

Ж.П. Дусанюк, Н.С. Семичаснова, С.В. Дусанюк, О.В. Карватко

**НАУКОВО-ДОСЛІДНА, КОНСТРУКТОРСЬКО-
ТЕХНОЛОГІЧНА ПРАКТИКА**

Частина 2

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Ж.П. Дусанюк, Н.С. Семичаснова, С.В. Дусанюк, О.В. Карватко

НАУКОВО-ДОСЛІДНА, КОНСТРУКТОРСЬКО- ТЕХНОЛОГІЧНА ПРАКТИКА

Частина 2

Затверджено Вченою радою Вінницького національного технічного університету як навчальний посібник для студентів напряму підготовки 0902 – "Технологія машинобудування". Протокол № 8 від 1 квітня 2004р.

Вінниця ВНТУ 2006

Рецензенти:

Р.Д. Іскович - Лотоцький, доктор технічних наук, професор

В.Ф. Анісімов, доктор технічних наук, професор

В.П. Пурдик, кандидат технічних наук, доцент

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Ж.П. Дусанюк, Н.С. Семичаснова, С.В. Дусанюк, О.В. Карватко
Д 84 **Науково-дослідна, конструкторсько-технологічна практика.**

Частина 2. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2006.-80 с.

В другій частині посібника розглядаються питання, що виконуються студентами при проходженні практики в 11 триместрі 4 курсу, наведені методичні рекомендації щодо їх виконання та оформлення у звіті. Наведений рекомендований зміст звіту. В додатки винесені приклади вирішення питань, що пов'язані з модернізацією технологічного процесу механічної обробки та супутні розрахунки. Посібник розроблений у відповідності з планом кафедри.

УДК 621(07)

Зміст

Вступ	5
4.10 Розробка модернізованого варіанта технологічного процесу механічної обробки деталі	6
4.10.1 Вибір методів, послідовності та числа переходів для обробки окремих поверхонь	6
4.10.2 Варіантний вибір і розрахункове обґрунтування чистових та чорнових технологічних баз	9
4.10.3 Оформлення модернізованого технологічного процесу механічної обробки деталі	25
4.10.4 Техніко-економічне обґрунтування модернізації технологічного процесу за мінімумом приведених витрат	25
4.11 Розмірний аналіз технологічного процесу	34
4.11.1 Вибір (з обґрунтуванням) розташування технологічних розмірів	35
4.11.2 Попереднє визначення допусків технологічних розмірів.....	35
4.11.3 Похідний, вихідний графі-дерева, суміщений граф.....	37
4.11.4 Визначення проміжних мінімальних припусків на механічну обробку плоских поверхонь	38
4.11.5 Технологічні розмірні ланцюги	39
4.11.6 Визначення технологічних розмірів, розмірів вихідної заготовки, максимальних припусків	39
4.12 Розробка схеми установаження деталі в пристрої	42
4.13 Оформлення звіту з науково-дослідної, конструкторсько-технологічної практики.....	49
5 Склад матеріалів зібраних при проходженні практики	51
5.1 Загальна частина	51
5.2 Науково-дослідна частина	51
5.3 Конструкторська частина.....	51
5.4 Технологічна частина	51
5.5 Спеціальна частина (для студентів, що займаються науковою роботою).....	52
5.6 Організаційна частина	52
5.7 Економічна частина	52
5.8 Техніка безпеки та охорона праці	53
6 Об'єм зібраних матеріалів (об'єм звіту)	54
7 Оформлення звіту з науково-дослідної, конструкторсько-технологічної практики	55
7.1 Загальні правила	55
7.2 Титульний лист	56
7.3 Перший лист	56

7.4 Наступні листи	57
7.4.1 Правила написання тексту	57
7.4.2 Оформлення формул	57
7.4.3 Оформлення ілюстрації	58
7.4.4 Оформлення таблиць	59
7.4.5 Висновки	60
7.5 Графічна частина	60
7.6 Список літератури. Форми запису	60
7.7 Додатки	61
ДОДАТКИ	62
Література	78

ВСТУП

Друга частина посібника з науково-дослідної, конструкторсько-технологічної практики присвячена розгляду питань, пов'язаних з розробкою модернізованого технологічного процесу (або розробкою другого альтернативного варіанта технологічного процесу). Розглядаються:

- вибір чистових та чорнових технологічних баз;
- оформлення модернізованого технологічного процесу;
- техніко-економічне обґрунтування модернізації технологічного процесу;
- розмірний аналіз технологічного процесу;
- розробка схем установаження деталей в пристроях.

В другій частині посібника наведені рекомендації щодо складу та об'єму матеріалів, які повинні бути зібрані студентами протягом 10, 11 триместрів при проходженні практики, дані пояснення до оформлення звіту та рекомендований зміст звіту.

Друга частина, як і перша, містить додатки, в яких наведені приклади оформлення певних питань звіту з науково-дослідної, конструкторсько-технологічної практики.

4.10 Розробка модернізованого варіанта технологічного процесу механічної обробки деталі (10.04-30.04)

Модернізований варіант технологічного процесу механічної обробки будується на основі висновків по розділах 4.6, 4.7, 4.8 (див. план-графік проходження практики).

4.10.1 Вибір методів, послідовності та числа переходів для обробки окремих поверхонь

Дані розрахунки виконуються для поверхонь, точність яких вища 12 квалітету.

Кількість переходів, які необхідно виконати для досягнення заданої точності, розміру, взаємного розміщення поверхонь, шорсткості оброблюваних поверхонь може бути визначена за коефіцієнтом уточнення.

$$\mathcal{E} = \frac{T_{заг}}{T_{дет}}, \quad (4.35)$$

де $T_{заг}$ – допуск розміру заготовки, мм (із розрахункової таблиці для заготовки); $T_{дет}$ – допуск розміру деталі (згідно з робочим кресленням деталі), мм.

Для чорнових переходів \mathcal{E} рекомендується 6-5, для напівчистових 4-3, для чистових 2-1.

Для більш спрямованого вибору числа ступенів можна використати формулу:

$$n = \frac{\lg \mathcal{E}}{0,46}, \quad (4.36)$$

Допуски розміру деталі на виконуваних переходах механічної обробки визначаються:

$$T_{дет_i} = \frac{T_{дет_{i-1}}}{\mathcal{E}_i}, \quad (4.37)$$

де $T_{дет_i}$ – допуск розміру деталі виконуваного переходу, мм; $T_{дет_{i-1}}$ – допуск розміру деталі попереднього переходу, мм; \mathcal{E}_i – уточнення, що прийнятно на виконуваному переході.

Згідно з розрахованими допусками встановлюється квалітет точності обробки деталі на кожному із переходів механічної обробки (див. таблицю 4.27).

При заданих параметрах взаємного розміщення поверхонь деталі \mathcal{E} для оброблюваної поверхні:

$$\mathcal{E} = \frac{T_{розм.заг}}{T_{розм.дет}}, \quad (4.38)$$

де $T_{розм.заг}$, $T_{розм.дет}$ – допуски взаємного розміщення поверхонь, відповідно заготовки і деталі, мм.

При розрахунку ε за шорсткістю оброблюваної поверхні:

$$\varepsilon = \frac{Ш_{заг}}{Ш_{дет}}, \quad (4.39)$$

де $Ш_{заг}$, $Ш_{дет}$ – шорсткість розглядуваної поверхні, відповідно. заготовки і деталі, мкм.

Після визначення кількості переходів механічної обробки даної поверхні вибираються відповідні методи обробки, що забезпечують задані параметри точності та шорсткості деталі і послідовність їх виконання.

Таблиця 4.27 – Допуски розмірів до 10000мм (згідно з СТ СЕВ 145-75 і СТ СЕВ 177-75)

Номинальні розміри, мм	Квалітети									
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Позначення допусків									
	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8
	Допуски, мкм									
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14
від 3 до 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18
» 6 » 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22
10 до 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27
18 до 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33
30 до 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39
50 до 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46
80 до 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54
120 до 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63
180 до 250	2	»	4,5	7	10	14	20	29	46	72
250 до 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81
315 до 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89
400 до 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97
500 до 630	4,5	6	9	11	16	22	30	44	70	110
630 до 800	5	7	10	13	18	25	35	50	80	125
800 до 1000	5,5	8	11	15	21	29	40	56	90	140
1000 до 1250	6,5	9	13	18	24	34	46	66	105	165
1250 до 1600	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195
1600 до 2000	9	13	18	25	35	48	65	92	150	230
2000 до 2500	11	15	22	30	41	57	77	110	175	280
2500 до 3150	13	18	26	36	50	69	93	135	210	330
3150 до 4000	16	23	33	45	60	84	115	165	260	410
4000 до 5000	20	28	40	55	74	100	140	200	320	500
5000 до 6300	25	35	49	67	92	125	170	250	400	620
6300 до 8000	31	43	62	84	115	155	215	310	490	760
8000 до 10000	38	53	76	105	140	195	270	380	600	940
	Кількість одиниць допуску в допуску даного квалітету									
	1*	1,4*	2*	2,7*	3,7*	5,1*	7	10	16	25

Продовження таблиці 4.27

Номинальні розміри, мм	Квалітети									
	9	10	11	12	13	14**	15**	16**	17**	18***
	Позначення допусків									
	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
	Допуски, мкм					Допуски, мм				
До 3	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1,0	1,4
від 3 до 6	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
» 6 » 10	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10 до 18	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18 до 30	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30 до 50	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,0	1,6	2,5	3,9
50 до 80	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3,0	4,6
80 до 120	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120 до 180	100	160	250	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3
180 до 250	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250 до 315	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315 до 400	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400 до 500	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4,0	6,3	9,7
500 до 630	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7,0	11,0
630 до 800	200	320	500	0,8	1,25	2,0	3,2	5,0	8,0	12,5
800 до 1000	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9,0	14,0
1000 до 1250	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1250 до 1600	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5,1	7,8	12,5	19,5
1600 до 2000	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6,0	9,2	15,0	23,0
2000 до 2500	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7,0	11,0	17,5	28,0
2500 до 3150	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21,0	33,0
3150 до 4000	660	1050	1650	2,6	4,1	6,6	10,5	16,5	26,0	41,0
4000 до 5000	800	1300	2000	3,2	5,0	8,0	13,0	20,0	32,0	50,0
5000 до 6300	980	1550	2500	4,0	6,2	9,8	15,5	25,0	40,0	62,0
6300 до 8000	1200	1950	3100	4,9	7,6	12,0	19,5	31,0	49,0	76,0
8000 до 10000	1500	2400	3800	6,0	9,4	15,0	24,0	38,0	60,0	94,0
Кількість одиниць допуску в допуску даного квалітету										
	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500

* Кількість одиниць допуску вказано для розмірів понад 500 мм.
Для розмірів до 500мм допуску в квалітетах від 01 до 4 визначені такими формулами
IT01=0,3+0,008Dи; IT0=0,5+0,012Dи; IT1=0,8+0,020Dи; IT2= $\sqrt{IT1 \cdot IT3}$;
IT3= $\sqrt{IT1 \cdot IT5}$; IT4= $\sqrt{IT3 \cdot IT5}$

** Квалітети 14-17 для розмірів менше 1 мм не передбачені.
*** Допуски по 18-му квалітету приведені додатково із СТ СЕВ 145-75 і СТ СЕВ 177-75.

