

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ, НАУКИ МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет «Інженерної механіки і машинобудування»
Кафедра «Мехатронні системи машинобудівного обладнання»

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

щодо виконання індивідуальних завдань з вибіркової навчальної дисципліни циклу дисциплін за вибором ВНЗ

СИСТЕМИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ ВИРОБНИЦТВ

Галузь знань: 0505 «Машинобудування та матеріалообробка»

Напрямок підготовки: 050503 «Машинобудування»

Спеціальність – 05050301 «Металорізальні верстати та системи»

Кваліфікаційний рівень «Спеціаліст», «Магістр»

Донецьк, 2012

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ, НАУКИ МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет «Інженерної механіки і машинобудування»
Кафедра «Мехатронні системи машинобудівного обладнання»

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

щодо виконання індивідуальних завдань з вибіркової навчальної дисципліни циклу дисциплін за вибором ВНЗ

СИСТЕМИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ ВИРОБНИЦТВ

для студентів заочної та денно-заочної форм навчання

Галузь знань: 0505 «Машинобудування та матеріалообробка»

Напрямок підготовки: 050503 «Машинобудування»

Спеціальність – 05050301 «Металорізальні верстати та системи»

Кваліфікаційний рівень «Спеціаліст», «Магістр»

Розглянуто
на засіданні кафедри
«Мехатронні системи машинобудівного обладнання»

Протокол №____ від «____»
«_____» 20__р.

Затверджено на засіданні
Навчально-видавничої Ради ДонНТУ

Протокол №____ від «____»
«_____» 20__р.

Донецьк, 2012

УДК - _____

Методичні рекомендації щодо виконання індивідуальних завдань з вибіркової навчальної дисципліни циклу дисциплін за вибором ВНЗ «Системи інструментального забезпечення автоматизованих виробництв» для студентів заочної та денно-заочної форм навчання галузі знань 0505 «Машинобудування та матеріалообробка» напряму підготовки: 050503 «Машинобудування» спеціальність 05050301 «Металорізальні верстати та системи» Укл. І.В. Кисельова.

- Донецьк: ДонНТУ, 2012 – 15 с.

У методичних рекомендаціях наведені вихідні дані для виконання індивідуального завдання, умови вибору варіанта, методичні рекомендації по виконанню індивідуального завдання.

Укладач:

І.В. Кисельова, к.т.н., доцент

Відповідальний за випуск

В.В. Гусєв, д.т.н., професор, завідувач кафедри «Мехатронні системи машинобудівного обладнання»

ЗМІСТ

ЗМІСТ	4
1 Загальні положення	5
2 Розрахунок механізму автоматичного закріплення інструментів на верстаті з чпу	5
2.1 Опис механізму закріплення насадних інструментів на багатоопераційному верстаті з ЧПУ	5
2.2 Розрахунок оправки на міцність	8
2.3 Визначення зусилля затиску інструментальної оправки	10
2.4 Розрахунок параметрів механізму закріплення інструменту	11
3 Варіанти завдань для виконання індивідуальної роботи	12

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Індивідуальна робота розширює і збагачує знання, під час її виконання завершується формування світогляду студентів, розвиваються їх творчі можливості. Окрім практичної важливості, індивідуальна робота студентів має велике виховне значення, вона виховує самостійність не лише як сукупність певних умінь і навичок, але і як рису вдачі. Індивідуальна робота, перш за все, систематизує знання, отримані під час виконання всіх інших видів учбової роботи.

Джерелом творчих знань є лише особисті вправи, під час яких студент може виконати сам те, чому його вчили під час лекції. Індивідуальна робота передбачає своєчасне вивчення лекційного і самостійного матеріалу до вирішення інженерних задач, спрямованих на правильний вибір оптимального для даних умов оброблення конструкцій та розмірів різальних та допоміжних інструментів.

Під час виконання індивідуальної роботи студенти набувають навичок користування технічною та довідковою літературою, самостійно приймати певні інженерні рішення.

Індивідуальне завдання полягає в розрахунку механізму автоматичного закріплення інструменту на верстаті з ЧПУ.

