

Міністерство освіти України
Тернопільський державний технічний
університет імені Івана Пулюя

Кафедра
технології машинобудування

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з курсу
«Технологія машинобудування»

для лабораторної роботи, курсового та дипломного проектування

на тему:
«Технологія обробки отворів в деталях машин»

для студентів всіх форм навчання спеціальностей:

- 7.090202 «Технологія машинобудування»
- 7.090203 «Металорізальні верстати та системи»
- 7.050108 «Маркетинг»
- 7.050201 «Менеджмент організацій»

Тернопіль 1999

Методичні вказівки розроблені у відповідності з учбовими планами підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліст за спеціальностями: 7.090202 «Технологія машинобудування», 7.090203 «Металорізальні верстати та системи», 7.050108 «Маркетинг» та 7.050201 «Менеджмент організацій».

Укладачі: к.т.н., доцент Гупка Б.В.
к.т.н., ст.викл. Радик Д.Л.
к.т.н., ст.викл. Ткаченко І.Г.

Рецензент: д.т.н., професор Стухляк П.Д.

Відповідальний за випуск: к.т.н., ст.викл. Радик Д.Л.

Методичні вказівки розглянуто та схвалено на засіданні кафедри технології машинобудування.

Протокол № 1 від 8.09.1998 р.

Методичні вказівки рекомендовано до друку методичною радою МТФ.

Протокол № 1 від 10.09.1998 р.

Мета роботи : Вибір режимів різання та ріжучого інструменту для досягнення заданої точності та чистоти поверхні при обробці отворів. Освоєння методики аналітичного розрахунку сили різання, швидкості та потужності різання. Вибір методу контролю отвору.

1. Вихідні дані для виконання лабораторної роботи

Лабораторна робота виконується на верстатах свердлильної групи (радіально-свердлильних та вертикально-свердлильних) 2Н128, 2Н125, 2Н135, 2Н55, розміщених в лабораторії університету.

Необхідні для роботи вихідні дані про обладнання, прилади, інструменти (ріжучі та вимірювальні), заготовку заповнюються при отриманні завдання і заносяться в звіт в наступному об'ємі:

Верстат, його характеристика _____

Параметри, які необхідно досягнути (отвір, шорсткість) _____

2. Загальні відомості

Основними методами отримання отворів в залежності від точності та шорсткості оброблюваних поверхонь є:

1. Холодна та гаряча пробивка отворів на пресах різної потужності. Даний метод характеризується тим, що отвір пробивається під наступну обробку (розточування, зенкерування, розвертання, протягування). В даному випадку шорсткість поверхні буде $^{100}\sqrt{\text{ по 17 квалітету.}}$

2. Електроіскровий метод - побудований на використанні іскрових або іскродугових розрядів малої тривалості. Електрод-інструмент підключається до негативного полюсу, а оброблювана деталь до позитивного. Максимальна потужність в зоні обробки 1,5 кВт, найбільша енергія імпульсів 4-5 Дж. Інструмент (мідь, чавун, латунь, графіт) не дотикається до оброблюваної деталі. Міжелектродна відстань підтримується автоматичним пристроєм; її заповнюють електролітичним середовищем наприклад, керосином або маслом. Цим методом проводиться обробка отворів різної конфігурації в деталях, твердість яких не дозволяє обробляти звичайним інструментом (різцем, свердлом, зенкером, розверткою). Якість поверхонь при обробці цим методом буде такою ж, як при штампуванні.

3. Розточування отворів при якому досягається точність 7-14 квалітету та шорсткість $Rz_{80}\sqrt{ } - 1,25\sqrt{ }$. При тонкому (алмазному) розточуванні - точність 7-10 квалітету, шорсткість $30\sqrt{ } - 1,25\sqrt{ }$. Суть цього методу полягає в тому, що розточування проводиться при великій швидкості, малій глибині різання та малій подачі. В якості ріжучого інструменту використовують алмазні чи ельборові різці, з пластинками з твердого сплаву.

4. Протягування отворів циліндричних, шліцевих та інших форм проводиться після свердління або зенкерування. Протягування заміняє розвертування отворів на свердлильних та револьверних верстатах. Для протягування циліндричних отворів користуються круглими протяжками, які забезпечують обробку отворів з точністю до 8 квалітету і по шорсткості в межах $6,3\sqrt{ } - 0,63\sqrt{ }$. Цей метод використовується в масовому, крупносерійному та серійному виробництвах.