Рекомендується навести один розрахунок для найбільш точної поверхні, а всі решта – звести до таблиці 4.28 (див.приклад додаток Л).

Таблиця 4.28 – Розрахунок кількості переходів механічної обробки деталі, вибір методів обробки

Поверхня, розмір	$\mathcal{E} = \frac{T_{заг}}{T_{дет}}$	Розподіл \mathcal{E} $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 \cdot \mathcal{E}_2 \cdot \dots$	Допуски розмірів деталі по переходах	Квалітет	Методи обробки поверхонь деталі

4.10.2 Варіантний вибір і розрахункове обґрунтування чистових та чорнових технологічних баз

Одним із найбільш складних і відповідальних питань проектування технологічних процесів механічної обробки деталі є призначення технологічних баз. Від того наскільки правильно вибрані бази залежить точність виконання розмірів заданих конструктором, правильність розміщення оброблюваних поверхонь, ступінь складності пристосувань, ріжучих та вимірювальних інструментів, загальна продуктивність обробки заготовок. Основні положення, що стосуються термінології, класифікації і теорії базування наведені в ГОСТ 21495-76 [13, 14] і студенти ознайомлені з нею при вивченні дисципліни „Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин”.

Вихідними даними при виборі баз є: робоче креслення деталі, технічні умови на її виготовлення, вид заготовки і стан її поверхонь, бажаний ступінь автоматизації. Перед вибором баз для конкретної операції необхідно чітко сформулювати задачі, які повинні бути вирішені в результаті виконання даної операції. Ці задачі формуються із вимог креслення і технічних вимог на виготовлення деталі.

Перший етап при виборі баз – вибір чистових технологічних баз, тобто поверхонь для базування деталі при виконанні більшості операцій технологічного процесу механічної обробки. Такими поверхнями бажано вибирати основні конструкторські бази, від яких, як правило, задано більшість розмірів, що координують розташування інших відповідальних поверхонь деталі. Відхилення від цього правила можливе лише тоді, коли основна конструкторська база деталі не має значної довжини достатньої для надійного базування деталі, або якщо обробку виконують при використанні пристосування сулутника.

Задача, що виконується при виборі чистових технологічних баз – це забезпечення похибки базування виконуваних параметрів точності деталі рівною нулю або її мінімізація. Тому після призначення чистових технологічних баз повинен бути виконаний аналіз похибок базування всіх виконуваних розмірів та технічних вимог, та зроблений висновок відносно правильності вибору баз.

Другий етап при виборі баз – вибір чорнових технологічних баз, тобто поверхонь, що використовуються для базування деталі на першій операції технологічного процесу механічної обробки.

Задачі, що вирішуються на даному етапі вибору баз:

- встановити зв'язки, що визначають відстані та повороти поверхонь, які одержані обробкою відносно поверхонь, що залишаються необробленими;
- рівномірно розподілити фактичні припуски між оброблюваними поверхнями.

В більшості випадків можна реалізувати декілька варіантів базування. Готових рішень для конкретних випадків не існує, оскільки кожен із варіантів може мати свої позитивні та негативні сторони.

Рекомендації для вибору баз:

- бази повинні бути достатньої довжини;
- заготовка повинна займати в пристосуванні потрібне їй положення під дією своєї ваги, а не в результаті прикладання затискних сил;
- базові поверхні повинні бути чистими для забезпечення однозначності базування. Не допускається використовувати поверхні зі слідами роз'єму штампів, ливарних форм, залишками ливникової системи та іншими дефектами;
- з точки зору експлуатації деталі базові поверхні повинні бути найбільш відповідальними. В цьому випадку при їх обробці на наступних операціях забезпечується рівномірність припусків і однорідна поверхня;
- з метою забезпечення правильного взаємного розташування оброблених поверхонь по відношенню до необроблених баз для першої операції вибирають ті поверхні, які в готовій деталі повинні залишатися необробленими;
- бази повинні забезпечувати можливість обробки з одного установа максимальної кількості поверхонь. Ця вимога особливо важлива при обробці деталей на верстатах з ЧПК, поздовжньо-стругальних, поздовжньо-фрезерних верстатах;
- після першої операції технологічні бази повинні бути змінені, тобто двічі використовувати одні і ті ж чорнові бази вкрай небажано, а в більшості випадків недопустимо.

Одночасно реалізувати всі перераховані рекомендації практично неможливо. Тому завжди стоїть задача знайти найбільш прийнятний варіант, що досягається аналізом переваг та недоліків кожного із можливих варіантів базування (див.приклад додаток М).

Найбільш розповсюджені схеми базування наведені в таблиці 4.29, приклади розробки схем базування – в таблиці 4.30.

Таблиця 4.29 – Розповсюджені схеми базування

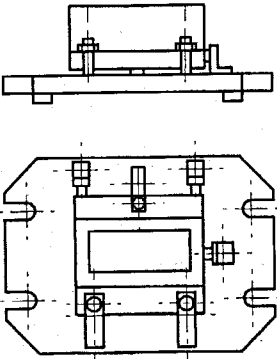
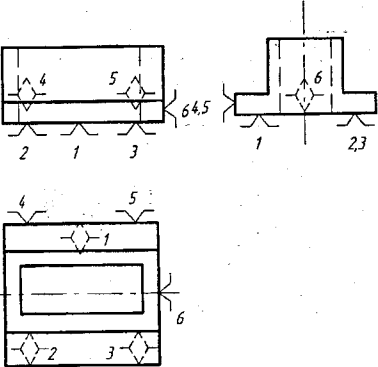
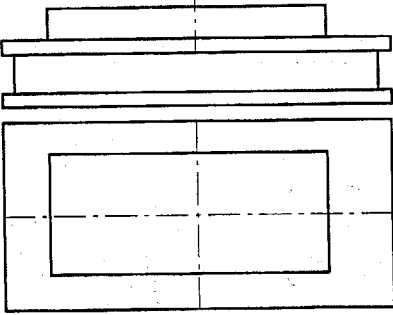
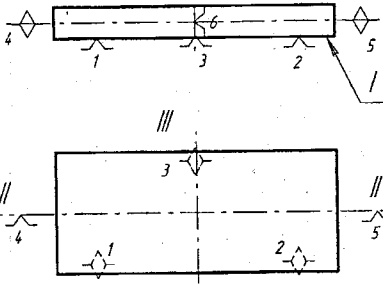
Схема установлення	Теоретична схема базування
<p data-bbox="119 271 484 357">Установлення заготовки на площині основи і двох бокових сторонах</p> 	
<p data-bbox="119 902 474 961">Установлення заготовки на площині (на магнітній плиті)</p> 	

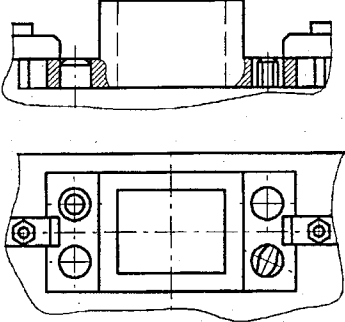
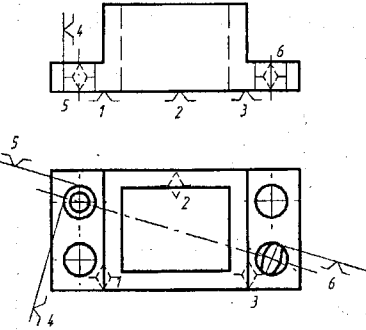
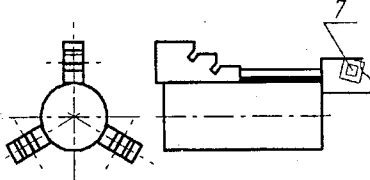
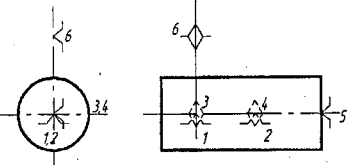
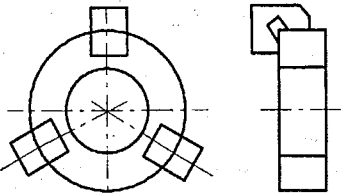
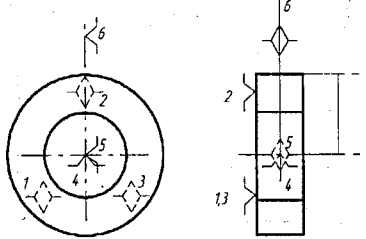
Схема установлення	Теоретична схема базування
<p data-bbox="156 231 487 283">Установлення заготовки на площині і двох отворах</p> 	
<p data-bbox="128 691 508 743">Установлення вала в трикуладковому самоцентруючому патроні</p>  <p data-bbox="267 943 472 966">7-штангенциркуль</p>	
<p data-bbox="128 1047 508 1099">Установлення диска в трикуладковому самоцентруючому патроні</p> 	

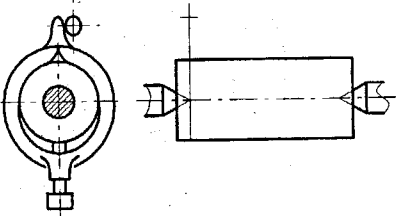
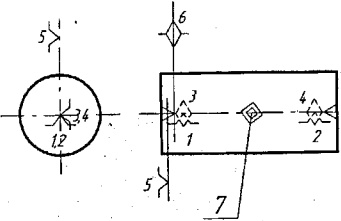
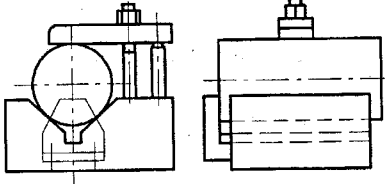
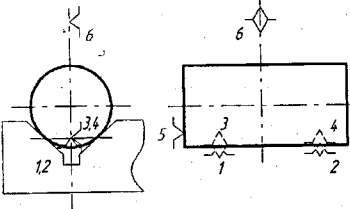
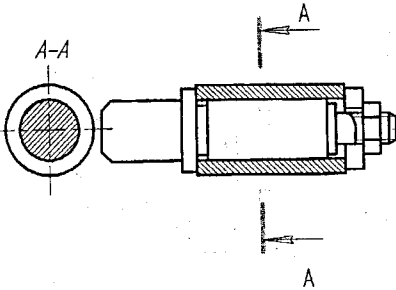
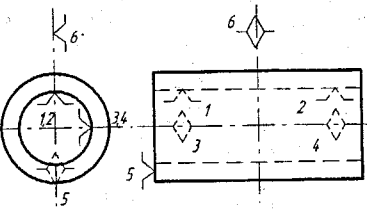
Схема установа	Теоретична схема базування
<p data-bbox="122 264 456 290">Установка вала в центрах</p> 	 <p data-bbox="519 513 829 569">7 - загальна вісь центрових отворів</p>
<p data-bbox="128 658 462 685">Установка вала на призмі</p> 	
<p data-bbox="118 1000 503 1059">Установка втулки на циліндричній оправці (з зазором)</p> 	