Індивідуальна робота складається з розрахунку параметрів механізму автоматичного закріплення інструменту на верстаті з ЧПУ і ескізу механізму.

2 РОЗРАХУНОК МЕХАНІЗМУ АВТОМАТИЧНОГО ЗАКРІПЛЕННЯ ІНСТРУМЕНТІВ НА ВЕРСТАТІ З ЧПУ

2.1 Опис механізму закріплення насадних інструментів на багатоопераційному верстаті з ЧПУ

Механізм автоматичного закріплення інструментів є одним з найбільш відповідальних елементів системи інструментального забезпечення верстата, так як він повинен забезпечити високу надійність і сталість роботи на протязі всього робочого часу. Це, перш за все, пов'язано з роботою ГПС в умовах «малолюдного» виробництва.

Для закріплення інструментів в основному використовують приводи з внутрішнім джерелом енергії, так як використання приводу з зовнішнім джерелом енергії може привести до аварії у випадку припинення її подачі. Для розкріплення інструмента використовують привод з зовнішнім джерелом енергії у вигляді стиснутого повітря, гідравлічний або електричний. Частіш за все для закріплення оправки з інструментом в шпинделі використовують силу пружності пакета тарілчастих пружин, а для розкріплення - гідро- або пневмопривод.

Пристрій для закріплення інструмента розташовують всередині шпинделя верстата. Привод розташовують на окремії стойці для виключення впливу осьової сили приводу на підшипники шпиндельного вузла.

На рис.1 показаний пристрій для закріплення дискової фрези на верстаті з ЧПУ в затиснутому стані.

Насадні циліндричні чи дискові фрези 17 встановлюються на верстаті з ЧПУ за допомогою циліндричних оправок 2. Оправка центрується в шпинделі верстата за допомогою конуса з конусністю 7:24. Цей конус не є самогальмівним, тому для закріплення оправки в шпинделі використовується тяга 13, яка вкручується в різьбовий отвір у торці оправки.

Крутний момент від верстата до оправки передається двома торцевими шпонками 21, закріпленими в шпинделі, через шпонкові пази на оправці. Від зміщення в осьовому напрямку фреза 17 фіксується на оправці за допомогою дистанційної втулки 19 і гайки 20. Дистанційні втулки використовуються якщо довжина оправки більша, ніж ширина фрези. Довжина дистанційних втулок вибирається з конструкційних міркувань так, щоб забезпечити можливість встановлення і закріплення фрези на стандартній оправці. Крутний момент від оправки на фрезу передається за допомогою призматичної шпонки 18. Дистанційні втулки теж встановлюють на шпонку.

Для захвату оправки 2 в різьбовий отвір на її торці вкручений гвинт 13 зі спеціальною голівкою. Механізм захвату розміщений в циліндричній частині 3 фасонного отвору шпинделя верстата 1. Профільні лапки 4 механізму захвату отримані повздовжнім перерізом на чотири частини втулки спеціального профілю. Лапки захвату зафіксовані спеціальною проточкою 5 в штанзі виштовхувача 16. Пружини 6 служать для надійного притискання лапок 4 до гвинта 13. Менший діаметр 8 отвору в шпинделі обмежує хід лапок закріплюючого механізму. Закріплення оправки з інструментом здійснюється пакетом тарілчастих пружини 10, які розташовані в отворі 9. Для розкріплення оправки використовується гідроциліндр одnobічної дії 14.

При подачі оливи в праву порожнину гідроциліндра 14 поршень через упорний підшипник 11 стискає тарілчасті пружини 10 і переміщує штангу 16 вліво. Лапки 4 потрапляють в проточку 3 більшого діаметру фасонного отвору, розходяться і звільняють гвинт 13, а штанга 16 при подальшому русі упирається в торець гвинта і виштовхує оправку 2 з інструментом зі шпинделя приблизно на 6 мм.

При скиданні тиску в гідроциліндрі штанга 16 під дією пакета тарілчастих пружин 10 переміщується в крайнє праве положення. Лапки 4 попадають у звужену частину отвору 3 і міцно утримують інструментальну оправку 2 в шпинделі.