5. Шліфування отворів абразивним інструментом на внутрішшліфувальних верстатах здійснюється наступними способами:

- деталь закріплена в патроні і обертається;
- нерухома деталь - на верстатах з планетарним рухом шпинделя;
- деталь обертається і незакріплена – без центрове шліфування;

Точність обробки при цьому методі 6-9 квалітетах, а шорсткість до $0,32\sqrt{ }$.

6. Хонінгування отворів - механічна доводка попередньо розвернутого, шліфованого або розточеного отвору спеціальною головкою (хоном), що обертається, з шести або більше абразивними розсувними брусками. Крім цього головка має зворотньо-поступальний рух. В результаті хонінгування одержується гладка і блискуча поверхня з шорсткістю $0,32\sqrt{\quad} - 0,08\sqrt{\quad}$ і точністю 6-8 квалітету.

При обробці отворів використовують різні види осевого інструменту. Послідовність та число виконуваних ним операцій залежить від необхідної точності отвору, його діаметру, шорсткості поверхні, а також від того, оброблюється отвір в суцільному матеріалі чи одержаний в литій чи штампованій заготовці (табл.1).

2. Загальні відомості

2.1 Свердла

Форми та конструкції сучасного інструменту для обробки отворів досягнули значного розвитку у зв'язку з багаточисленними технологічними задачами різних галузей машинобудування. І все ж найбільш широко застосовують гвинтові свердла, які являють собою достатньо складний інструмент, що працює в більш тяжчих умовах порівняно з різцем з точки зору утворення та відводу стружки, силових та температурних напружень, зручності спостереження за роботою ріжучих кромки.

Робоча частина гвинтових свердл закінчується конусом з кутом при вершині $2\varphi = 90^\circ \div 140^\circ$ (в залежності від оброблюваного матеріалу табл.2), а друга частина свердла – хвостовик, - являє собою циліндр для малих свердл або пологий конус (конус Морзе) для затиску у втулці.

Крім гвинтових свердл для обробки отворів застосовуються перові свердла (суцільні та напаяні).

Переваги перових свердл:

- простота конструкції;
- легкість виготовлення;
- стійкість при обробці спеціальних, дуже в'язких сталей.

Недоліки:

- швидка втрата розміру зі зношенням інструменту, від чого просвердлені отвори відводяться в бік і одержуються з нерівними стінками та неточними по діаметру;

- низька продуктивність.

Основні розміри свердл приведено в табл.3.

Таблиця 1 - Послідовність обробки отворів з використанням свердління, зенкерування та розвертання [2].

Квалітет по СТСЭВ М5–15	Шорсткість поверхні Rz, мкм	Обробка отворів	
		в суцільному матеріалі	одержаних литвом або штампуванням
12–14	80 ÷ 20	Свердління без кондуктора	Зенкерування
11	40 ÷ 20	Діаметром до 30 мм – свердління одним свердлом по кондуктору або свердління і зенкерування	Зенкерування (двохкратне)
8–10	80 ÷ 20	Діаметром до 20 мм в сталі і діаметром до 25 мм в чавуні - свердління і розвертування. Діаметром більше 20 мм в сталі і більше 25 мм в чавуні -свердління, зенкерування та розвертування	Зенкерування (одно або двохкратне) і розвертання (одно-кратне)
7–8	80 ÷ 20	Діаметром до 12 мм - свердління, розвертування (одно - або двохкратне) Діаметром більше 12 мм - свердління, зенкерування і розвертування (одно - або двохкратне)	Зенкерування (одно- або двохкратне) і розвертування (одно-кратне або двохкратне)

Таблиця 1а - Точність обробки отворів і рекомендований набір інструменту [2].