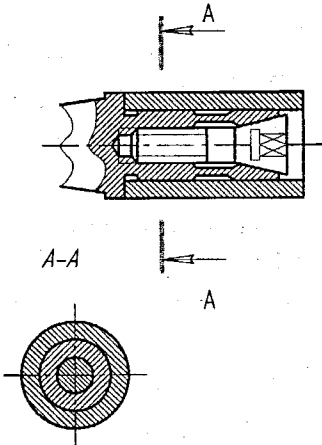
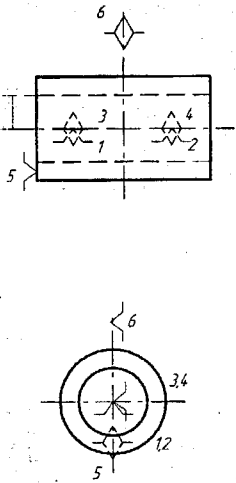
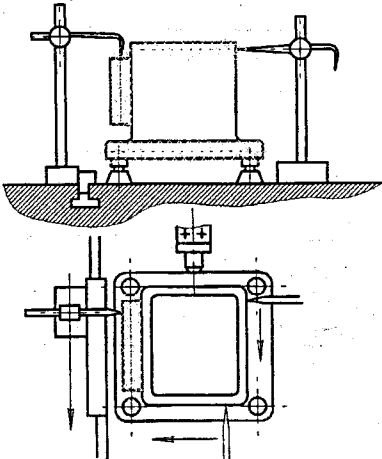
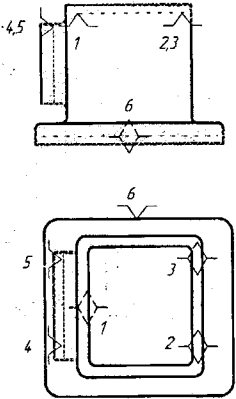
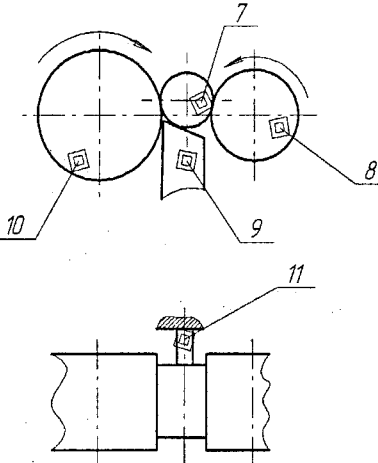
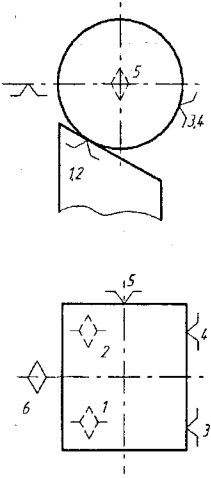
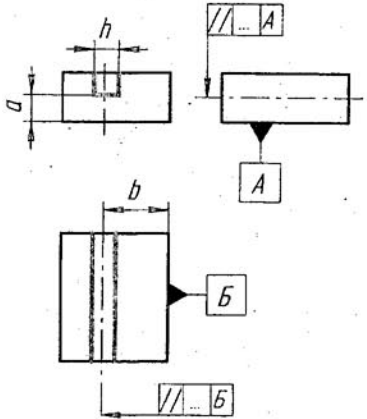
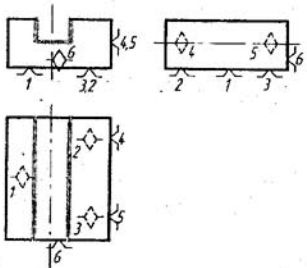
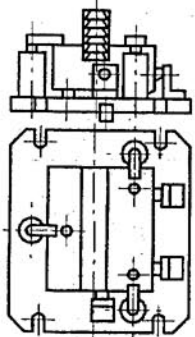
Схема установлення	Теоретична схема базування
<p data-bbox="153 219 536 278">Установлення втулки на розтискній оправці (без зазора)</p> 	
<p data-bbox="153 788 557 902">Установлення на верстаті заготовки корпусної деталі з вивіренням її положення за розміточними рисками</p> 	

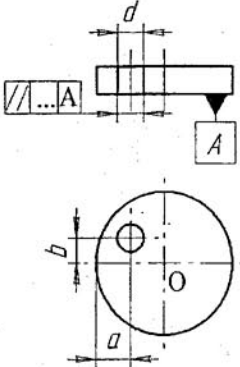
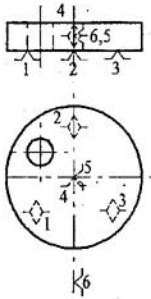
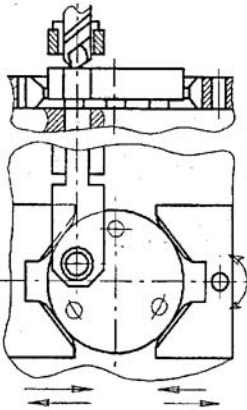
Схема установлення	Теоретична схема базування
<p data-bbox="137 228 477 342">Установлення заготовки за оброблювальною поверхнею при безцентровому візному шліфуванні</p>  <p data-bbox="119 1006 492 1095">7- заготовка; 8- ведучий круг; 9- опора; 10- шліфувальний круг; 11-повздожній упор;</p>	

Примітка. На теоретичних схемах базування арабськими цифрами 1-6 позначені опорні точки

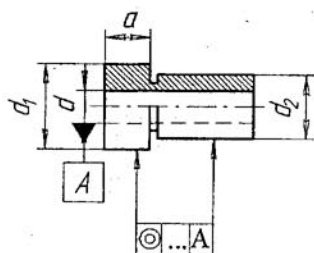
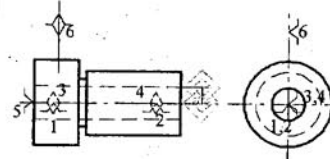
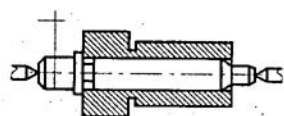
Таблиця 4.30 – Приклади розроблення схем базування

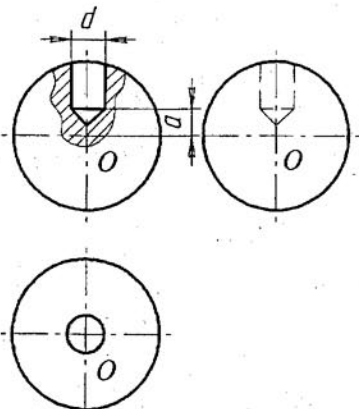
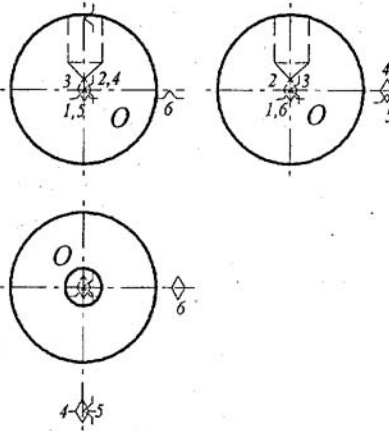
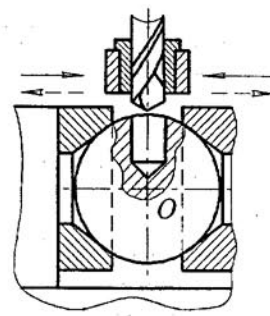
Задача	Розповсюджені схеми базування	Приклад можливої реалізації теоретичної схеми базування
<p>При фрезеруванні паза шириною h витримати розміри a і b, паралельність осі паза відносно поверхні B, а дна паза - відносно основи A</p> 		

Продовження таблиці 4.30

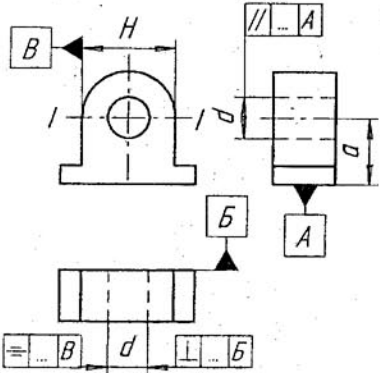
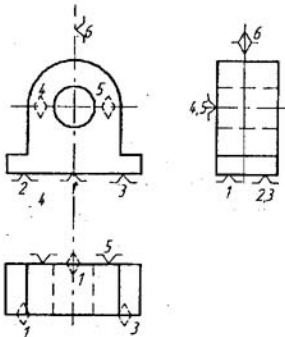
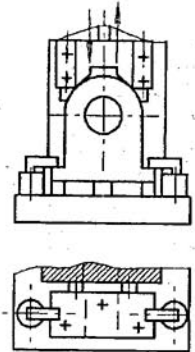
Задача	Розповсюджені схеми базування	Приклад можливої реалізації теоретичної схеми базування
<p>При обробці отвору d витримати розміри a і b і забезпечити перпендикулярність осі отвору d відносно поверхні A</p> 		

Продовження таблиці 4.30

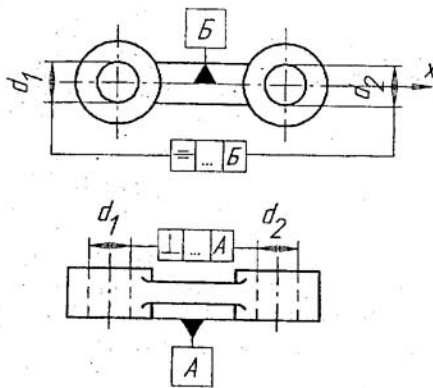
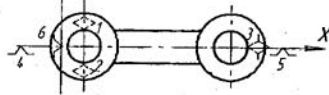
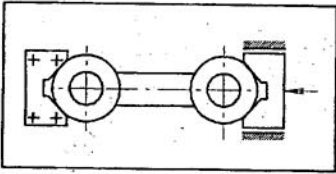
Задача	Розповсюджені схеми базування	Приклад можливої реалізації теоретичної схеми базування
<p>При обробці поверхонь діаметрами d_1 і d_2 забезпечити їх співвісність з отвором d і витримати розмір a</p> 		<p>Установлення заготовки на циліндричній оправці з беззазорною (пресовою) посадкою</p> 

Задача	Розповсюджені схеми базування	Приклад можливої реалізації теоретичної схеми базування
<p>При обробці отвору d в кулі витримати розмір a і забезпечити проходження осі отвору через точку O - центр кулі</p> 		

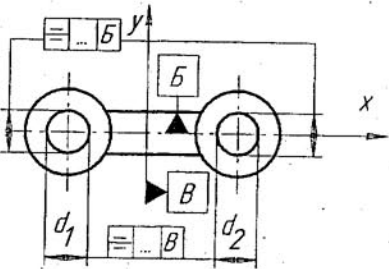
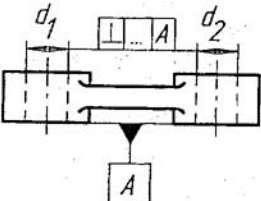
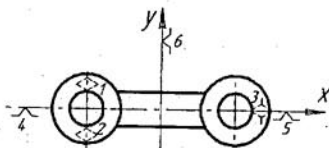
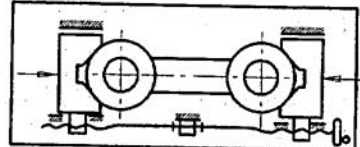
Продовження таблиці 4.30