Щоб виключити небезпеку включення обертання шпинделя при незакріпленій інструментальній оправці, позаду шпинделя встановлений мікроперемикач 12, який замикається подовженим правим кінцем штока 15 гідроциліндра. Кінець штока контактує з мікроперемикачем лише при закріпленій оправці.

Закріплення оправок пакетом тарілчастих пружин забезпечує високу надійність роботи механізму закріплення, сталість зусилля затиску, жорсткість стику оправки і посадкового отвору шпинделя верстата, виключає аварійні ситуації при непередбачених зупинках верстата.

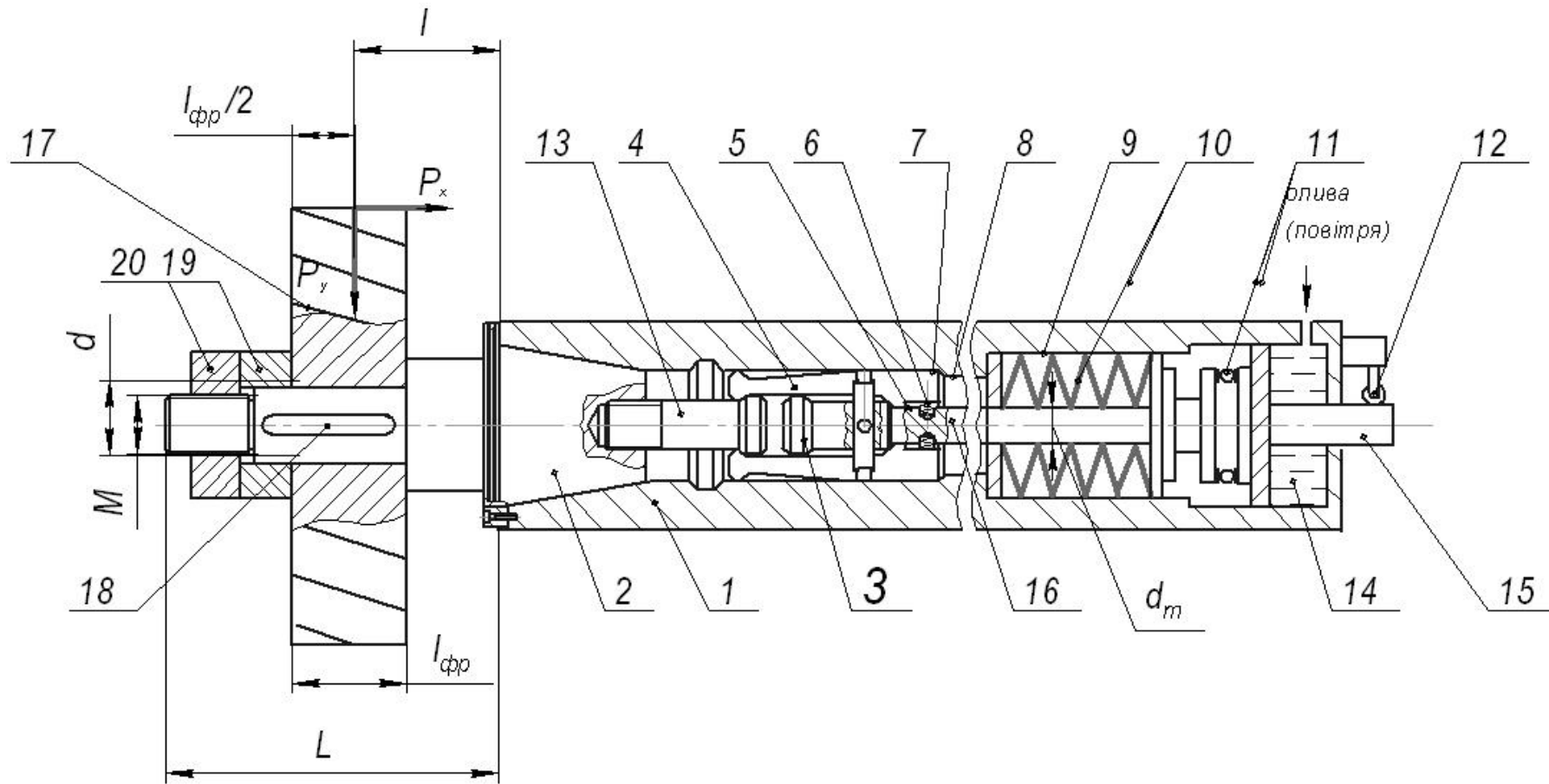


Рисунок 1 – Закріплення дискової фрези на багатоопераційному верстаті

2.2 Розрахунок оправки на міцність

Під час фрезерування на фрезу діють сили P_x , P_y і P_z . Схема сил, що діють на інструмент під час фрезерування, приведена на рис.2, епюри моментів – на рис.3. Величини сил різання розраховують в залежності від режимів різання, оброблюваного та інструментального матеріалів.

