

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕМНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛА В ИНСТРУМЕНТЕ ПРИ СВЕРЛЕНИИ СПИРАЛЬНЫМИ СВЕРЛАМИ

Чэн Х.¹, Бибик В.Л.²

¹НИ ТПУ, ИШНПТ, гр. 4АМ21,

E-mail: hunlyan1@tpu.ru;

²НИ ТПУ, ИШНПТ, доцент ОМШ,

E-mail: bibik@tpu.ru

Сверла в основном используются для получения разного рода отверстий в сплошном материале – глухих, сквозных. Также сверла зачастую используются для последующей обработки (рассверливания) уже имеющегося отверстия. Данная операция помогает получить более точное отверстие. В настоящее время актуальные сверла способны получить отверстие достаточно высокого качества точности (до Н10).

Выпускаются следующие разновидности сверл: спиральные, перовые, одностороннего резания (пушечные, оружейные), кольцевые, комбинированные. В последние годы появились весьма эффективные сверла с механическим креплением многогранных твердосплавных пластин. Наиболее широко применяются спиральные сверла.

Как и при точении, на температуру резания при сверлении скорость резания оказывает большее влияние, чем подача температура при резании возрастает с увеличением глубины (длины) сверления, но уменьшается с увеличением диаметра сверла из-за усиления теплоотвода вследствие большей массы сверла и большей поверхности соприкосновения с заготовкой, а также вследствие облегчения подвода охлаждающей жидкости и отвода стружки по канавкам большего сечения).

Для моделирования процессов распространения тепла при сверлении в работе используется система ANSYS. В системе ANSYS процесс моделирования проходит определенные этапы, куда входят: построение геометрической модели, построение конечно-элементной сетки, задание свойств материалов, задание граничных условий, расчет и анализ результатов. Использование этой системы снижает трудоемкость анализа за счет увеличения репрезентативности результатов.

Для моделирования бы ли выбраны сверла нормальной точности, с геометрическими размерами, представленными на рис 1, 2 и в таблицах 1 и 2. Геометрические параметры – на рис. 3. Для различных конструкционных материалов применяются различные формы заточки, которые перечислены в табл.3.

Материал режущей части сверла Р6М5. Сталь Р6М5 относится к группе инструментальных высокоуглеродистых быстрорежущих сталей повышенной твёрдости и износостойкости, предназначенных для изготовления металлорежущего инструмента – свёрл, развёрток, зенкеров, фрез и пр., а также инструмента для пластического деформирования сталей (накатников, пуансонов, матриц и т. д.). Сталь Р6М5 отличается повышенной износостойкостью и прочностью в условиях ударного нагружения, а потому эффективна также для изготовления инструмента холодного выдавливания и прессования.

Физические характеристики Р6М5:

- плотность – 8300 кг/м³;
- коэффициент теплопроводности – 20,4 Вт/м·град;
- удельная теплоёмкость – 510 Дж/кг·град;
- коэффициент термического расширения – 13,1 мкм/град;
- модуль упругости – 210 ГПа.

Механические свойства:

- предел временного сопротивления – 3200–3600 МПа;
- твёрдость по Роквеллу – 62...66 HRC;
- ударная вязкость, кДж/м² – 42;
- красностойкость – 620 °С.

В компас 3D были созданы модели инструмента и детали, которые представлены на рис. 4.

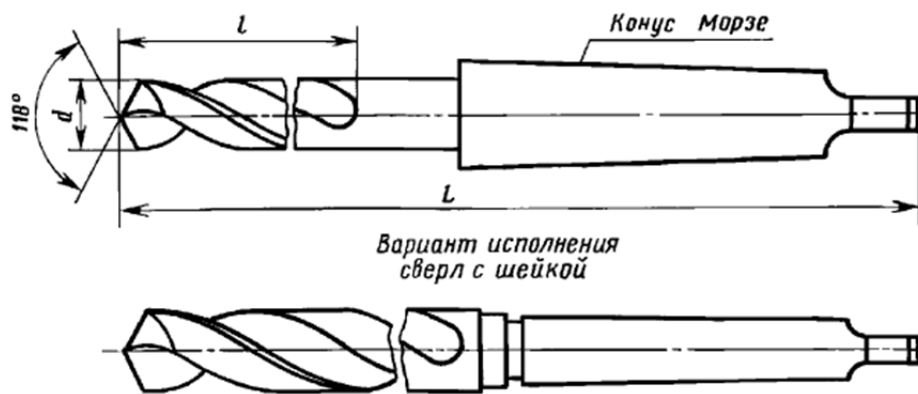


Рис. 1. Основные размеры спиральных сверл с коническим хвостовиком

Таблица 1

Основные размеры спиральных сверл с коническим хвостовиком

Обозначение	d , мм	l , мм	L , мм	Конус Морзе
2301-3032	20,00	140	238	2
2301-0050	15	114	212	2
2301-0028	10	87	168	1
2301-3001	5	52	133	1