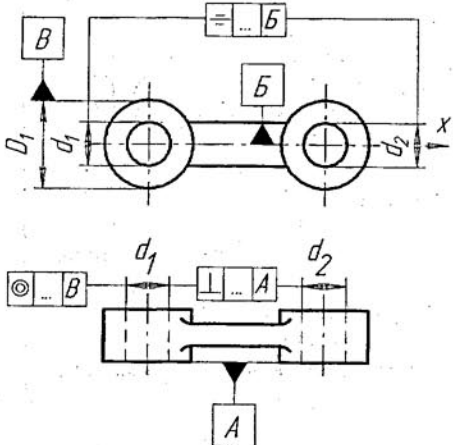
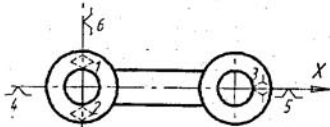
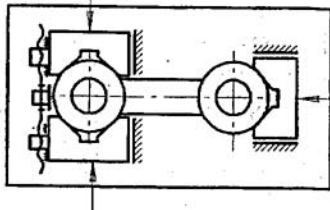
Задача	Розповсюджені схеми базування	Приклад можливої реалізації теоретичної схеми базування
<p>При розточуванні отвору d витримати розмір a, паралельність осі отвору площині A, перпендикулярність осі отвору до площини B в розрізі $I-I$, симетричність відносно зовнішнього контуру</p> 		

Продовження таблиці 4.30

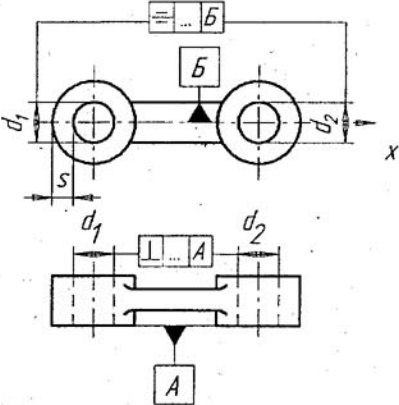
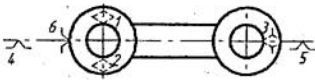
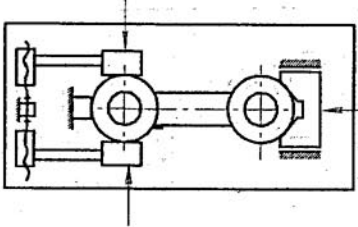
Задача	Розповсюджені схеми базування	Приклад можливої реалізації теоретичної схеми базування
<p>Обробити з застосуванням кондуктора отвори d_1 і d_2 в середині втулок важеля, забезпечивши виконання таких вимог:</p> <p>а) перпендикулярність осей отворів до площини А, і симетричність отворів відносно загальної площини симетрії втулок важеля Б</p> 		

Продовження таблиці 4.30

Задача	Розповсюджені схеми базування	Приклад можливої реалізації теоретичної схеми базування
<p data-bbox="230 243 593 357">б) перпендикулярність осей отворів до площини А і симетричність отворів відносно площин симетрії Х і Y</p>  		

Задача	Розповсюджені схеми базування	Приклад можливої реалізації теоретичної схеми базування
<p>в) перпендикулярність осей отворів до площини A і симетричність отворів відносно площини симетрії втулок X і співвісність отвору d_1 відносно зовнішньої поверхні втулки D_1</p> 		

Продовження таблиці 4.30

Задача	Розповсюджені схеми базування	Приклад можливої реалізації теоретичної схеми базування
<p>г) перпендикулярність осей отворів до площини A, симетричність отворів відносно площини симетрії втулок X і постійність товщини s стінки лівої втулки</p> 		

Примітка. На теоретичних схемах базування арабськими цифрами 1-6 позначенні опорні точки

4.10.3 Оформлення модернізованого технологічного процесу механічної обробки деталі

Технологічний процес оформляється у вигляді таблиці аналогічно оформленню базового (типового) технологічного процесу (див.приклад – додаток Н).

4.10.4 Техніко-економічне обґрунтування модернізації технологічного процесу за мінімумом наведених витрат

Критерієм оптимальності розроблення технологічного процесу механічної обробки (на першому етапі проектування) є мінімум витрат на виконання обробки одиниці продукції. Тому при порівнянні 2-х варіантів технологічного процесу механічної обробки деталі – базового і модернізованого або типового і модернізованого, необхідно визначити собівартість обробки $C_{обр}$ по операціях, що відрізняються, та взяти остаточно до розгляду ті операції, собівартість виконання яких є меншою. Якщо ж технологічні процеси механічної обробки відрізняються повністю, то визначається сумарна собівартість механічної обробки кожного із варіантів і остаточно береться варіант з меншою собівартістю механічної обробки.

Технологічна собівартість операції механічної обробки (коп./год) складає [5]:

$$C_{обр} = \frac{C_{n-с} \cdot T_{шт-к(шт)}}{60 \cdot K_g}, \quad (4.40)$$

де $T_{шт-к(шт)}$ – штучно-калькуляційний чи штучний час виконання операції, хв. ($T_{шт-к}$ береться для одиничного, дрібносерійного, серійного, іноді великосерійного виробництв; $T_{шт}$ – для великосерійного, масового виробництв); $C_{n-с}$ – годинні приведені витрати, грн./год; K_g – коефіцієнт виконання норм, в машинобудуванні складає 1,3.

Годинні наведені витрати можна визначити [5]:

$$C_{n-с} = C_з + C_{з.с} + E_n (K_g + K_n), \quad (4.41)$$

де $C_з$ – основна та додаткова заробітна плата з нарахуваннями, коп./год; $C_{з.с}$ – годинні витрати експлуатації робочого місця, коп./год; E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень (в машинобудуванні $E_n=0,2...0,25$); K_g, K_n – питомі годинні капітальні вкладення відповідно у верстат та приміщення, коп./год.

Основна та додаткова заробітна плата з нарахуваннями і врахуванням багатостатного обслуговування розраховується за формулою:

$$C_3 = E \cdot C_{m,ф} \cdot K \cdot y, \quad (4.42)$$

де E – коефіцієнт, що враховує додаткову заробітну плату – 10-12%, перерахування в фонд соціального страхування на випадок безробіття – 2,1%, в зв'язку з тимчасовою втратою працездатності – 2,2%, від нещасних випадків – 0,2-13,8%, для перерахунку в Пенсійний фонд України – 32%;

$$E = 1,1 \cdot 1,029 \cdot 1,025 \cdot 1,32 = 1,53;$$

$C_{m,ф}$ – годинна тарифна ставка верстатника відповідного розряду, що працює від виробітку, коп./год (див.таблицю 4.31); K – коефіцієнт, що враховує заробітну плату налаדчика (якщо наладка верстата, як, наприклад, часто в серійному виробництві, виконується самим робітником, то $K=1$, в умовах масового виробництва $K=1,1-1,15$); y – коефіцієнт, що враховує оплату робітника при багатостатному обслуговуванні.

Таблиця 4.31 – Тарифні ставки робітників, зайнятих на верстатних роботах з обробки металу та інших матеріалів різанням на металорізальних верстатах

Згідно з сіткою №1										
Вид оплати	Тариф. ставка	Одиниця вимірювання	Розряди, розміри тарифних ставок							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1 Відрядна	годинна	грн.	1,45	1,61	1,96	2,18	2,47	2,9	3,19	3,48
	місячна	грн.	242	269	327	363	411	484	532	580
2 Погодинна	годинна	грн.	1,29	1,42	1,74	1,94	2,19	2,58	2,84	3,1
	місячна	грн.	215	237	290	324	365	430	474	517
Згідно з сіткою №2										
Вид оплати	Тариф. ставка	Одиниця вимірювання	Розряди, розміри тарифних ставок							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1 Відрядна	годинна	грн.	1,33	1,46	1,8	2,0	2,26	2,66	2,93	3,19
	місячна	грн.	222	244	300	333	377	444	488	532
2 Погодинна	годинна	грн.	1,25	1,38	1,69	1,88	2,13	2,5	2,75	3,0
	місячна	грн.	209	230	282	314	355	417	459	500

*Годинні, місячні тарифні ставки згідно з сіткою №1
(витяг з ГАЛУЗЕВОЇ УГОДИ на 2003 рік)*

Слюсарі інструментальники і верстатники широкого профілю, які зайняті на універсальному устаткуванні інструментальних та інших цехів підготовки виробництва при виготовленні особливо точних, складних пресформ, штампів, приладдя та устаткування, верстатники на унікальному устаткуванні, які зайняті виготовленням особливо складної продукції, слюсарі-ремонтники, електромонтери та наладчики, які зайняті ремонтом, налагодженням та обслуговуванням особливо складного універсального устатку-

вання; інші висококваліфіковані робітники, які виконують особливо складні і унікальні роботи.

Годинні, місячні тарифні ставки згідно з сіткою №2

Верстатні роботи з виробки металу і інших ріжучих матеріалів на металообробних верстатах, роботи холодного штампування металу і інших матеріалів, роботи з виготовлення і роботи інструменту і технічної оснастки; слюсарі з виготовлення нестандартного обладнання. Роботи газоелетрозварувальні, малярні, гравірувальні, гальванічні, пресувальні, механоскладальні, слюсарно-складальні, робочі, зайняті монтажем радіоапаратури, регулювальники радіоапаратури, лудильники, заливники компаундом, намотувальники котушок трансформатора, намотувальники котушки, випробувачі агрегатів, приладдя, виготівники сіткових трафаретів, шкал і плат; контролери ОТК. Робітники, безпосередньо зайняті ремонтом, налагоджуванням основного технічного, електроенергетичного, експериментального і наукового обладнання, машин, механізмів, автомобілів і іншого пересувного складу, електроннообчислювальної техніки, контрольно-вимірювальних приладів і автоматики; робочі, зайняті на будівельних і на ремонтно-будівельних роботах.

Коефіцієнт y , що враховує оплату робітника при багатOVERстатному обслуговуванні, можна приймати в залежності від кількості обслуговуваних верстатів; при кількості обслуговуваних верстатів 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7: коефіцієнт y відповідно дорівнює 1; 0,65; 0,48; 0,39; 0,35; 0,32; 0,3.

Кількість верстатів, що обслуговуються одним робітником, можна приймати такою: універсальні верстати (токарні, протяжні горизонтальні, свердлильні, фрезерні, стругальні, шліфувальні та інші) – 1; токарні багаторізькові напівавтомати – 1...2; багатопшпидельні напівавтомати – 3...4; зуборізні напівавтомати – 4...5

Годинні витрати експлуатації робочого місця:

$$C_{z.g} = C_{z.g}^{b.n} \cdot K_m, \quad (4.43)$$

де $C_{z.g}^{b.n}$ – практичні годинні витрати на базовому робочому місці, коп./год; K_m – коефіцієнт, який показує в скільки разів витрати, що пов'язані з роботою даного верстата, більші, ніж аналогічні витрати базового верстата (значення K_m наведені в таблиці 4.32).