Квалі- тет оброб- ки	7			8 ÷ 10		11		12 ÷ 14
	Номін. Діаметр отвору	Свер- дло	Чис- това роз- вертка	Чис- това роз- вертка	Свер- дло	Роз- верт- ка	Свер- дло	Роз- верт- ка
1,5	1,4	1,47	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,5
1,8	1,7	1,77	1,8	1,7	1,8	1,7	1,8	1,8
2,0	1,9	1,97	2,0	1,9	2,0	1,9	2,0	2,0
2,2	2,1	2,17	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,2
2,5	2,4	2,47	2,5	2,4	2,5	2,4	2,5	2,5
2,8	2,7	2,77	2,8	2,7	2,8	2,7	2,8	2,8
3,0	2,9	2,97	3,0	2,9	3,0	2,9	3,0	3,0
3,5	3,4	3,47	3,5	3,4	3,5	3,4	3,5	3,5
4,0	3,9	3,97	4,0	3,9	4,0	3,9	4,0	4,0
4,5	4,2	4,46	4,5	4,2	4,5	4,2	4,5	4,5
5	4,8	4,96	5	4,8	5	4,8	5	5
6	5,8	5,96	6	5,8	6	5,8	6	6
7	6,7	6,95	7	6,7	7	6,7	7	7
8	7,8	7,95	8	7,8	8	7,8	8	8
9	8,7	8,95	9	8,7	9	8,7	9	9
10	9,7	9,95	10	9,7	10	9,7	10	10
11	10,7	10,94	11	10,7	11	10,7	11	11

2.2 Зенкери

Для розсвердлення готових отворів, одержаних відливкою або куванням, грубих, неточних, з великими нерівномірними припусками, з твердою кіркою на поверхні, звичайні свердла не придатні або малопродуктивні: нерівномірний тиск на два ріжучих леза сприяє відведенню інструменту від осі.

В цьому випадку отвори розсвердлюються зенкерами, які мають на відміну від свердл не два, а три чи чотири ріжучі леза з направляючими стрічками, забезпечуючи краще направлення інструменту в отворі. Правда, широкі стрічки зенкерів (0.8 ÷ 2.0 мм) викликають налипання стружки, але зменшують вібрації.

Отвори після свердла також оброблюються зенкерами, щоб одержати більш чисту поверхню і точні розміри.

Так як зенкери лише розточують вже готові отвори, то вони не мають суцільних ріжучих лез і зрізують порівняно невеликий шар металу (в середньому 0.3 ÷ 3.0 мм). Тому їх гвинтові канавки менш глибокі, що робить тіло зенкера більш міцним.

Квалітет обробки			12-14		11		8-10				7																			
			В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В													
			суцільно-матеріалі	літому або штампованому матеріалі	суцільному матеріалі	літому або штампованому матеріалі	суцільному матеріалі	літому або штампованому матеріалі	суцільному матеріалі	літому або штампованому матеріалі	суцільному матеріалі	літому або штампованому матеріалі	суцільному матеріалі	літому або штампованому матеріалі	суцільному матеріалі	літому або штампованому матеріалі	суцільному матеріалі													
			Друге свердло	Перше свердло	Чистовий зенкер	Чорновий зенкер	Напівчистовий зенкер або розвертка	Друге свердло	Перше свердло	Розвертка	Напівчистовий зенкер	Чорновий зенкер	Розвертка	Напівчистовий зенкер	Друге свердло	Перше свердло	Чистова розвертка	Чорнова розвертка	Напівчистовий зенкер	Чорновий зенкер	Чистова розвертка	Чорнова розвертка	Напівчистовий зенкер	Друге свердло	Перше свердло					
			-	12,00	-	-	12	10,70	11,82	-	11,82	12	10,70	11,82	-	10,70	-	-	-	-	12	11,9	11,8	-	10,7	11,7				
			-	13,00	12,00	13,00	11,70	11,82	11,70	11,82	13	11,70	11,82	13	11,82	11,70	12,82	12,94	12,82	12	12,8	12,9	12,8	-	11,7					
			-	14,00	13,00	14,00	12,70	11,82	12,70	11,82	14	12,70	11,82	14	12,70	13,82	13,94	13,82	13	13,8	13,9	13,8	13,9	-	12,7					
			-	15,00	14,00	15,00	13,70	11,82	13,70	11,82	15	13,70	11,82	15	13,70	14,82	14,94	14,82	14	14,8	14,9	14,8	14,9	-	13,7					
			-	16,00	15,00	16,00	14,25	11,82	14,25	11,82	16	14,25	11,82	16	14,25	15,82	15,94	15,82	15	15,8	15,9	15,8	15,9	-	14,2					
			-	17,00	16,00	17,00	15,25	11,82	15,25	11,82	17	15,25	11,82	17	15,25	16,82	16,94	16,82	16	16,8	16,9	16,8	16,9	-	15,2					
			-	18,00	17,00	18,00	16,25	11,82	16,25	11,82	18	16,25	11,82	18	16,25	17,82	17,94	17,82	17	17,8	17,9	17,8	17,9	-	16,2					
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			Номінальний діаметр отвору																											
			12	13	14	15	16	17	18	12	13	14	15	16	17	18	12	13	14	15	16	17	18	12	13	14	15	16	17	18