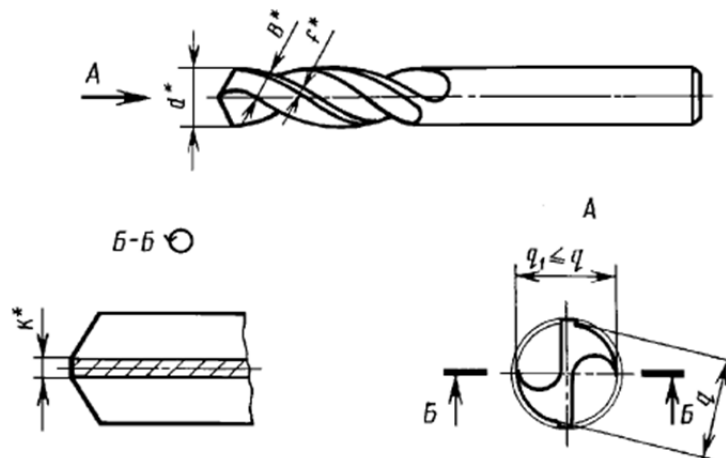


Рис. 2. Конструктивные элементы сверл по ГОСТ 4010-77

Таблица 2

Конструктивные элементы сверл по ГОСТ 4010-77

d , мм	B , мм	f , мм	Сердцевина сверла K , мм	q , мм
20,00	11,8	1,85	2,85	18,50
15,00	8,90	1,50	2,15	13,90
10,00	5,90	1,00	1,50	9,20
5,00	3,00	0,66	0,75	4,50

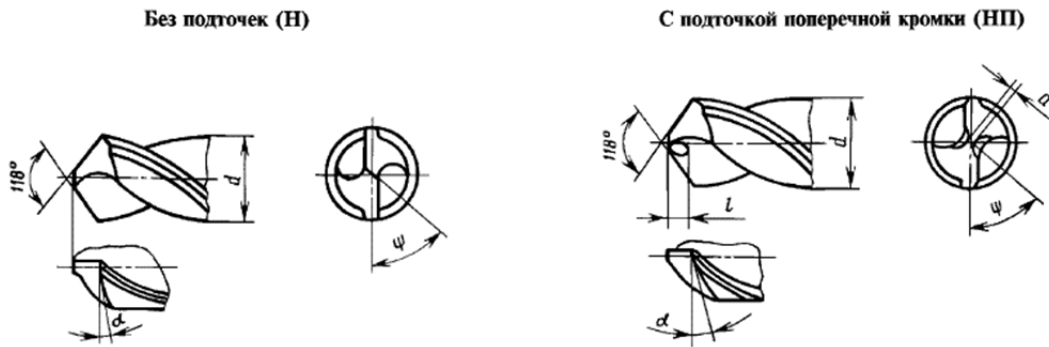


Рис. 3. Геометрические параметры режущих элементов сверла

Таблица 3

Формы заточки сверл

Форма заточки	Обрабатываемый материал
Нормальная Н	Сталь, стальное литье, чугун
Нормальная с подточкой поперечной кромки НП	Стальное литье с σ_B до 500 МПа (50 кгс/см ²) с неснятой коркой
Нормальная с подточкой поперечной кромки и ленточки НПЛ	Сталь и стальное литье с σ_B до 500 Мпа (50 кгс/мм ²) со снятой коркой
Двойная с подточкой поперечной кромки ДП	Стальное литье с σ_B более 500 МПа (50 кгс/мм ²) с неснятой коркой и чугун с неснятой коркой
Двойная с подточкой поперечной кромки и ленточки ДПЛ	Сталь и стальное литье с σ_B более 500 Мпа (50 кгс/мм ²) со снятой коркой
Двойная с подточкой и срезанной поперечной кромкой ДП-2	Чугун со снятой коркой