Таблиця 4.32 – Середнє значення κ_m та α по групах обладнання [5]

Назва групи обладнання	Характеристика верстата	κ_m	α
1	2	3	4
Токарно-гвинторізні	<i>Висота центрів, мм</i>		
	НЕ БІЛЬШЕ 200	0,9	0,23
	200...300	1,3	0,26
	300...400	1,6	0,30
	400...500	3,0	0,47
Токарно-карусельні	500...600	3,5	0,47
	<i>Діаметр плішайби, мм</i>		
	Не більше 1120	2,7	0,40
	1120...1400	3,6	0,41
	1400...2000	4,9	0,57
Токарні багаторізьові напівавтомати	2000...2800	6,4	0,65
	2800...4000	13,4	0,47
	<i>Висота центрів, мм</i>		
	Не більше 150	1,4	0,37
	150...200	1,8	0,39
Токарно-револьверні	200...250	2,8	0,44
	<i>Діаметр оброблюваних виробів, мм</i>		
	18...36	0,9	0,32
	36...65	1,3	0,34
	не менше 65 в патроні 500	1,5	0,35
Вертикально-свердлильні		0,9	0,46
	<i>Найбільший діаметр свердла, мм</i>		
	Не більше 12	0,5	0,19
	12...35	0,7	0,22
Радіально-свердлильні	35...70	1,2	0,30
	<i>Не менше 70</i>		
	<i>Найбільший діаметр свердла, мм</i>		
	Не більше 35	0,7	0,36
	35...75	1,4	0,29
	75...100	1,6	0,34
	Не менше 100	2,2	0,42
		3,3	0,47

Продовження таблиці 4.32

1	2	3	
Горизонтально-розточні	<i>Діаметр висувного шпинделя, мм</i>		
	Не більше 80	1,7	0,42
	80...110	3,1	0,56
	110...150	4,4	0,65
	150...175	8,5	0,70
Круглошліфувальні	175...200	13,6	0,72
	<i>Висота центрів, мм</i>		
	Не більше 100	2,5	0,25
	100...200	1,8	0,36
	200...275	2,4	0,37
Плоскошліфувальні	275...370	3,2	0,48
	Не менше 370	6,5	0,50
	<i>Розміри горизонтального стола, мм</i>		
	Не більше 1000×300	1,4	0,24
	1000×300...2000×400	1,6	0,25
Зубофрезерні	2000×400...2000×800	3,4	0,40
	<i>Діаметр виробу, мм</i>		
Зубодовбальні	750...1250	2,4	0,26
	<i>Діаметр виробу, мм</i>		
Зубошліфувальні	Не більше 500	1,7	0,25
	500...1250	2,7	0,40
	<i>Діаметр виробу, мм</i>		
	Не більше 320	2,6	0,60
Горизонтально-фрезерні	700...800	3,6	0,66
	Не менше 800	7,8	0,77
	<i>Поверхня столу, мм</i>		
Вертикально-фрезерні	Не більше 1000×250	1,1	0,26
	1000×250...1600×400	1,5	0,29
Універсально-фрезерні	<i>Поверхня столу, мм</i>		
	Не більше 1000×250	1,1	0,23
	1000×250...1250×300	1,5	0,28
	1250×300...1600×400	1,8	0,31
	1600×600...2000×800	1,9	0,31
Універсально-фрезерні	Не менше 2000×800	5,5	0,57
	<i>Поверхня столу, мм</i>		
	Не більше 1000×250	1,1	0,29
	1000×250...1200×300	1,2	0,30
	1250×300...1600×400	1,5	0,30

Продовження таблиці 4.32

1	2	3	4
Поздовжньо-стругальні	<i>Поверхня столу, мм</i>		
	(3000×900)...(4000×1250)	5,0	0,44
	4000×1250...6000×2500	6,3	0,47
Поперечно-стругальні	Не менше 8000×2400	9,0	0,65
	<i>Найбільший хід повзуна, мм</i>		
	Не більше 700	1,1	0,33
Довбальні	700...900	1,3	0,34
	<i>Хід довбача, мм</i>		
	Не більше 200	1,1	0,37
Горизонтально-протяжні	200...320	1,4	0,44
	<i>Максимальне зусилля, т</i>		
	Не більше 20	3,0	0,20
Молоти пневматичні кувальні	20...40	3,6	0,24
	<i>Маса падаючих частин, кг</i>		
	Не більше 150	1,5	0,39
	150...400	2,7	0,34
	750...1000	6,0	0,32
Преси механічні	Не менше 1500	21,7	0,21
	<i>Максимальне зусилля, т</i>		
	Не більше 25	0,5	0,51
	25...50	0,7	0,53
	50...100	1,0	0,53
	100...160	2,5	0,53
	160...250	3,5	0,56
	400...630	4,2	0,64
2000...2500	17,7	0,70	
Горизонтально-кувальні машини	<i>Максимальне зусилля, т</i>		
	Не більше 100	2,1	0,4
	100...250	4,4	0,51
	250...630	6,3	0,70
	630...800	9,6	0,76
Гільйотинні ножиці	<i>Товщина листа, що розрізається, мм</i>		
	Не більше 3	0,6	0,25
	Те ж 6,3	1,1	0,54
	Те ж 10	2,2	0,61
	Те ж 16	2,9	0,63

Годинні витрати на базовому робочому місці $C_{2.6}^{6.n}$ в умовах двозмінної роботи для великосерійного і масового виробництва можна прийняти 44,6 коп/год, для серійного – 36,3 коп/год.

Для універсальних та спеціалізованих верстатів масою до 10 т, а також агрегатних і спеціальних верстатів, що не ввійшли в таблицю значення K_m можна визначити розрахунковим способом [5]:

а) для автоматів і напіваавтоматів

$$K_m = \left(\frac{3Ц}{1000} + 0,6N_y + 0,73P_m + 0,4P_e + I \right) \cdot \frac{1}{21,8}; \quad (4.44)$$

б) для різьбофрезерних, зубофрезерних і протягувальних верстатів

$$K_m = \left(\frac{3Ц}{1000} + 0,6N_y + 0,69P_m + 0,4P_e + I \right) \cdot \frac{1}{21,8}; \quad (4.45)$$

в) для решти верстатів, що працюють неабразивним інструментом

$$K_m = \left(\frac{3Ц}{1000} + 0,48N_y + 0,54P_m + 0,4P_e + I \right) \cdot \frac{1}{21,8}; \quad (4.46)$$

г) для верстатів, що працюють абразивним інструментом

$$K_m = \left(\frac{2,95Ц}{1000} + 0,48N_y + 0,58P_m + 0,7P_e + I \right) \cdot \frac{1}{21,8}; \quad (4.47)$$

д) для агрегатних і спеціальних верстатів

$$K_m = \left(\frac{2,53Ц}{1000} + 0,6N_y + 0,68P_m + 0,5P_e + I \right) \cdot \frac{1}{21,8}; \quad (4.48)$$

де $Ц$ – балансова вартість верстата, що визначається як сума оптової ціни верстата і затрат на транспортування та його монтаж, які складають 10...15% оптової ціни верстата, грн.; N_y – встановлена потужність двигунів, кВт; P_m і P_e – категорія ремонтної складності відповідно механічної і електричної частин верстата; I – годинні витрати, що пов'язані з компенсацією зношення металорізального інструмента.

Для визначення K_m використовуються такі дані: оптові ціни, встановлені потужності, категорії ремонтної складності верстатів (наведені в таблицях технічних характеристик металорізальних верстатів [5,10,11,12]), годинні витрати на компенсацію зношення металорізального інструмента (див.таблицю 4.33).

Годинні витрати експлуатації робочого місця у випадку пониженого завантаження верстата ($\eta, < 60\%$) повинні бути скоректовані за допомогою коефіцієнта φ , якщо верстат не може бути довантажений, як, наприклад, в масовому виробництві.

Таблиця 4.33 – Витрати на компенсацію зношення металорізального інструмента *И* за 1 год.

Група верстатів 1	Характеристика групи 2	<i>И</i> , коп 3
Токарно-гвинторізнi	Висота центрів: До 200 мм Більше 200 мм	4,5 7,5
Токарно-револьверні	Діаметр прутка: До 22 мм Більше 22 мм	4,9 6,8
Багаторізнцеві напiвав- томати	Діаметр заготовки: До 250 мм Більше 250 мм	7,6 11,2
Вертикально- свердлильні	Діаметр свердла: До 25 мм Більше 25 мм	5,6 7,4
Радіально-свердлильні	Діаметр свердла: До 50 мм Більше 50 мм	9,2 11,0
Горизонтально- розточувальні	Діаметр шпинделя: До 60 мм Більше 60 мм	7,7 9,5
Плоскошліфувальні	Працюють периферією круга Працюють торцем круга	8,7 7,0
Круглошліфувальні	Діаметр круга до 250 мм	10,3
Безцентрово- шліфувальні	Діаметр шліфувального круга до 250 мм	23,0
Зубофрезерні	З вертикальною віссю обертання	21,0
Зубодобальні	З вертикальною віссю обертання	15,9
Різьбофрезерні	Діаметр заготовки до 200 мм	15,1
Горизонтально- фрезерні	Довжина стола: До 1000 мм Більше 1000 мм	7,6 8,3
Вертикально-фрезерні	Довжина стола: До 1000 мм	10,4
Шпонково-фрезерні	Більше 1000 мм	12,6
Протяжні	Діаметр фрези 4...20 мм	9,8
	Тягове зусилля до 20 т	31,0

Примітка. При виконанні роботи на конкретному підприємстві витрати *И* прийняти за даними підприємства.

В цьому випадку скоректовані витрати в годину (коп./год):

$$C_{z.s}^k = C_{z.s} \frac{\varphi}{1.14}, \quad (4.49)$$

де φ – поправковий коефіцієнт

$$\varphi = 1 + \frac{\alpha(1 - \eta_s)}{\eta_s}, \quad (4.50)$$

де α – частка постійних витрат в собівартості годинних витрат на робочому місці, що приймаються при відсутності даних $\alpha \approx 0,3 \dots 0,5$; η_s – коефіцієнт завантаження верстата.

Капітальні вкладення у верстат (коп./год):

$$K_a = \frac{100\Pi}{F_\partial \cdot \eta_s}. \quad (4.51)$$

Капітальні вкладення в приміщення (коп./год):

$$K_n = \frac{F \cdot 78.4 \cdot 100}{F_\partial \cdot \eta_s}, \quad (4.52)$$

де F – виробнича площа, що займає верстат з урахуванням проходів, м²; $F = f \cdot K_f$ (f – площа верстата в плані; K_f – коефіцієнт, що враховує додаткову виробничу площу проходів, проїздів та інше; η_s – коефіцієнт завантаження верстата (в серійному виробництві рекомендується приймати рівним 0,8, в масовому – за фактичним завантаженням верстата).