Таблиця 2 - Значення кутів при вершині свердла 2φ для різних матеріалів

Оброблюваний матеріал	2φ
Сталі і чавун	$166^\circ \div 120^\circ$
Сталі жароміцні	$120^\circ \div 140^\circ$
Алюміній	$130^\circ \div 140^\circ$
Магнієві сплави	$90^\circ \div 100^\circ$
Мідь	120°
Латунь автоматна	130°
Текстоліт	100°

Таблиця 3 - Стандартизовані типи спіральних свердл і їх основні розміри

Свердла	ГОСТ	Основні розміри, мм		
		d	l	l_0
З циліндричним хвостовиком серії: довгої середньої короткої	886–77	$1,0 \div 20$	$56 \div 254$	$33 \div 166$
	10902–77	$0,3 \div 20$	$19 \div 205$	$3 \div 140$
	4010–77	$0,5 \div 20$	$20 \div 131$	$3 \div 66$
З коротким циліндричним хвостовиком довгої серії	12122–77	$1,0 \div 9,5$	$48 \div 155$	$25 \div 100$
З конічним хвостовиком серії: подовженої довгої нормальної	2097–77	$6 \div 30$	$225 \div 395$	$145 \div 275$
	12121–77	$6 \div 30$	$160 \div 350$	$80 \div 230$
	10903–77	$5 \div 80$	$133 \div 514$	$52 \div 260$
З конічним хвостовиком суцільні твердосплавні	17276–71	$6 \div 12$	$120 \div 170$	$40 \div 70$
Суцільні твердосплавні серії: середньої короткої	17275–71	$3 \div 12$	$55 \div 120$	$24 \div 70$
	17274–71	$1,0 \div 12$	$32 \div 100$	$6 \div 50$

За конструкцією і призначенням зенкери поділяються на три основні групи :

1. Спіральні – для обробки наскрізних або глухих отворів, утворених свердлінням, холодним і гарячим штампуванням чи виливанням.

2. Циліндричні з прямою цапфою – для обробки отворів під циліндричні головки гвинтів і торцевих площин бабишок відливок.

3. Конічні – для обробки конічних отворів під головки гвинтів, видалення задирок з країв отворів і зенкування центрів у деталях.

За способом кріплення розрізняють хвостові і насадні зенкери. За загальним конструктивним оформленням зенкери поділяються на суцільні, зварні, збірні і з пластинками з твердого сплаву.

Типи і основні розміри стандартизованих зенкерів приведено в табл.4.

Таблиця 4 - Типи і основні розміри стандартизованих зенкерів

Типи зенкерів	ГОСТ	Основні розміри			
		D	d	L	l
Насадні зі вставними ножами із швидкорізальної сталі	2255-71	50 ÷ 100	22 ÷ 40	60 ÷ 76	–
Оснащені пластинками із твердого сплаву типів: а) з конічним хвостовиком б) насадні	3231-71	14 ÷ 50	–	180 ÷ 35	–
		32 ÷ 80	13 ÷ 32	40 ÷ 65	–
З вставними ножами, оснащеними пластинками із твердого сплаву типів: а) з конічним хвостовиком б) насадні	12510-71	30 ÷ 50	–	265 ÷ 30	–
		50 ÷ 100	22 ÷ 40	58 ÷ 74	–
Суцільні типів: а) з конічним хвостовиком б) насадні	12489-71	10 ÷ 40	–	160 ÷ 35	80 ÷ 20
		32 ÷ 80	13 ÷ 32	30 ÷ 52	–

2.3 Розвертки

Розвертки застосовують для остаточної обробки отворів, попередньо просвердлених, розточених різцем або оброблених зенкером.

Процес різання при розвертанні відбувається в умовах, аналогічних зенкеруванню, з тією лише різницею, що розвертка має більше зубів (в середньому від 6 до 12) і зрізає менший припуск. Це має істотний вплив на

підвищення чистоти і точності обробки отвору. Залежно від вимог, що ставляться до якості і точності обробки отворів, розрізняють чорнові і чистові розвертки.