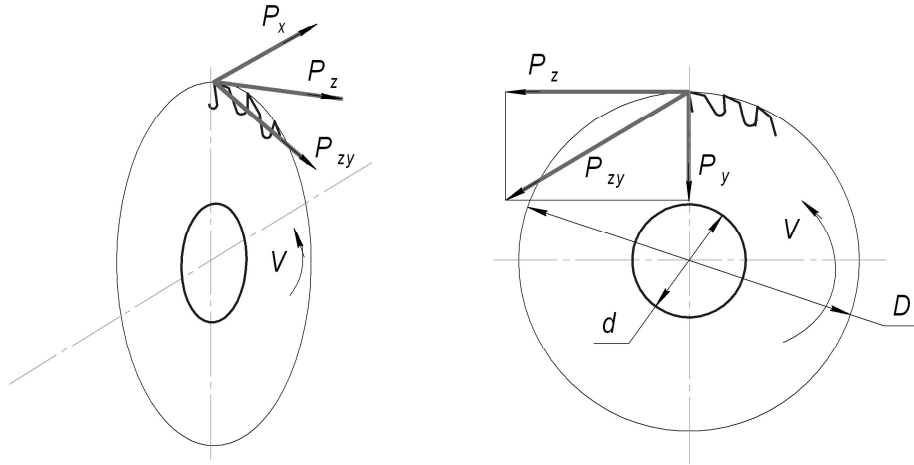


Рисунок 2 - Схема сил, які діють на оправку під час фрезерування

Сила P_x намагається зсунути фрезу вздовж оправки. Тому її дія сприймається лише різбою, яка служить для закріплення оправки в шпинделі, і не оказує ніякої дії на оправку. Величина цієї сили залежить від кута нахилу зубців. Для фрез із прямим зубом $P_x=0$.

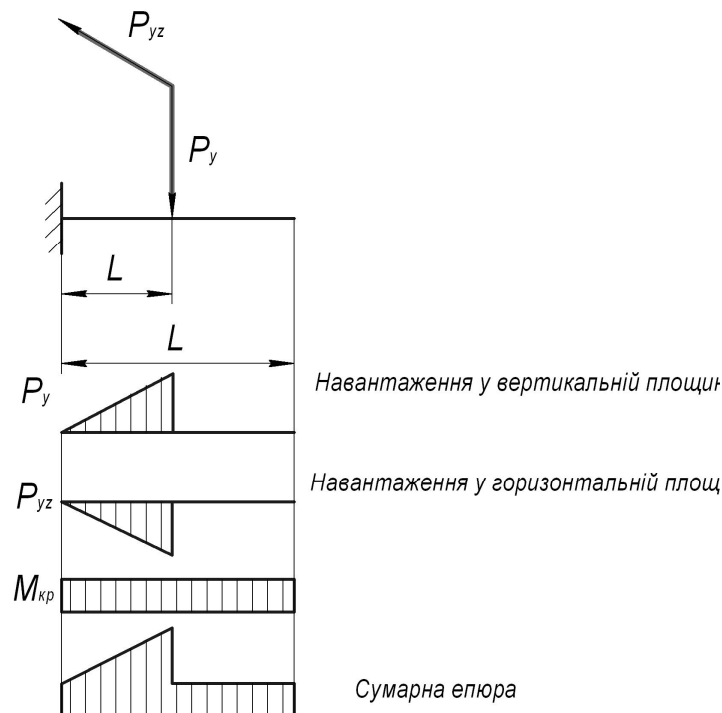


Рисунок 3 - Епюри моментів, які діють на оправку під час різання

Сила P_z скручує і згинає, а сила P_y лише згинає оправку. Тому розрахунок оправки на міцність і жорсткість ведеться по сумарному згинаючому моменту від сил P_y і P_z і крутному моменту від сили P_z . Під час розрахунків вважають, що сили різання прикладені посередині ширини фрези.