Значення коефіцієнта K_f в залежності від площі верстата в плані приймаються: більше 20 м² – 1,5; більше 10 до 20 м² – 2; більше 6 до 10 м² – 2,5; більше 4 до 6 м² – 3; більше 2 до 4 м² – 3,5; менше 2 м² – 4.

Мінімальна виробнича площа на один верстат дорівнює 6 м² (якщо $f \cdot K_f$ менше 6 м², його беруть рівним 6).

Визначена собівартість виконання операцій механічної обробки деталі згідно з базовим (типовим) і модернізованим варіантами технологічних процесів дає можливість розрахувати приведену річну економію (економічний ефект на програму), грн:

$$E = \frac{(C_{обр1} - C_{обр2}) \cdot N}{100}, \quad (4.53)$$

де $C_{обр1}$, $C_{обр2}$ – технологічна собівартість порівнюваних операцій, коп.

Якщо, крім вартості механічної обробки, в варіантах технологічних процесів механічної обробки деталі змінюються й інші статті витрат, як, наприклад, витрати на пристрої, оснащення, інструмент, то ці зміни теж потрібно враховувати при розрахунку економічного ефекту.

Для економічного оцінювання варіантів технологічних процесів механічної обробки за запропонованою методикою необхідно підготувати такі дані:

- оптову ціну верстата;

- площу верстата в плані (ширина×довжину);
- коефіцієнт завантаження верстата;
- категорію ремонтної складності;
- встановлену потужність електродвигунів верстата;
- трудомісткість операцій $T_{шт}$ і $T_{шт-к}$, що визначаються за формулами наближеного нормування (див.таблиці Ф1, Ф2 в додатку Ф) або згідно з базовим технологічним процесом;
- річну програму випуску;
- тип виробництва;
- кількість верстатів, що обслуговуються одним робітником.
- для компактного оформлення цього завдання рекомендується розрахунки оформляти у вигляді таблиць (див.приклад – додаток П).

4.11 Розмірний аналіз технологічного процесу (16.04 – 1.05)

Головна задача розмірного аналізу технологічного процесу – правильне обгрунтоване визначення проміжних та остаточних розмірів і допусків на них. Особливо цього потребують проміжні розміри, що пов'язують протилежні поверхні. Визначення припусків на такі поверхні розрахунково-аналітичним або табличним методом дуже трудомістке. В той же час робота на налагоджених верстатах потребує детальної проробки всіх проміжних розмірів з тим, щоб на кінцевих переходах автоматично забезпечувались остаточні розміри. Правильне розв'язання цієї задачі забезпечує розмірний аналіз технологічного процесу, який складається з ряду етапів.

Перший етап розмірного аналізу – це розробка розмірної схеми технологічного процесу та виявлення технологічних розмірних ланцюгів, що показано на рисунку 4.1

Другий етап – це виявлення технологічних розмірних ланцюгів за допомогою графів. Теорія графів – одна з математичних дисциплін, яка вивчає складні структури і системи, що складаються з багатьох елементів і зв'язків між ними. Деталь у процесі її виготовлення можна розглядати як геометричну структуру, яка складається з багатьох поверхонь та зв'язків (розмірів) між ними. Тому таку структуру доцільно вивчати за допомогою графів.

Якщо вважати поверхні заготовки і деталі за вершини, зв'язки між ними (розміри) – за ребра, то креслення деталі з конструкторськими та технологічними розмірами можна представити у вигляді двох дерев. Дерево з конструкторськими розмірами і розмірами припусків на обробку називається вихідним, а дерево з технологічними розмірами – похідним або технологічним. Якщо тепер обидва дерева сумістити, то такий суміщений граф дає змогу в закодованій формі представити геометричну структуру технологічного про-

цесу обробки деталі. В такому графі всі розмірні зв'язки та технологічні розмірні ланцюги з неявних перетворюються на явні.

4.11.1 Вибір (з обґрунтуванням) розташування технологічних розмірів

Технологічні розміри слід розташовувати таким чином, що мінімізувати похибку базування і забезпечити можливість його контролю універсальним інструментом. Наприклад технологічний розміри B_1, B_7 зв'язують два торця, що дозволяє легко проконтролювати розмір, наприклад, за допомогою штангенциркуля (довжина вала 142 мм). Розташування розмірів B_3, B_4, B_5, B_6 забезпечує мінімальну похибку базування на ці розміри, яка фактично є рівна нулю, оскільки поверхні які зв'язують ці розміри виконуються з одного установлення. При цьому деталь закріплюється у трикулачковому самоцентруючому патроні, що забезпечує співвісність даних циліндричних поверхонь. Аналогічно розміри B_8, B_9 зв'язують поверхні, що отримуються із одного установка, що забезпечує відсутність похибки базування. Крім того ці розміри легко контролюються універсальним інструментом.

Розміри заготовки розташовані таким чином, щоб забезпечити легкість їх контролю універсальним інструментом

При розташуванні усіх розмірів, враховувалося те, що технологічні розмірні ланцюги мають бути найкоротші, це у свою чергу мінімізує похибку базування. Розміщення технологічних розмірів показане на рисунку 4.1.

4.11.2 Попереднє визначення допусків технологічних розмірів

Допуски на технологічні розміри призначаються згідно з довідником [19], для відповідного розміру за відповідним квалітетом. Всі поверхні деталі, що розглядаються, мають 14 квалітет, а заготовка виконується 16 квалітету. Відповідно:

$$T(B_1)=0,63 \text{ мм};$$

$$T(B_2)=0,52 \text{ мм};$$

$$T(B_3)=0,74 \text{ мм};$$

$$T(B_4)=0,62 \text{ мм};$$

$$T(B_5)=0,4 \text{ мм};$$

$$T(B_6)=0,74 \text{ мм};$$

$$T(3_1)=1 \text{ мм};$$

$$T(3_2)=0,52 \text{ мм};$$

$$T(3_3)=0,74 \text{ мм};$$

$$T(3_4)=0,74 \text{ мм};$$

$$T(3_5)=0,62 \text{ мм}.$$

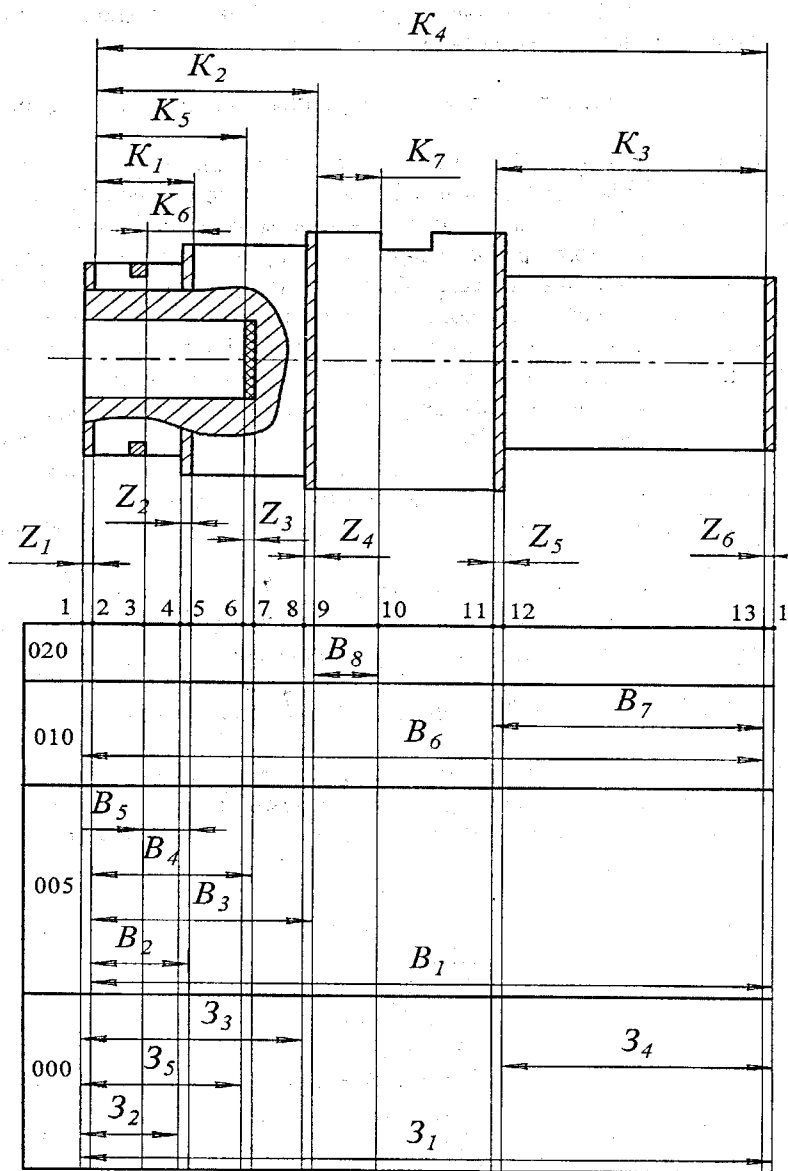


Рисунок 4.1 - Розмірна схема технологічного процесу

Визначені допуски використовуються при подальших розрахунках технологічних розмірів.

Одним із перших етапів розмірного аналізу є побудова розмірної схеми технологічного процесу (див. рисунок 4.1).

4.11.3 Похідний, вихідний граф-дерева, суміщений граф

Один із етапів розмірного аналізу – це виявлення технологічних розмірних ланцюгів за допомогою графів. Теорія графів – одна з математичних дисциплін, яка вивчає складні структури і системи, що складаються з багатьох елементів і зв'язків між ними. Деталь у процесі її виготовлення можна розглядати як геометричну структуру, яка складається з багатьох поверхонь та зв'язків (розмірів) між ними. Тому таку структуру доцільно вивчати за допомогою графів.

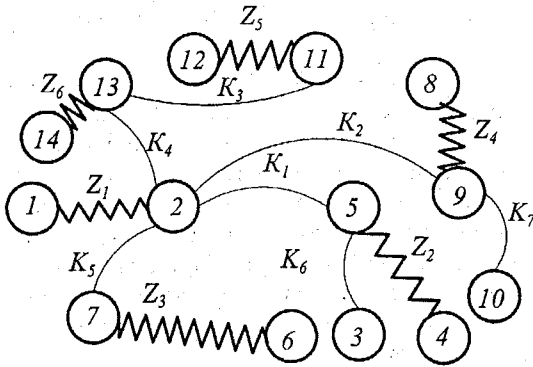


Рисунок 4.2 – Вихідне граф-дерево

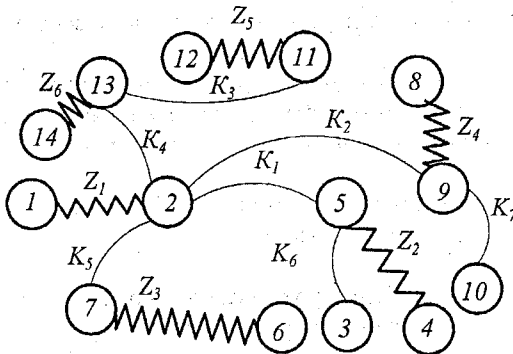


Рисунок 4.3 – Похідне граф-дерево

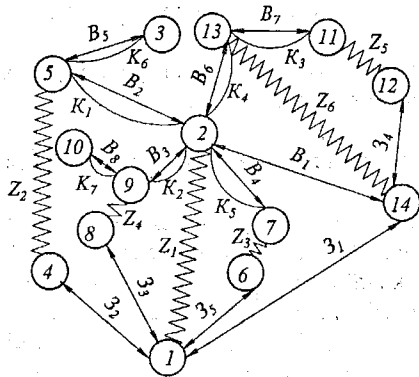


Рисунок 4.4 – Суміщений граф

Якщо тепер обидва дерева сумістити, то такий суміщений граф дає змогу в закодованій формі представити геометричну структуру технологічного процесу обробки деталі. В такому графі всі розмірні зв'язки та технологічні розмірні ланцюги з неявних перетворюються на явні. З'являється можливість не звертатися до креслення, а використовуючи лише ту інформацію яку несе граф, проводити всі необхідні розрахунки і дослідження. Будь – який замкнутий контур на суміщеному графі, що складається з ребер вихідного та технологічного дерева, створює технологічний розмірний ланцюг.