Остаточним розвертанням досягають 6-9 квалітет точності та чистоту поверхні в межах $^{25}\sqrt{\div} \text{ } ^{0,63}\sqrt{\div}$.

За конструкцією і призначенням розвертки поділяються на ручні і машинні. Перші застосовуються при роботі вручну за допомогою воротка, другі – на верстатах.

Ручні розвертки поділяються на дві групи: циліндричні і конічні. Циліндричні у свою чергу поділяються на суцільні, розтискні (установочні) та розсувні.

Машинні розвертки поділяються також на дві групи: постійні і установочні. Постійні у свою чергу поділяються на насадні і суцільні (з циліндричним і конічним хвостовиком), а установочні - на суцільні і посадні.

Основні типи стандартизованих розверток і їх характеристики приведено в табл. 5.

Таблиця 5 - Основні типи стандартизованих розверток

Розвертки	ГОСТ	Основні розміри, мм.				
		Д	L	l	l ₀	d
Машинні суцільних типів: а) з циліндричним хвостовиком б) з конічним хвостовиком в) насадні	1672-80	2 ÷ 16	49 ÷ 170	1 ÷ 52	—	—
		5,5 ÷ 50	138 ÷ 344	26 ÷ 50	—	—
		25 ÷ 50	45 ÷ 63	32 ÷ 42	—	—
Машинні з вставними ножами з швидкорізальної сталі типів: а) з конічним хвостовиком б) насадні	883-80	32 ÷ 50	292 ÷ 344	38 ÷ 45	—	—
		40 ÷ 100	63 ÷ 90	40 ÷ 56	—	16 ÷ 40
Машинні оснащені пластинками із твердого сплаву типів: а) з конічним хвостовиком б) насадні	11175-80	10 ÷ 32	140 ÷ 240	16 ÷ 18	—	—
		32 ÷ 50	40 ÷ 55	32	—	16 ÷ 22
З ножами оснащеними пластинками із твердого сплаву	11176-71	52 ÷ 300	55 ÷ 100	25 ÷ 56	—	22 ÷ 80
Ручні циліндричні	7722-77	1 ÷ 71	38 ÷ 406	18 ÷ 203	—	—
Конічні конусністю 1:50 з циліндричним хвостовиком	11177-71	0,6 ÷ 60	42 ÷ 450	21 ÷ 355	—	—
Конічні конусністю 1:50 з конічним хвостовиком	10081-71	6 ÷ 32	165 ÷ 485	85 ÷ 355	5;10	—
Конічні з циліндр. Хвостовиком під конус Морзе	11182-71	9,72 ÷ 62	95 ÷ 300	61 ÷ 208	48 ÷ 172	—

3. Рекомендації по визначенню силових характеристик при обробці отворів

3.1 Глибина різання, мм

При свердлінні глибина різання $t = \frac{d}{2}$

При розсвердлюванні, зенкеруванні та розвертанні $t = \frac{D - d}{2}$

де D – діаметр оброблюваного отвору, мм;

d – діаметр попередньо обробленого отвору під розвертання, зенкерування та протягування, мм.

При шліфуванні глибина різання $t = (0,02 - 0,0025)$ мм рівна шару металу, який знімається периферією шліфувального круга за подвійний хід.

3.2 Подача, мм/об

При свердлінні отворів без обмежуючих факторів вибираємо максимально допустиму подачу по міцності свердла ([2] ст.277).

Діаметр свердла D , мм	Сталь				Сірий і ковкий чавун, мідні та алюмінієві сплави	
	HB < 160	HB 160-240	HB 240-300	HB > 300	HB < 170	HB > 170
2–4	0,09-0,13	0,08-0,10	0,06-0,07	0,04-0,06	0,12-0,18	0,09-0,12
4–6	0,13-0,19	0,10-0,15	0,07-0,11	0,06-0,09	0,18-0,27	0,12-0,18
6–8	0,19-0,26	0,15-0,20	0,11-0,14	0,09-0,12	0,27-0,36	0,18-0,24
8–10	0,26-0,32	0,20-0,25	0,14-0,17	0,12-0,15	0,36-0,45	0,24-0,31
10–12	0,32-0,36	0,25-0,28	0,17-0,20	0,15-0,17	0,45-0,55	0,31-0,35
12–16	0,36-0,43	0,28-0,33	0,20-0,23	0,17-0,20	0,55-0,66	0,35-0,41
16–20	0,43-0,49	0,33-0,38	0,23-0,27	0,20-0,23	0,66-0,76	0,41-0,47

При розсвердлюванні отворів подача, рекомендована для свердління, може бути збільшена до двох разів.