Розрахунок діаметру оправки на кручення та вигин ведуть по сумарному крутному моменту від сил P_y і P_{yz}

$$d = \sqrt[3]{\frac{\kappa M_{\text{сум}}}{[\sigma_u]}}, \text{ м,}$$

де – $M_{\text{сум}} = \sqrt{M_{\text{виг}}^2 + M_{\text{кр}}^2}$ - сумарний момент, який діє на оправку, Нм,

$M_{\text{виг}} = \sqrt{M_y^2 + M_{yz}^2}$ - сумарний вигинаючий момент, Нм,

$M_{\text{кр}}$ – крутний момент різання, Нм,

$\kappa=2\dots3$ – коефіцієнт запасу,

$[\sigma_u]$ - припустиме напруження оправки на вигин. Для конструкційних сталей $[\sigma_u]=(250\dots350)$ МПа.

Довжина оправки L вибирається з конструктивних міркувань, виходячи з розмірів фрези і верстата.

Для дискових пазових фрез ширина фрези приймається рівною ширині паза, що фрезерується. Для циліндричних фрез довжина фрези розраховується в залежності від ширини площини, що фрезерується

$$l_{\text{фр}} = (1,1\dots1,2)B, \text{ мм,}$$

де B – ширина поверхні, що фрезерується, мм.

В залежності від розрахованого діаметра по табл.1 вибирають розміри стандартної оправки. Загальний вигляд оправки приведений на рис.4.

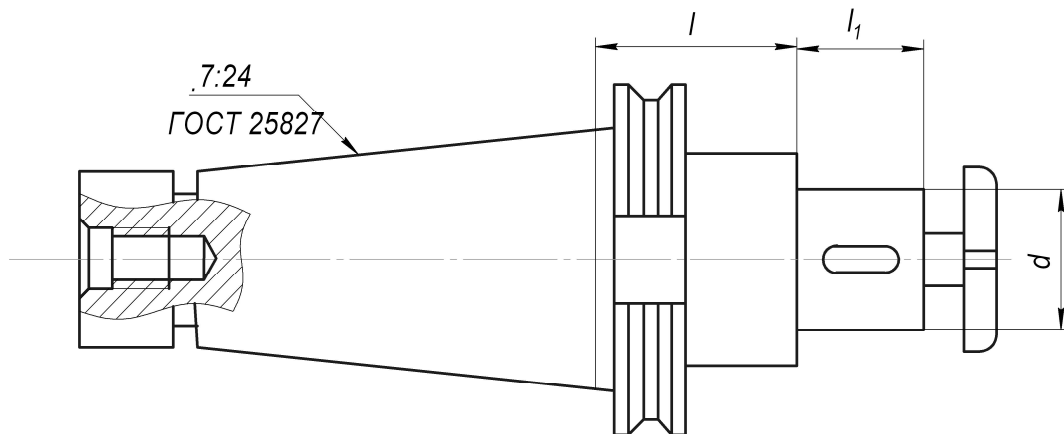


Рисунок 4 - Оправка для закріплення насадних дискових і циліндричних фрез

Таблиця 1 – Розміри оправок для закріплення фрез на верстатах з ЧПУ

№ конусу	d , мм	l_1 , мм	l , мм
40	16	16	60
	22	16	60
	27	22	60
			180
	32	26	80
			180

	40	28	80
			180
45	16	16	60
	22	18	60
	27	22	60
			180
	32	28	80
			180
40	48	80	
		180	
50	16	16	60
	22	18	80
	27	22	80
			180
	32	26	80
			180
	40	28	80
			180
50	34	80	
		180	

2.3 Визначення зусилля затиску інструментальної оправки

Розрахункова сила, яка утримує інструмент від обертання і осьового зсуву, рівна

$$R_{\Sigma} = \frac{2M_{\text{сум}}}{d_{\text{інстр}}}, \text{ Н,}$$

де $M_{\text{сум}}$ – сумарний момент який діє на оправку, Нм,
 $d_{\text{інстр}}$ – діаметр інструменту, м.

