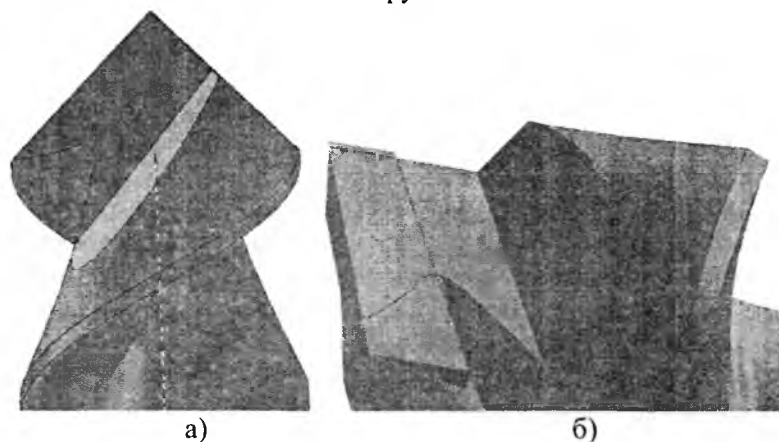


Рис. 8. – Вершина сверла без задних углов. а) формирование угла при вершине, б) формирование передней поверхности

Формирование заднего угла: создадим плоскость, перпендикулярную режущей кромке, и эскиз поперечного профиля тела с углом, соответствующим заднему углу.

Инструментом **Вытянуть** вытянем тело с поперечным сечением, соответствующим данному эскизу и размножим его инструментом **Круговой массив** до двух относительно оси сверла, рис. 9. а;

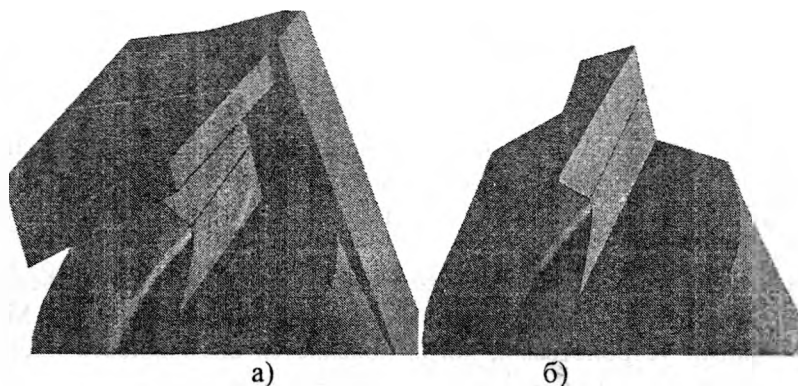


Рис. 9. – Режущая часть готового сверла. а) тела-инструменты для формирования задней поверхности, б) режущая часть сверла

Вычтем полученные тела из тела сверла, рис. 9. б, и получим модель режущей части шнекового сверла.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дечко Э.М. Сверление глубоких отверстий в сталях. – Мн.: Выш. школа, 1979. – 232с., ил. 2. Ящерицын П.И., Дечко Э.М., Ивашин Э.Я., Долгов В.И., Корниевич М.А., Фельдштейн Е.Э. Закономерности процесса резания сталей спиральными сверлами. Материалы научно-технического симпозиума, Вильнюс, ЛитНИИТИ, 1974. 3. Бруйка В.А. Инженерный ил.анализ в ANSYS Workbench: Учеб. пособ./В.А. Бруйка, В.Г.Фокин, Е.А. Солдусова, Н.А. Глозунова, И.Е. Адеянов. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 271с. 4. О.М. Огородникова. Конструкционный анализ в среде ANSYS: Учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2004. 68с. 5. Э.М. Дечко, А.В. Воронович. Влияние сил резания на деформации и напряжения в шнековых сверлах. Материалы международной научно-технической конференции «ИННТЕХМАШ-11», г. Полоцк, 2011.

УДК 621.791.72

Девойно О.Г., Кардаполова М.А., Луцко Н.И., Ковальчук А.А.

### МИКРОТВЕРДОСТЬ ОДНОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ САМОФЛЮСУЮЩЕГОСЯ СПЛАВА НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ

*Белорусский национальный технический университет*

*Минск, Беларусь*

*В статье рассматривается метод лазерной наплавки и возможности ее использования для упрочнения новых деталей и восстановления изношенных деталей. Анализируются преимущества лазерной наплавки по сравнению с традиционными методами наплавки. Рассматриваются технологии быстрого прототипирования, в которых используется лазерная наплавка. Рассматривается влияние режимов лазерной наплавки на микротвердость однослойных покрытий из самофлюсующегося сплава на основе никеля.*

Лазерная наплавка - это технология создания покрытий, включающая нанесение материалов разной природы на металлическую подложку с использованием в качестве источника энергии лазерного луча [1-4]. Это гибкая технология, которая позволяет нанести покрытие из порошка, подаваемого транспортирующим газом в ванну расплава образуемую на поверхности основы лазерным лучом. Подача порошка может осуществляться как соосно (коаксиально) лазерному лучу, так и вдуванием боковым соплом. Лазерная наплавка может использоваться как для упрочнения новых, так и для восстановления изношенных или поврежденных поверхностей.

Традиционные технологии наплавки, такие как аргонодуговая наплавка присадочной проволокой, полуавтоматическая дуговая проволочная наплавка в углекислом газе и плазменная наплавка при сопоставимых с лазерной наплавкой толщине слоя и производительности, характеризуются большим тепловым воздействием на деталь, приводящим к перекристаллизации и разупрочнению материала основы, а также к большим деформациям длинномерных и крупногабаритных деталей. Особенностью лазерной наплавки является достижение высоких (до  $10^7$  Вт/м<sup>2</sup>) плотностей мощности, что обеспечивает возможность локальной обработки поверхности без объемного разогрева детали и позволяет упрочнять детали, на которые невозможно нанести покрытие традиционными методами.

Перспективным направлением развития лазерной наплавки является объединение последней с компьютерным проектированием (CAD) и компьютерным управлением (CAM), робототехникой, сенсорами и управляющими устройствами, когда появляется возможность производить послойное изготовление деталей завершённой геометрии в течение одноступенчатого процесса [5-7]. Дело в том, что одной из наиболее признанных общих проблем современного производства является время, которое затрачивается на получение технологии, а, следовательно, конечной продукции. Особенно актуальна эта проблема для изготовления литейных форм и штампов всех типов, трудозатраты на изготовление которых обуславливают их высокую стоимость. В связи со сказанным многие