Граф-дерева показані на рисунок 4.1-4.4. Правильність побудови кожного дерева перевірена за такими ознаками:

- число вершин у кожного дерева дорівнює числу поверхонь на розмірній схемі технологічного процесу;
- число ребер у кожного дерева дорівнює числу вершин, зменшеному на одиницю;
- до кожної вершини похідного дерева, крім кореневої, підходить лише одна стрілка орієнтованого ребра, а до кореневої вершини – жодної;
- дерева не мають замкнених контурів та розривів.

4.11.4 Визначення проміжних мінімальних припусків на механічну обробку плоских поверхонь

Для проведення необхідних розрахунків в подальшому необхідно визначити проміжні мінімальні припуски за довідником [10]. При цьому, оскільки в даному випадку розглядаються лише торці вала, які входять в

один діапазон і обробляються кожен за один прохід, то мінімальний припуск буде однаковий для всіх торців, тобто:

$$Z_{1 \min} = Z_{2 \min} = Z_{2 \min} = Z_{4 \min} = Z_{5 \min} = 0,6 \text{ мм}$$

4.11.5 Технологічні розміри ланцюги

Використовуючи граф-дерева записано розрахункові рівняння, що для всіх розмірів занесені до таблиці 4.34.

Таблиця 4.34 - Рівняння для розрахунку розмірних технологічних ланцюгів

Розрахункове рівняння	Вихідне рівняння	Розмір, що визначається
1	2	3
$B_2 - K_1 = 0$	$B_2 = K_1$	B_2
$B_3 - K_2 = 0$	$B_3 = K_2$	B_3
$B_6 - K_4 = 0$	$B_6 = K_4$	B_6
$B_4 - K_5 = 0$	$B_4 = K_5$	B_4
$B_7 - K_3 = 0$	$B_7 = K_3$	B_7
$B_5 - K_6 = 0$	$B_5 = K_6$	B_5
$B_8 - K_7 = 0$	$B_8 = K_7$	B_8
$-B_1 + K_4 + Z_6 = 0$	$Z_6 = -K_4 + B_1$	B_1
$B_1 - 3_1 + Z_1 = 0$	$Z_1 = -B_1 + 3_1$	3_1
$-Z_1 + 3_2 + Z_2 - K_1 = 0$	$Z_2 = -3_2 + Z_1 + K_1$	3_2
$-Z_1 + 3_3 + Z_4 - B_3 = 0$	$Z_4 = -3_3 + Z_1 + B_3$	3_3
$3_4 - Z_6 - K_3 + Z_5 = 0$	$Z_5 = -3_4 + K_3 + Z_6$	3_4
$-3_5 + Z_1 + K_5 - Z_3 = 0$	$Z_3 = -3_5 + Z_1 + K_5$	3_5

4.11.6 Визначення технологічних розмірів, розмірів вихідної заготовки, максимальних припусків.

Відповідно до наведених вище технологічних рівнянь для кожного розміру отримаємо:

$$B_2 = K_1 = 28 \pm 0.26$$

$$B_{2 \min} = 27,74 \text{ мм}; B_{2 \max} = 28,26 \text{ мм};$$

$$B_3 = K_2 = 52 \pm 0.37$$

$$B_{3 \min} = 51,63 \text{ мм}; B_{3 \max} = 52,37 \text{ мм}.$$

$$B_7 = K_3 = 55 \pm 0.37$$

$$B_{7\min} = 55,63 \text{ MM}; B_{7\max} = 55,37 \text{ MM}.$$

$$B_6 = K_4 = 142 \pm 0.2$$

$$B_{6\min} = 141,8 \text{ MM}; B_{6\max} = 142,2 \text{ MM}.$$

$$B_4 = K_5 = 47 \pm 0.26$$

$$B_{4\min} = 46,74 \text{ MM}; B_{4\max} = 47,26 \text{ MM}.$$

$$B_8 = K_7 = 12,5 \pm 0.215$$

$$B_{8\min} = 12,285 \text{ MM}; B_{8\max} = 15,715 \text{ MM}.$$

$$B_5 = K_6 = 19 \pm 0.042$$

$$B_{5\min} = 18,958 \text{ MM}; B_{5\max} = 19,042 \text{ MM}.$$

$$Z_{6\min} = B_{1\min} - K_{4\max}$$

$$B_{1\min} = Z_{6\min} + K_{4\max} = 0,6 + 142,2 = 142,8 \text{ MM};$$

$$B_{1\max} = B_{4\min} + IT(B_1) = 142,8 + 0,63 = 143,43 \text{ MM}.$$

$$B_1 = 143,115 \pm 0.315$$

$$Z_{6\max} = B_{1\max} - K_{4\min}$$

$$Z_{6\max} = 143,43 - 141,8 = 1,63 \text{ MM}$$

$$Z_{1\min} = -B_{1\max} + 3_{1\min}$$

$$3_{1\min} = 143,43 + 0,6 = 144,03 \text{ MM};$$

$$3_{1\max} = 144,03 + 1 = 145,03 \text{ MM};$$

$$3_1 = 144,53 \pm 0.5$$

$$Z_{1\max} = -B_{1\min} + 3_{1\max}$$

$$Z_{1\max} = 145,03 - 142,8 = 2,23 \text{ MM}$$

$$Z_{2\min} = -3_{2\max} + Z_{1\min} + K_{1\min}$$

$$3_{2\max} = 27,74 + 0,6 - 0,6 = 27,74 \text{ MM};$$

$$3_{2\min} = 27,74 - 0,52 = 27,22 \text{ MM};$$

$$3_2 = 27,48 \pm 0.26$$

$$Z_{2\max} = -3_{2\min} + Z_{1\max} + K_{1\max}$$

$$Z_{2\max} = 28,26 - 27,22 + 2,23 = 3,27 \text{ MM}$$

$$Z_{4\min} = -3_{3\max} + Z_{1\min} + B_{3\min}$$

$$3_{3\max} = 51,63 + 0,6 - 0,6 = 51,63 \text{ MM};$$

$$3_{3\min} = 51,63 - 0,74 = 50,89 \text{ MM};$$

$$3_3 = 51,26 \pm 0.37$$

$$Z_{4\max} = -3_{3\min} + Z_{1\max} + B_{3\max}$$

$$Z_4 \max = 52,37 + 3,27 - 50,89 = 4,75 \text{ мм}$$

$$Z_5 \min = -3_4 \max + K_3 \min + Z_6 \min$$

$$3_4 \max = 54,63 + 0,6 - 0,6 = 54,63 \text{ мм};$$

$$3_4 \min = 54,63 - 0,74 = 53,89 \text{ мм};$$

$$3_4 = 54,26^{\pm 0,27}$$

$$Z_5 \max = K_3 \max + Z_6 \max - 3_4 \min$$

$$Z_5 \max = 55,37 + 1,63 - 53,89 = 3,11 \text{ мм}$$

$$Z_3 \min = -3_5 \max + Z_1 \min + K_5 \min$$

$$3_5 \max = 46,69 + 0,6 - 0,6 = 46,69 \text{ мм};$$

$$3_5 \min = 46,69 - 0,62 = 46,07 \text{ мм};$$

$$Z_3 \max = -3_5 \min + Z_1 \max + K_5 \max$$

$$Z_3 \max = 2,23 + 47,31 - 46,07 = 3,47 \text{ мм}$$

Таблиця 4.35 – Дані розрахунків згідно з розмірним аналізом

Технологічні розміри, мм	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈
	143,115 ^{±0,315}	28 ^{±0,26}	52 ^{±0,37}	47 ^{±0,26}	19 ^{±0,042}	142 ^{±0,2}	55 ^{±0,37}	12,5 ^{±0,215}
Припуски, мм	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆	Z ₇	Z ₈
мінімальний	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
максимальний	2,23	3,27	3,47	4,75	3,11	1,63		
Розміри заго- товки, мм	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆	Z ₇	Z ₈
	144,53 ^{±0,5}	27,48 ^{±0,26}	51,26 ^{±0,37}	54,26 ^{±0,27}	46 ^{±0,38}			

Отже, визначено технологічні розміри при механічній обробці, припуски та розміри заготовки. На їх основі можна розробляти технологічний процес та усю документацію, пов'язану із ним.

4.12 Розробка схеми установлення деталей в пристрої (2.05 – 15.05)

Схема установлення зображується відповідно до розробленої схеми базування згідно з технологічним процесом механічної обробки за ГОСТ 3.1107-81 (СТ СЭВ 1803-79). Рекомендації щодо зображення схем установлення, опор та затискних елементів наведені в таблицях 4.36 – 4.42. Приклади зображення схем установлення деталей в пристроях наведені в додатку Р.