З урахування коефіцієнту надійності закріплення затискне зусилля повинно бути рівно

$$Q = KR_{\Sigma} \text{ Н,}$$

де K – коефіцієнт надійності закріплення.

Коефіцієнт надійності закріплення визначають як добуток декількох коефіцієнтів

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6,$$

де $K_0=1,5$ - гарантований запас надійності,

K_1 – коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях. K_1 приймається в залежності від виду оброблення: при чорновому обробленні $K_1=1,2$, при чистовому - $K_1=1$,

K_2 – коефіцієнт, який характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення інструмента, приймається в залежності від методу оброблення по таблиці 2,

K_3 - коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання при переривчастому

різанні, $K_3=1,2$;

K_4 - коефіцієнт, який характеризує сталість сили закріплення в затискному механізмі, для затискних механізмів з пневмо- і гідро- циліндрами односторонньої дії $K_4 = 1,3$;

K_5 і K_6 - коефіцієнти, які характеризують ергономіку затискних механізмів і вплив величини опорної поверхні інструмента на зусилля закріплення, для розглянутих випадків $K_5 = K_6 = 1$.

Таблиця 2 – Значення коефіцієнта K_2

Метод оброблення	Складові сили різання і моменти від них	K_2
Свердління	Крутний момент	1,15
	Осьова сила	1,0
Зенкерування	Крутний момент	1,3
	Осьова сила	1,2
Розточування	P_z	1,0
	P_y	1,4
	P_x	1,6
Фрезерування	P_z	1,6-1,8
	P_y	1,2-1,4

Мінімальний коефіцієнт запасу надійності закріплення відповідно до ГОСТ становить $[K]=2,5$. Якщо в результаті розрахунку значення коефіцієнта запасу K виявиться менше припустимого, варто приймати значення $K=[K]=2,5$.

2.4 Розрахунок параметрів механізму закріплення інструменту

2.4.1 Розрахунок тарілчастої пружини

Діаметр тяги визначають з умови міцності її на розтягування

$$d_m = \sqrt{\frac{4Q}{\pi[\sigma_p]}}, \text{ м,}$$

де $[\sigma_p]$ - припустиме напруження на розтягування для матеріалу тяги, для вуглецевих конструкційних сталей $[\sigma_p]=750$ МПа.

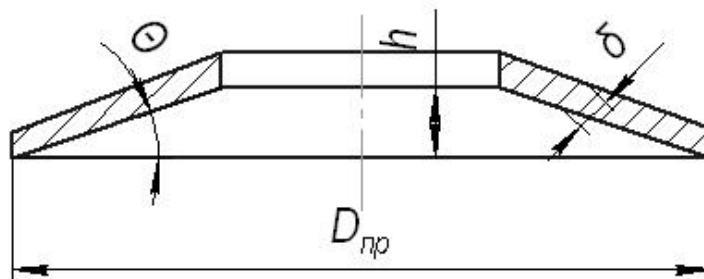


Рисунок 5 - Тарілчаста пружина

По осьовій силі і діаметру тяги вибирають тарілчасті пружини, внутрішній діаметр отвору яких відповідає діаметру тяги. Число пружин у пакеті визначається по формулі

$$n = \frac{(1,2-1,5)Q}{P_{np}}, \text{ шт.},$$

де P_{np} - зусилля, яке створює одна пружина, Н.

$$P_{np} = \frac{2E\delta\lambda_0}{(1-\mu^2)D_{np}^2 A} \left[(h-\lambda_0) \left(h - \frac{\lambda_0}{2} \right) + \delta^2 \right], \text{ Н},$$

де E - модуль пружності, для матеріалу пружин $E=2,1 \text{ Н/мм}^2$,

$\lambda_0=(0,65\dots0,8)h$ - осад однієї тарілки, мм;