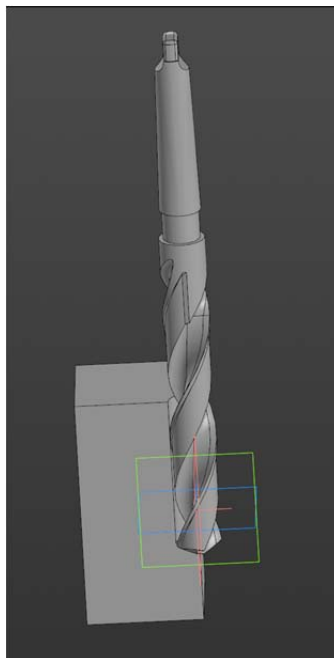


Рис. 4. 3D модель инструмента и детали

В качестве обрабатываемого материала была выбрана сталь конструкционная легированная 40Х, которая может использоваться при производстве деталей повышенной прочности: оси, валы, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, губчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие.

Для определения тепловых нагрузок в зоне резания были рассчитаны режимы резания при сверлении для станка 2Н125, которые представлены в табл. 4.

Результаты моделирования температур и тепловых потоков в системе ANSYS для сверла диаметром 20 мм представлены на рисунке 5.

В результате расчетов было установлено, что температура в зоне резания для сверл диаметром 5, 10, 15 и 20 мм при данных режимах резания не превышает 100 °С. В дальнейшем предполагается проверка полученных данных экспериментальным путем.

Таблица 4

Результаты расчета режимов резания и тепловых нагрузок на режущий инструмент

Диаметр сверла, мм	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Мощность резания, кВт	Крутящий момент, Н·м	Тепловой поток на 1 кромку, Вт/м,
5	0,2	22	0,32	2,2	66935
10	0,2	27	0,65	8,9	65626
15	0,28	24	1,33	26,0	74719
20	0,28	27	1,65	45,0	69408

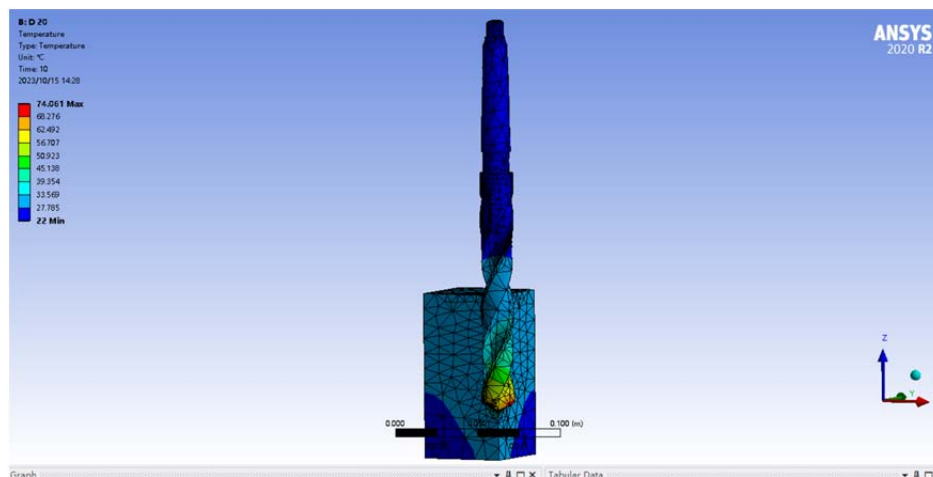


Рис. 5. Результаты моделирования

Список литературы

1. Резников А.Н. Тепловые процессы в технологических системах / А.Н. Резников, Л.А. Резников. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.: ил.
2. Резников А.И. Теплофизика процессов механической обработки материалов / А.И. Резников – М.: Машиностроение, 1991. – 279 с.: ил.
3. Барсов А.И., Технология инструментального производства. Учебник для машиностроительных техникумов. Изд. 4-е, исправленное и дополненное. М., «Машиностроение», 1975 – 272 с. с ил. – Текст: непосредственный.
4. Драгун А.П., Режущий инструмент. – Л.: Лениздат – 1986. 271 с., ил. – (Для молодых рабочих).
5. ГОСТ 10903-77 Сверла спиральные с коническим хвостовиком. Основные размеры.
6. ГОСТ 4010-77 Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком. Короткая серия. Основные размеры.
7. ANSYS Mechanical APDL Thermal Analysis Guide. // сайт. – 2013. – URL: <https://dokumen.tips/documents/ansys-mechanicalfasdfasfs-apdl-thermal-analysis-guide.html>