

УДК 006.053

**ПРОЕКТ НОРМАТИВНОГО ДОКУМЕНТА
К НАЗНАЧЕННЮ РЕЖИМОВ ОБРОБКИ ОТВЕРСТІЙ СВЕРЛЕННЯМ**

©Гордеев А. С.

*Українська інженерно-педагогічна академія***Інформація про автора:**

Гордєєв Андрій Сергійович: ORCID: 0000-0001-6521-3937; gordeew@ukr.net; доктор технічних наук; завідувач кафедри інформаційних комп'ютерних і поліграфічних технологій; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Целью работы разработка нормативного документа назначения режимов сверления по критерию теплового баланса в зоне резания.

Актуальность изучения теплофизических процессов механической обработки резанием обусловлена тем, что теплота, выделенная в результате работы резания, в значительной степени определяет нагрузку на режущий инструмент, его стойкость, а также качество и размерную точность обрабатываемой поверхности. В процессе практической реализации полученных автором научных разработок, был предложен проект стандарта предприятия «Назначение режимов резания при обработке отверстий комбинированным осевым инструментом». Экспериментальные исследования показали, что наибольшее влияние на разбивание отверстия оказывает скорость резания. Увеличение скорости резания в пределах исследованного интервала скоростей приводит к увеличению разбивания отверстия за счет увеличения интенсивности тепловых потоков и увеличения температурных деформаций инструмента и детали. Увеличение глубины резания и подачи также способствует увеличению разбивания отверстия, однако их влияние менее существенно.

Ключевые слова: сверление; точность обработки; скорость резания; производительность; себестоимость; стандарт предприятия.

Гордєєв А. С. «Проект нормативного документа призначення режимів обробки отворів свердлінням».

Метою роботи розробка нормативного документа призначення режимів свердління за критерієм теплового балансу в зоні різання.

Актуальність вивчення теплофізичних процесів механічної обробки різанням обумовлена тим, що теплота, виділена в результаті роботи різання, в значній мірі визначає навантаження на ріжучий інструмент, його стійкість, а також якість і розмірну точність оброблюваної поверхні. В процесі практичної реалізації отриманих автором наукових розробок, був запропонований проект стандарту підприємства «Призначення режимів різання при обробці отворів комбінованим осьовим інструментом». Експериментальні дослідження показали, що найбільший вплив на розбивання отвору надає швидкість різання. Збільшення швидкості різання в межах дослідженого інтервалу швидкостей призводить до збільшення розбивання отвору за рахунок збільшення інтенсивності теплових потоків і збільшення температурних деформаций інструменту і деталі. Збільшення глибини різання і подачі також сприяє збільшенню розбивання отвору, однак їх вплив менш істотно.

Ключові слова: свердління; точність обробки; швидкість різання; продуктивність; собівартість; стандарт підприємства.

Верстати та інструменти

Gordeev A. “Draft regulations to the destination conditions of processing drilling”.

The aim of the development of a normative document purpose drilling modes according to the criterion of the heat balance in the cutting zone.

Urgency studies of thermal machining process due to the fact that heat is allocated as a result of cutting, largely determines the load on the cutting tool, its durability, as well as the quality and dimensional accuracy of the machined surface. In the process of practical implementation of the "Appointment of cutting conditions for machining holes combined axial tool" obtained by the author of scientific research, the project enterprise standard has been proposed. Experimental studies have shown that the greatest effect on breaking holes provides cutting speed. Increased cutting speed within the studied interval velocity leads to an increase in breaking holes by increasing the intensity of heat flows and increased thermal strains tool and workpiece. Increasing the depth of cut and feed holes also contributes to breaking, but their effect is less significant.

Key words: drilling; precision machining; cutting speed; productivity; cost; enterprise standard.

1. Введение

Развитие промышленного потенциала Украины базируется на высокотехнологичном производстве и нацелено на реализацию полного инновационного цикла по разработке конкурентоспособных технологических систем, ориентированных на обеспечение всеобъемлющего качества выпускаемой продукции.

Конкурентоспособность машиностроительной продукции определяется не только ее стоимостью, дизайном и техническими характеристиками, но и затратами на техническое обслуживание в процессе эксплуатации и ремонта. Зачастую второй фактор является для потребителя доминирующим, т.е. качество продукции определяется ее достоинствами в сфере эксплуатации. Например, с повышением надежности двигателей сокращаются количество капитальных ремонтов и затраты на их осуществление, увеличивается межремонтный ресурс и производительность автотранспорта, экономятся средства в сфере эксплуатации и уменьшается расход запасных частей.

Во многих современных машинах и аппаратах отверстия составляют до 70 % обрабатываемых поверхностей. От точности обработки отверстий в значительной степени зависит работоспособность и надежность работы всего механизма. Наиболее актуально проблема обеспечения надежности стоит при обработке основных поверхностей в деталях гидро- и пневмоаппаратуры современного горно-шахтного оборудования, летательных аппаратов и других машин, связанных с опасностью для человеческой жизнедеятельности. Поэтому требования к точности обработки таких отверстий постоянно растут. Однако возможности повышения точности, связанные с оборудованием, практически исчерпаны. В то же время значительным резервом являются температурные деформации, на долю которых по некоторым оценкам приходится более 50 % суммарной погрешности обработки. При этом с повышением точности обработки доля этих деформаций увеличивается.