D_{np} – зовнішній діаметр тарілки, мм (рис.5),

δ - товщина тарілки, мм,

h - висота внутрішнього конуса, мм,

$\mu=0,3$ - коефіцієнт Пуассона,

$$A = \frac{1}{\pi} \frac{6}{\ln\left(\frac{D_{np}}{d_{np}}\right)} \left(1 - \frac{1}{\frac{D_{np}}{d_{np}}} \right)^2.$$

Число пружин у пакеті приймається з урахуванням коефіцієнта запасу $K=1,2-1,5$ для забезпечення можливості регулювання зусилля закріплення інструментальних оправок і з урахуванням того, що при стиску поршнем гідроциліндра зусилля, діюче на пружини, не повинно перевищувати сумарного граничного робочого зусилля.

2.4.2 Розрахунок гідроциліндру

По ГОСТ 19899-74 приймають діаметр поршня гідроциліндра ближчим більшим до зовнішнього діаметра тарілчастих пружин і по довіднику вибирають гідроциліндр.

Для вибраного гідроциліндра розраховують необхідний тиск у робочій порожнині гідроциліндра по формулі

$$P = \frac{4Q}{\pi(D^2 - d^2)\eta}, \text{ Па},$$

де D - зовнішній діаметр поршня гідроциліндра, м;

d - діаметр штока гідроциліндра, м;

η - механічний ККД гідроциліндра.

3 ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ

Номер варіанту для виконання індивідуальної розрахункової роботи вибирається по двох останніх цифрах залікової книжки.

№ вар.	Вид поверхні	Розмір, мм	Шорсткість поверхні, Ra	Припуск під оброблення	№ вар.
01	Площина	40x100	3,2	5	00
02	Паз	15x3	6,3		99
03	Площина	45x200	1,25	2,5	98

04	Уступ	15x10	1,26		97
05	Паз	20x5	3,2		96
06	Площина	45x200	2,5	3	95
07	Паз	18x5	2,5		94
08	Площина	30x150	6,3	5	93
09	Уступ	10x5	1,25		92
10	Уступ	15x8	2,5		91
11	Площина	45x200	6,3	4	90
12	Паз	10x5	3,2		89
13	Паз	15x5	1,25		88
14	Площина	35x200	1,25	2	87
15	Площина	40x100	2,5	4	86
16	Площина	45x100	1,25	3	85
17	Паз	15x3	2,5		84
18	Площина	40x200	6,3	5	83
19	Уступ	15x8	3,2		82
20	Паз	20x5	2,5		81
21	Отвір	15 Н11	6,3		80
22	Паз	15x3	3,2		79
23	Отвір	12 Н9	2,5		78
24	Паз	20x5	2,5		77
25	Отвір	15 Н7	0,63		76
26	Отвір	10 Н11	6,3		75
27	Паз	10x5	2,5		74
28	Паз	15x4	6,3		73
29	Отвір	14 Н8	1,25		72
30	Паз	10x4	6,3		71
31	Паз	16x5	1,25		70
32	Отвір	10 Н6	0,63		69
33	Отвір	12 Н8	1,25		68
34	Паз	15x3	2,5		67
35	Отвір	8 Н12	6,3		66
36	Отвір	15 Н6	0,63		65
37	Отвір	15 Н11	2,5		64
38	Паз	16x4	1,25		63
39	Отвір	16 Н9	1,25		62
40	Паз	18x4	2,5		61
41	Отвір	15 Н11	6,3		60
42	Паз	15x3	3,2		59
43	Отвір	12 Н9	2,5		58
44	Паз	20x5	2,5		57
45	Отвір	15 Н7	0,63		56
46	Площина	30x150	6,3	5	55

47	Уступ	10x5	1,25		54
48	Уступ	15x8	2,5		53
49	Площина	45x200	6,3	4	52
50	Паз	10x5	3,2		51

Методичні вказівки до виконання індивідуальних завдань з вибіркової навчальної дисципліни циклу дисциплін за вибором ВНЗ «Системи інструментального забезпечення автоматизованих виробництв» для студентів заочної та денно-заочної форм навчання

Укладач Кисельова Ірина Володимирівна, к.т.н., доцент