Рекомендована подача при зенкеруванні отворів ([2] ст.277).

Діаметр зенкера D , мм	Оброблюваний матеріал		
	Сталь	Чавун HB≤200 і мідні сплави	Чавун, HB > 200
До 15	0,5-0,6	0,7-0,9	0,5-0,6
15-20	0,6-0,7	0,9-1,1	0,6-0,7
20-25	0,7-0,9	1,0-1,2	0,7-0,8
25-30	0,8-1,0	1,1-1,3	0,8-0,9

Діаметр розвертки D, мм	Оброблюваний матеріал		
	Сталь	Чавун HB≤200 і мідні сплави	Чавун, HB > 200
До 10	0,60-0,8	1,6-2,2	1,2-1,7
10-15	0,65-0,9	1,7-2,4	1,4-1,9
15-20	0,70-1,0	1,9-2,6	1,5-2,0
20-25	0,80-1,1	2,0-2,7	1,6-2,2
25-30	0,85-1,2	2,2-3,1	1,7-2,4
30-35	0,90-1,3	2,4-3,2	1,9-2,6

Подача при протягуванні S_z – розмірний перепад між сусідніми ріжучими зубами протяжки – являється елементом конструкції протяжки і задається ГОСТами.

Подача при шліфуванні отворів – поздовжня S , переміщення шліфувального круга в напрямку його осі в міліметрах на один оберт заготовки рівна:

$$S = (0,25 \dots 0,7)B,$$

де B - товщина круга, мм.

3.3 Швидкість різання, м/хв

а) При свердлінні $v = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v$ ([2] ст.276);

б) При розсвердлюванні, зенкеруванні і розвертуванні $v = \frac{C_v D^q}{T^m S^y t^x} K_v$;

Значення коефіцієнту C_v та показники степенів берем із таблиць 28, 29, 30 ([2] ст.278-279)

K_v - загальний поправочний коефіцієнт, вибирається із таблиць 1, 2, 3, 4, 6 ([2] ст.261-263);

в) При протягуванні швидкість різання для протяжок із швидкорізальної сталі Р6М5 залежить від групи швидкості різання (I–IV) і знаходиться в межах 3-8 м/хв;

г) При шліфуванні існує таке поняття, як швидкість обертового руху заготовки, що знаходиться в межах 20-40 м/хв;

д) При розточуванні $v = \frac{C_v D^q}{T^m S^y t^x} K_v$ ([2] ст. 265).

Значення коефіцієнта C_V та показники степенів x, y, m вибираємо з табл.17([2]ст.269).

3.4 Сила різання, H та крутний момент, N_m

а) При свердлінні:

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p, P_0 = 10C_p D^q S^y K_p \quad ([2] \text{ ст.277});$$

б) При розсвердлюванні, зенкеруванні та розвертуванні:

$$M_{кр} = 10C_M D^q t^x S^y K_p, P_0 = 10C_p t^x S^y K_p \quad ([2] \text{ ст.277});$$

Значення коефіцієнтів C_M і C_p та показники степенів вибираємо з табл.32([2]ст.281);

в) При розточуванні:

$$P_{x,y,z} = 10 C_p t^x S^y g^n K_p \quad ([2] \text{ ст.271}).$$

Значення коефіцієнта C_p та показники степенів вибираємо з табл.22 ([2] ст.273-274).

Поправочний коефіцієнт являє собою добуток ряду коефіцієнтів, які враховують фактичні умови різання і вибираються з табл.9, 10, 23 ([2] ст.264, 265, 275);

г) При протягуванні:

$$P_z = P \sum B \quad ([2] \text{ ст.300}),$$

де P - сила різання на 1 мм довжини леза, H , яка залежить від оброблюваного матеріалу та величини подачі S_z на один зуб протяжки згідно табл.54 ([2] ст.300).

3.5 Потужність різання, кВт

а) При свердлінні, розсвердлюванні, зенкеруванні та розвертуванні:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} \quad ([2] \text{ ст.300}),$$

б) При розточуванні:

$$N = \frac{P_z g}{1020 \cdot 60} \quad ([2] \text{ ст.271});$$

в) При шліфуванні ([2] ст.300):

- периферією круга з повздовжньою подачею: $N = C_N g_3^r t^x S^y d^q$;

- при врізному шліфуванні периферією круга: $N = C_N g_3^r S_p^y d^q b^z$;

- при шліфуванні торцем круга: $N = C_N g_3^r t^x b^z$.