Изучение состояния вопроса и литературных источников показало, что основной причиной возникновения отклонений поперечного профиля отверстия считаются

нелинейные температурные деформации инструмента. Все современные способы решения этой проблемы – использование СОТС, снижение режимов резания и другие являются малоэффективными. Поэтому в настоящее время для повышения точности продольного профиля отверстия необходимо использовать новые нетрадиционные подходы. Например, путем управления рабочими процессами при обработке отверстий. Это возможно лишь на основе исследования физических процессов развития термоупругих и упругих деформаций осевого инструмента и детали и определения степени влияния на них различных факторов.

Актуальность изучения теплофизических процессов механической обработки резанием обусловлена тем, что теплота, выделенная в результате работы резания, в значительной степени определяет нагрузку на режущий инструмент, его стойкость, а также качество и размерную точность обрабатываемой поверхности. Для целенаправленного и успешного влияния на процесс резания и рационального использования режущего инструмента, необходимо знать общее количество теплоты, законы возникновения и распределения теплоты на разных участках детали, инструмента, стружки; температуру на контактных поверхностях инструмента; температурное поле в зоне деформации и режущего клина. Поэтому исследование рабочих процессов в зоне резания при обработке отверстий и разработка на этой основе практических методов повышения точности отверстий за счет уменьшения погрешностей его поперечного профиля является важной научной и практической проблемой в области механической обработки резанием.

Работа посвящена разработке стандарта предприятия, который устанавливает общие требования к назначению режимов обработки отверстий сверлением, зенкерованием, развертыванием.

2. Проект нормативного документа

Разработка государственных нормативных документов ведется научными и проектными организациями, которые имеют соответствующий опыт и научные наработки. При этом заказчиком может выступать как министерство или ведомство, так и заинтересованная организация.

Предлагаемый стандарт был разработан в соответствии с требованиями ДСТУ 1.5. Ниже приведено краткое описание данного нормативного документа. Настоящий стандарт предприятия устанавливает общие требования к назначению режимов обработки отверстий сверлением, зенкерованием, развертыванием. Стандарт может быть применен как при обработке осевым инструментом, так и комбинированным инструментом. Стандарт распространяется на углеродистые конструкционные стали.

В предлагаемом проекте стандарта есть ссылки на следующие нормативные документы:

ДСТУ 1.0:2003 Національна стандартизація. Основні положення

ДСТУ 1.1:2001 Національна стандартизація. Стандартизація та суміжні види діяльності. Терміни та визначення основних понять

ДСТУ 1.7:2001 Національна стандартизація. Правила і методи прийняття та застосування міжнародних і регіональних стандартів

Верстати та інструменти

ДСТУ 2568-94 *Метрологія. Порядок атестації і використання довідкових даних про фізичні сталі та властивості речовин і матеріалів*

ДСТУ 3651.0-97 *Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення*

ДСТУ 3651.2-97 *Метрологія. Одиниці фізичних величин. Фізичні сталі та характеристичні числа. Основні положення, позначення, назви та значення*

ДСТУ 3966-2000 *Термінологія. Засади і правила розроблення стандартів на терміни та визначення понять*

ДК 004:2003 *Український класифікатор нормативних документів*

ГОСТ 2.004-88 *ЄСКД. Загальні вимоги до виконання конструкторських і технологічних документів на друкувальних і графічних пристроях виведення ЕОМ).*

Скорость резания, необходимая для построения расчетных таблиц определялась по формуле

$$V = \frac{5,56 \cdot 10^5 \cdot d \cdot \lambda}{(D - d) \cdot c \cdot \rho \cdot l},$$

где V – скорость резания, м/мин;

ρ – плотность, кг/м³;

c – удельная теплоемкость, Дж/кг·К;

λ – коэффициент теплопроводности, Вт/м·К;

d – диаметр меньшей ступени двухступенчатого инструмента, мм;

D – диаметр большей ступени двухступенчатого инструмента, мм;

l – глубина отверстия, мм.

Подача определялась по формуле

$$S = (0,77 \cdot \delta \cdot V^{0,18} + 0,0076 \cdot l / d - 0,71)^4$$

где δ – погрешность обработки, мм;

V – скорость резания, м/мин;

l – глубина отверстия, мм;

d – диаметр меньшей ступени двухступенчатого инструмента, мм.

Частота вращения шпинделя определялась по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d},$$

где n – частота вращения, об/мин;

V – скорость резания, м/мин;

d – диаметр меньшей ступени двухступенчатого инструмента, мм.

