

Технология и технологические машины

УДК 621.9.014

Выбор режимов резания для операции рассверливания при работе на станках с ЧПУ

Б.Д. Даниленко

Приведены рекомендации, позволяющие выбрать режимы резания для операции рассверливания отверстий на станках с ЧПУ при работе по стали, чугуна, медным и алюминиевым сплавам. Рекомендации могут быть использованы как для быстрорежущих, так и для твердосплавных сверл.

Ключевые слова: рассверливание, станки с ЧПУ, сталь, чугун, медный сплав, алюминиевый сплав, поправочный коэффициент, подача, скорость резания, быстрорежущая сталь, твердый сплав.

Cutting Conditions Choosing for Drilling-out Operation on Numerical Control Machine Tools

B.D. Danilenko

The paper gives recommendations for cutting conditions choosing for drilling-out holes on numerical control machine tools while processing steels, irons, copper and aluminum alloys. The said results can be used both for high-speed and tipped drills.

Keywords: drilling-out, numerical control machine tools, steel, iron, copper alloy, aluminum alloy, correction factor, feed, cutting speed, high-speed steel, hard alloy.

Для образования отверстий диаметром до 20 мм чаще всего используют сверла из быстрорежущей стали. Отверстия диаметром более 25 мм рекомендуется выполнять за несколько проходов сверлами увеличивающегося диаметра.



ДАНИЛЕНКО
Борис Дмитриевич
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

DANILENKO
Boris Dmitrievich
(Moscow, Russian Federation,
MSTU named
after N.E. Bauman)

На станках с ЧПУ для рассверливания обычно применяются сверла или расточные головки, оснащенные несколькими сменными многогранными пластинками (СМП). Хотя сверла с СМП могут работать и по сплошному материалу, однако определенные трудности, возникающие при работе центральных пластин у таких сверл небольшого диаметра, приводят к необходимости образования начального отверстия быстрорежущим сверлом перед рассверливанием.

Следует отметить, что работа точными сверлами на станках с ЧПУ позволяет отказаться от использования зенкеров для повышения качества обработанных сверлом отверстий или подготовки под последующую окончательную обработку.

Ниже приведены рекомендации, позволяющие рассчитать режимы резания для операции рассверливания как сверлами, изготовленными из быстрорежущей стали, так и сверлами, оснащенными СМП. Рекомендации разработаны на основе анализа и обобщения нормативных данных, относящихся к работе на станках с ЧПУ [1, 2]. В них также учтены рекомендации для универсального оборудования [3].

При сверлении отверстий диаметром 30...50 мм рекомендуется использовать два сверла, причем диаметр первого сверла должен быть примерно в 2 раза меньше диаметра второго.

Подачу [мм/об] при рассверливании определяют по формуле

$$S_0 = C_s D_0^q D_T^m K_1,$$

где D_0 — исходный диаметр отверстия до обработки, мм; D_T — диаметр обрабатываемого отверстия, мм.

Значения C_s , q и m приведены в табл. 1.

K_1 — поправочный коэффициент, характеризующий свойства обрабатываемого материала:

- для сталей $K_1 = \frac{C_{НВ}}{НВ}$; значения $C_{НВ}$ приведены в табл. 2;

- для серого чугуна $K_1 = \frac{112}{НВ^{0,9}}$;

- для ковкого чугуна $K_1 = \frac{86}{НВ^{0,9}}$;

- для медных сплавов значения K_1 даны в табл. 3;

- для алюминиевых сплавов значения K_1 приведены в табл. 4.

Таблица 1

Обрабатываемый материал	C_s	q	m
Сталь	0,03	0,48	0,46
Чугун, медные сплавы	0,11	0,25	0,41
Алюминиевые сплавы	0,14	0,30	0,47

Таблица 2

Материал инструмента	Конструкционные углеродистые и легированные стали			Коррозионно-стойкие и жаропрочные стали	
	Углеродистые	Марганцовистые	Хромистые	Хромоникелевые	Хромокремнемарганцевые
Быстрорежущая сталь	210	147	170	156	155
Твердый сплав	210	170	190	170	174

Таблица 3

Группа сплавов	K_1
Гетерогенные:	
бронзы без никеля	1,0
бронзы с никелем	0,8
латуни	1,0
Свинцовистые сплавы при основной гетерогенной структуре	1,3
Гомогенные сплавы	1,7
Сплавы с содержанием свинца не менее 10% при основной гомогенной структуре	2,2
Медь	2,6
Сплавы с содержанием свинца более 15%	4,0

Таблица 4

Группа сплавов	K_1	
Дюралюминий	1,0	
Алюминий технической чистоты	0,9	
Сплавы алюминия с медью	0,9	
Силумины	типа АЛ2	0,6
	типа АЛ4	0,8
	типа АЛ9	1,1
Сплавы алюминия с марганцем	0,8	
Сплавы алюминия с магнием	1,5	
Сплавы алюминия с кремнием и магнием	1,2	
Сплавы алюминия с кремнием и медью	0,8	
Сплавы алюминия с магнием, цинком и медью	0,9	

Окончание табл. 4

Группа сплавов	K_1
Сплавы алюминия с магнием, кремнием и медью	1,1
Сплавы алюминия с прочими компонентами	0,9

Скорость [м/мин] резания рассчитывают по формуле

$$V = \frac{C_v D_0^p K_1 K_2 K_3}{D_T^n}$$

Значения C_v , p и n приведены в табл. 5.