Значення коефіцієнта C_N та показники степенів вибираємо з табл.56 ([2] ст.303).

4. Вибір методу контролю отвору

Для контролю гладких отворів в залежності від його точності та серійності виробництва застосовуються наступні контрольні інструменти:

1. Штангенциркулі (ГОСТ 166-89). Оснащені лінійною шкалою, відлік по якій проводиться з допомогою додаткової шкали-ноніуса. Ноніус служить для відліку дробової частини інтервалу ділення основної шкали. Ціна поділки ноніуса може бути рівною 0,1 і 0,05 мм. Цей інструмент застосовується в одиничному, мілкосерійному та серійному виробництві і контролює отвори не вище 12 квалітету точності.

2. Калібри-пробки гладкі діаметром від 1 до 360 мм по ГОСТ 14807-69 – 14827-69 – з повною і неповною циліндричною поверхнею. Технічні вимоги на гладкі нерегульовані калібри для контролю циліндричних отворів діаметром від 10 до 360 мм вказані в ГОСТ 2015–69. Для контролю отворів 6–14 квалітету точності діаметром 1–50 мм виготовляються двохсторонні калібри-пробки, а для отворів діаметром 52–100 мм – односторонні. Для контролю отворів діаметром 102 – 360 мм виготовляються неповні калібри-пробки - прохідні і не прохідні. Цей інструмент застосовується в крупносерійному та масовому виробництві, частково в середньосерійному.

3. Нутроміри індикаторні. Ці прилади випускаються двох типів і ГОСТовані двома стандартами. По ГОСТ 868–82 нутроміри оснащені відліковим пристроєм з ціною поділки 0,01 мм і призначається для контролю отворів діаметром від 6 до 500 мм, по ГОСТ 9244–82 нутроміри оснащені відліковим пристроєм з ціною ділення 1 і 2 мкм.

Дані прилади застосовуються в одиничному, мілкосерійному та серійному виробництві і контролюють отвори 6–12 квалітету точності.

6. Зміст звіту

1. Назва і мета роботи.
2. Вихідні дані, характеристики обладнання.
3. Вибір ріжучого та вимірювального інструменту.
4. Вибір режимів різання.
5. Розрахунок силових характеристик при кожному способі обробки отвору.
6. Висновок.

7. Питання для самопідготовки

1. Основні методи обробки отворів.
2. Холодна та гаряча пробивка отворів, її характеристика.
3. Електроіскровий метод та його характеристики.
4. Розточування отворів та його характеристики.
5. Протягування отворів та його характеристики.
6. Свердління, зенкерування, розвертання та його характеристики.
7. Шліфування отворів та його характеристики.
8. Обробка отворів без зняття стружки.
9. Конструкція свердла та його основні елементи.
10. Конструкція різця (розточного) та його основні елементи.
11. Конструкція протяжки та її основні елементи.
12. Конструкція зенкера та його основні елементи.
13. Конструкція розвертки та її основні елементи.
14. Конструкція хона та його основні елементи.
15. Основні силові характеристики при свердлінні.
16. Основні силові характеристики при розточуванні.
17. Основні силові характеристики при розвертанні.
18. Основні силові характеристики при зенкеруванні.
19. Основні силові характеристики при протягуванні.
20. Основні силові характеристики при шліфуванні.
21. Методи контролю отвору в залежності від обробки.

Література

1. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. Учебник для вузов. Изд. 2-е, доп.- М.: Высшая школа, 1976.- 534 с., ил.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х.т. Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова.- 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1985.- 496 с., ил.
3. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г.Бойм и др.; Под общ. ред. А.А.Панова.- М.: Машиностроение, 1988.- 736 с., ил.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т.- М.:Машиностроение, 1980.

Зміст

Мета роботи

1. Вихідні дані для виконання роботи.
2. Загальні відомості.
 - 2.1. Свердла.
 - 2.2. Зенкери.
 - 2.3. Розвертки.
3. Рекомендації по визначенню силових характеристик.
4. Вибір методу контролю отвору.
5. Порядок виконання роботи.
6. Зміст звіту.
7. Питання для самопідготовки.

Література