В табл.1. приведены марки конструкционных сталей используемые на базовом предприятии и их механические свойства

Таблица 1 – Марки конструкционных сталей и их механические свойства

Марка стали	Массовая доля C, %	Механические свойства			
		Временное сопротивление σ_b , МПа	Удельная теплоемкость, c Дж/(кг·К)	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·К)	Твердость НВ, МПа
25	0,22-0,30	274	134	71,6	170
30	0,27-0,35	294	134	73,8	179
35	0,32-0,40	314	134	76	207
40	0,37-0,45	333	134	78,2	217
45	0,42-0,50	353	134	80,4	229

В табл. 2 приведены последовательность обработки внутренних поверхностей вращения в зависимости от требуемой точности и величина припуска для второй ступени комбинированного инструмента.

Таблица 2 – Последовательность обработки внутренних поверхностей вращения в зависимости от требуемой точности

№	Метод обработки	Квалитет	Припуск, мм
1	Сверление	12	
2	Сверление и зенкерование	11	1,2
3	Зенкерование и развертывание	8	0,7

В табл. 3 приведены режимы обработки отверстий при обработке осевым инструментом на операции сверление. Рассматривается диапазон отверстий до 30 мм и глубина отверстий до 40 мм.

Для установления необходимого режима обработки необходимо:

1. Выбрать необходимую операцию (сверление, сверление – зенкерование, зенкерование – развертывание).
2. Определиться с маркой обрабатываемой стали.
3. Определить геометрические размеры отверстия (диаметр и глубина).
4. На пересечении требуемых диаметра и глубины отверстия будут находиться режимы обработки (скорость резания, подача и частота вращения шпинделя).

Таблица 3 – Значения режимов обработки для ст.8, м/мин

Глубина отверстия, мм		Диапазон обрабатываемых отверстий, мм				
		0-3	3-6	6-10	10-18	18-30
4	<i>V</i>	25,27	50,53	84,22	151,59	252,66
	<i>S</i>	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12
	<i>n</i>	2682	2682	2682	2682	2682
7	<i>V</i>	14,44	28,88	48,13	86,63	144,38
	<i>S</i>	0,15	0,15	0,15	0,14	0,13
	<i>n</i>	1533	1533	1533	1533	1533
10	<i>V</i>	10,11	20,21	33,69	60,64	101,06
	<i>S</i>	0,14	0,16	0,15	0,14	0,13
	<i>n</i>	1073	1073	1073	1073	1073

Верстати та інструменти

Выводы

В процессе практической реализации полученных автором научных разработок, был предложен проект стандарта предприятия «Назначение режимов резания при обработке отверстий комбинированным осевым инструментом». Экспериментальные исследования показали, что наибольшее влияние на разбивание отверстия оказывает скорость резания. Увеличение скорости резания в пределах исследованного интервала скоростей приводит к увеличению разбивания отверстия (до 3,5 мкм) за счет увеличения интенсивности тепловых потоков и увеличения температурных деформаций инструмента и детали. Увеличение глубины резания и подачи также способствует увеличению разбивания отверстия, однако их влияние менее существенно (0,2 мкм при увеличении подачи и 0,6 мкм при увеличении глубины резания).

Список использованных источников:

1. Грановский Г. И. Резание металлов : учебник для машиностр. и приборостр. спец. вузов / Г. И. Грановский. – М. : Высшая школа, 1985. – 304 с. : ил.
2. Макаров А. Д. Оптимизация процессов резания / А. Д. Макаров. – М. : Машиностроение, 1976. – 278 с.
3. Резников А. Н. Тепловые процессы в технологических системах / А. Н. Резников. – М. : Машиностроение, 1990. – 288 с. : ил.
4. Розенберг Ю. А. Резание материалов / Ю. А. Розенберг. — Курган : Полиграфический комбинат Зауралье, 2007. – 294 с. : ил.
5. Силин С. С. Расчет оптимальной скорости резания при зенкеровании сталей и сплавов С. С. Силин // Станки и инструмент. – 1989. – № 6. – С. 34.
6. Фальковский В. А. Твердые сплавы / В. А. Фальковский. – М. : Руда и металлы, 2005. – 416 с.

References

1. Granovskiy, G 1985, *Rezaniye metallov*, Vysshaya shkola, Moskva.
2. Makarov, A 1976, *Optimizatsiya protsessov rezaniya*, Mashinostroyeniye, Moskva.
3. Reznikov, A 1990, *Teplovyye protsessy v tekhnologicheskikh sistemakh*, Mashinostroyeniye, Moskva.
4. Rozenberg, Yu 2007, *Rezaniye materialov*, Poligraficheskiy kombinat Zauralye, Kurgan.
5. Silin, S 1989, 'Raschet optimalnoy skorosti rezaniya pri zenkerovanii staley i splavov', *Stanki i instrument*, no. 6, pp. 34.
6. Falkovskiy, V 2005, *Tverdyye splavy*, Ruda i metally, Moskva.

Стаття надійшла до редакції 26 жовтня 2016 р.