Таблица 5

Обрабатываемый материал	C_v	p	n
Сталь	61	0,28	0,62
Чугун, медные сплавы	25	0,63	0,68
Алюминиевые сплавы	90	0,40	0,64

K_1 — поправочный коэффициент, характеризует свойства обрабатываемого материала (см. выше); K_2 — поправочный коэффициент, характеризует инструментальный материал:

для быстрорежущей стали $K_2 = 1,0$,

для твердого сплава $K_2 = 2, 3$;

K_3 — поправочный коэффициент, характеризует выбранную стойкость сверла T , мин,

$$K_3 = \frac{1}{(T/T_n)^x}$$

где T_n — нормативная стойкость сверла, мин,
 $T_n = C_T D_T^x$, мин.

Значения C_T и x приведены в табл. 6.

Таблица 6

Обрабатываемый материал	C_T	x
Стали конструкционные углеродистые и легированные	1,18	1,12
Стали коррозионно-стойкие и жаропрочные	1,14	0,91
Чугуны	3,4	0,95
Медные и алюминиевые сплавы	6,3	0,82

Значения Z приведены в табл. 7.

Таблица 7

Обрабатываемый материал	Для быстрорежущих сверл	Для твердосплавных сверл
Стали	0,2	0,26
Чугун, медные и алюминиевые сплавы	0,14	0,40

Частота вращения [об/мин] шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D_T}$$

Скорость [мм/мин] подачи

$$V_S = S_0 n$$

Рассчитанные параметры режима резания следует рассматривать как приближенные (стартовые) и при необходимости их нужно уточнить на основе анализа результатов пробных проходов.

Литература

1. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. В 2 ч. Ч. 2. Нормативы режимов резания. М.: Экономика, 1990. 470 с.
2. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ: Справочник / В.И. Гузеев, И.Ф. Гушин, В.А. Батуев; под ред. В.И. Гузеева. М.: Машиностроение, 2005. 368 с.
3. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник / А.Д. Локтев, И.Ф. Гушин, В.А. Батуев и др. В 2 т. Т. 1. М.: Машиностроение, 1991. 640 с.

Reference

1. *Obshchemashinostroitel'nye normativy vremeni i rezhimov rezaniia dlia normirovaniia rabot, vypolniaemykh na universal'nykh i mnogotselevykh stankakh s ChPU. V 2 chastiakh. Chast 2. Normativy rezhimov rezaniia* [General engineering standards and cutting time for the valuation work performed on general-purpose and multi-purpose machine tools. In 2 parts. Part 2. The standards of the cutting]. Moscow, Ekonomika publ., 1990. 470 p.
2. Guzeev V.I., Batuev V.A., Surkov I.V. *Rezhimy rezaniia dlia tokarnykh i sverlil'no-frezerno-rastochnykh stankov s ChPU: Spravochnik* [General engineering standards and cutting time for the valuation work performed on general-purpose and multi-purpose machine tools. In two parts. Part 2. The standards of the cutting]. Ed. Guzeev V.I. Moscow, Mashinostroenie publ., 2005. 368 p.
3. Loktev A.D., Gushchin I.F., Batuev V.A. *Obshchemashinostroitel'nye normativy rezhimov rezaniia: Spravochnik v 2 tomakh, tom 1* [General engineering standards of the cutting: Handbook 2 vol., vol. 1]. Moscow, Mashinostroenie publ., 1991. 640 p.

Статья поступила в редакцию 21.02.2013

Информация об авторе

ДАНИЛЕНКО Борис Дмитриевич (Москва) — доцент кафедры «Инструментальная техника и технологии». МГТУ им. Н.Э. Баумана (105005, Москва, Российская Федерация, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, e-mail: danilenko@bmstu.ru).

Information about the author

DANILENKO Boris Dmitrievich (Moscow) — Associate Professor of «Instrumental Technique and Technology» Department. MSTU named after N.E. Bauman (105005, BMSTU, building 1, 2-nd Baumanskaya 5, Moscow, Russian Federation, e-mail: danilenko@bmstu.ru).