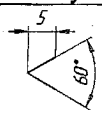
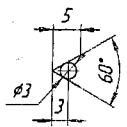
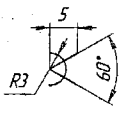
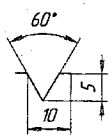


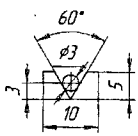


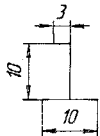


Таблиця 4.36 – Позначення опор

Найменування опор	Позначення опор на видах		
	на передньому і на задньому планах	Зверху	знизу
1. Нерухома			
2. Рухома			
3. Плаваюча			
4. Регульована			


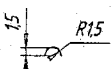



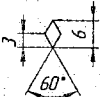

Таблиця 4.37 – Приклади схем установлення виробів

Описання способу установлення	Схема позначення
<p>1. В лещатах з призматичними губками і пневматичним тиском</p> <p>2. В кондукторі з центруванням на циліндричний палець, з упором на три нерухомі опори і з застосуванням електричного пристрою подвійного затиску, який має сферичні робочі поверхні</p>	

Таблиця 4.38 – Позначення установних пристроїв на видах

Найменування установного пристрою	Позначення установного пристрою на видах		
	на передньому і задньому планах, зверху, знизу	зліва	справа
1. Центр нерухомий		Без позначення	Без позначення
2. Центр, що обертається		—	—
3. Центр плаваючий		—	—
4. Оправка циліндрична			
5. Оправка кулькова (роликів)			
6. Патрон поводковий			

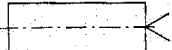
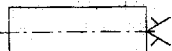
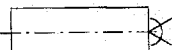
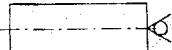
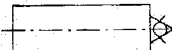
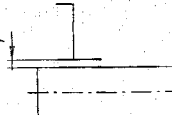

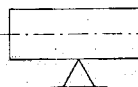
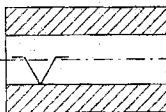
Таблиця 4.39 – Позначення форм робочої поверхні

Найменування форми робочої поверхні	Позначення форми робочої поверхні на всіх видах
1. Плоска	
2. Сферична	
3. Циліндрична (кулькова)	
4. Призматична	
5. Конічна	
6. Ромбічна	
7. Тригранна	

Таблиця 4.40 – Позначення затискних пристроїв

Найменування затискного пристрою	Позначення затискного пристрою на всіх видах
1. Пневматичний	P
2. Гідравлічний	H
3. Електричний	E
4. Магнітний	M
5. Електромагнітний	EM
6. Інші	Без позначення




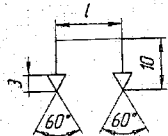
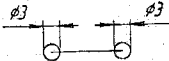

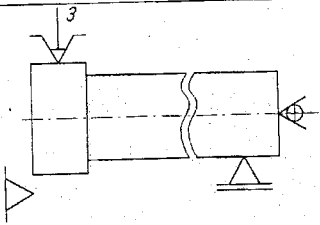
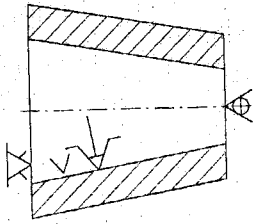
Таблиця 4.41 – Приклади нанесення позначень опор, затискних і установних пристроїв на схемах

Найменування	Приклади нанесення позначень опор, затискних і установних пристроїв
1. Центр нерухомий (гладкий)	
2. Центр рифлений	
3. Центр плаваючий	
4. Центр, що обертається	
5. Центр зворотний обертовий з рифленою поверхнею	
6. Патрон поводковий	
7. Люнет рухомий	
8. Люнет нерухомий	
9. Оправка циліндрична	

Продовження таблиці 4.41

<p>10. Оправка конічна, роликів</p>	
<p>11. Оправка різьбова, циліндрична з зовнішньою різьбою</p>	
<p>12. Оправка шліцьова</p>	
<p>13. Оправка цангова</p>	
<p>14. Опора регульована зі сферичною випуклою робочою поверхнею</p>	
<p>15. Затискний пневматичний елемент з циліндричною рифленою робочою поверхнею</p>	

Таблиця 4.42 – Позначення затискних елементів на видах

Найменування затискного елемента	Позначення затискного елемента на видах		
	на передньому і задньому планах	зверху	знизу
1. Одинарний			
2. Подвійний			
Описання способу установлення	Схема позначення		
3. В трикулачковому патроні з механічним пристроєм затискання, з упором в торець, з підтисканням центром, що обертається, і з кріпленням в рухомому люнеті.			
4. На конічній оправці з гідропластовим пристроєм затискання, з упором в торець на рифлену поверхню і з рухомим центром, що обертається.			

4.13 Оформлення звіту з науково-дослідної, конструкторсько-технологічної практики (16.05 – 10.6)

Виконується згідно з рекомендаціями розділів 4, 7, прикладів, що наведені в додатках за змістом, що наводиться нижче.

Рекомендований зміст і обсяг звіту з науково-дослідної, конструкторсько-технологічної практики

- Вступ (1 стор.)
- 1 Загальна характеристика виробництва, продукція заводу (1 с.)
 - 2 Структура виробництва (1 с.)
 - 3 Продукція цеху, її призначення (1 с.)
 - 4 Описання конструкції вибраного вузла (механізму), принципу його роботи, службове призначення (1-2 с.)
 - 5 Розмірний аналіз конструкції вибраного вузла (механізму) (2-3 с.)
 - 6 Розробка робочого креслення деталі (формат А4-А1).
 - 7 Формулювання теми дослідження (0,5 с.)
 - 8 Огляд літературних джерел в напрямку вивчення теми (2 с.)
 - 9 Формулювання конкретних питань для дослідження (0,5 с.)
 - 10 Службове призначення деталі, аналіз її конструкції, функціонального призначення поверхонь (1 с.)
 - 11 Аналіз технологічності деталей (1,5 с.)
 - 12 Визначення типу виробництва (1 с.)
 - 13 Базовий спосіб одержання заготовки, його характеристика, переваги, недоліки. Пропозиції щодо використання більш ефективного варіанта одержання заготовки деталі (2 с.)
 - 14 Базовий (типовий) технологічний процес механічної обробки деталі (2-4 с.)
 - 15 Аналіз базового (типового) технологічного процесу (2 с.)
 - 15.1 Правильність вибору баз (чистових, чорнових)
 - 15.2 Правильність вибору кількості переходів механічної обробки
 - 15.3 Характеристика обладнання, інструменту, доцільність їх використання
 - 16 Пропозиції щодо модернізації базового технологічного процесу (0,5 с.)
 - 17 Модернізований маршрут механічної обробки деталі (з розробкою змісту операцій, зображення схем базування, вибором типів верстатів) (4-6 с.)
 - 17.1 Вибір методів, послідовності та кількості переходів для обробки окремих поверхонь
 - 17.2 Варіантний вибір і розрахункове обґрунтування чистових та чорнових технологічних баз

- 17.3 Оформлення модернізованого технологічного процесу механічної обробки деталі
- 17.4 Техніко-економічне обґрунтування модернізації технологічного процесу за мінімумом приведених витрат
- 18 Розмірний аналіз технологічного процесу (4 с.)
- 19 Розробка схем установалення деталей в пристосуваннях на операціях технологічного процесу (1 с.)
- 20 Висновки
- Література

Примітка:

1. Зміст звіту може бути змінений при виконанні науково-дослідної роботи на кафедрі ВУЗу чи підприємства за певним напрямком або при виконанні великого об'єму конструкторських робіт.

2. Зміни в змісті звіту необхідно погодити з керівником практики та науково-дослідної чи конструкторської роботи.

5 СКЛАД МАТЕРІАЛІВ ЗБРАНИХ ПРИ ПРОХОДЖЕННІ ПРАКТИКИ

5.1 Загальна частина

- Виробнича структура заводу.
- Історія, перспектива розвитку заводу.
- Характеристика основних типів продукції, що випускається.
- Коротка характеристика основних цехів.

5.2 Науково-дослідна частина

- Основні досягнення заводу в освоєнні новітніх технологічних процесів, оригінальних конструкторських розробок і засобів автоматизації, раціоналізації і винаходів.
- Надання систематизованої інформації про об'єкт, використовуючи бібліотечно-бібліографічні джерела інформації (реферативні, наукові, тематичні журнали, патенти, авторські свідоцтва).
- Математичне моделювання та експериментальні дослідження (для робіт наукового напрямку).

5.3 Конструкторська частина

- Креслення складальної одиниці (вузла, машини, опис конструкції);
- Креслення деталі.
- Конструктивні схеми, опис та аналіз конструкцій 2-3 пристосувань.
- Опис оригінальних спеціальних ріжучих і вимірювальних інструментів.
- Схеми і опис засобів механізації і автоматизації, метрології, автоматизованого контролю, робототехнічного комплексу.

5.4 Технологічна частина

- Службове призначення машини (складальної одиниці). Вибір деталі для подальшої роботи в напрямку виконання технологічної частини звіту.
- Аналіз конструкції деталі, її службове призначення.
- Технологічність конструкції деталі, умови на її виготовлення.
- Програма випуску.
- Спосіб одержання заготовки деталі, ознайомлення з технологією виготовлення заготовки в заготівельному цеху.
- Маршрут механічної обробки деталі, описання технологічних операцій, наладки верстатів.
- Обладнання для виконання механічної, термічної та інших видів обробки за технологічним процесом.

- Пристрої для виконання операцій механічної обробки деталей та складання виробу.
- Різальний інструмент для механічної обробки.
- Вимірвальний і допоміжний інструменти, що застосовуються при механічній обробці.
- Механізація, автоматизація операцій технологічного процесу.
- Конструкції та опис засобів механізації та автоматизації.
- Застосування верстатів і систем з ЧПК, робототехніки, адаптивного керування, налагодження верстатів з ЧПК.
- Контрольні операції, застосовувані прилади, калібри, системи контролю, система забезпечення якості, що прийнята в цеху.

5.5 Спеціальна частина (для студентів, що займаються науковою роботою)

Тема та об'єм спеціальної частини визначається у відповідності з роботою студента у студентському науковому товаристві, з тематикою його наукової роботи та підготовкою до студентських наукових конференцій, публікацій та робіт на конкурс.

5.6 Організаційна частина

- Ознайомлення з виробничою структурою цеха, схемою його управління, функціями основних цехових служб.
- Підготовка виробництва.
- Організація ремонту.
- Інструментальне господарство.
- Забезпечення якості продукції.
- Системи заходів щодо матеріальної та моральної зацікавленості робітників в результатах праці та зміцненні дисципліни.
- Схема управління цехом, дільницею.

5.7 Економічна частина

- Техніко-економічні показники цеху.
- Структура та методика розрахунку цехової собівартості та її елементи.
- Нормування праці, заробітна плата, продуктивність праці, собівартість продукції.
- Преміальні системи оплати праці, що застосовується на підприємстві.
- Заходи щодо зниження трудомісткості та втрат виробництва.

5.8 Техніка безпеки та охорона праці

- Система профілактики нещасних випадків в цеху.
- Реєстрація нещасних випадків.
- Проведення інструктажів.
- Обов'язки осіб відповідальних за ТБ.
- Огородження рухомих частин верстатів та транспортних засобів.
- Заземлення, захисні пристосування на верстатах від стружки, емульсії, особисті засоби захисту верстатників та складальників.
- Техніка безпеки при експлуатації підйомно-транспортного обладнання.
- Протипожежна техніка.
- Промислова естетика, ергономіка, організація ЦО в цеху.

6 ОБСЯГ ЗІБРАНИХ МАТЕРІАЛІВ (ОБСЯГ ЗВІТУ)

Матеріали, підібрані на базовому підприємстві для виконання дипломного проєкту повинні включати:

- креслення складальної одиниці машини;
- креслення деталі (може бути матеріал з 3-го курсу робочого семестру);
- креслення заготовки (базовий варіант);
- технологічний процес механічної обробки деталі (базовий варіант);
- схеми налагодок;
- конструкції чи схеми пристосувань;
- конструкції засобів механізації, автоматизації;
- конструкції вимірювальних пристроїв;
- креслення спеціальних ріжучих інструментів;
- планування дільниці механічної обробки деталі на базовому підприємстві.

На основі матеріалів, що зібрані на підприємстві, студент оформляє звіт у відповідності із рекомендованим змістом (див. розділ 4.13).

Примітки:

1. Деталь для розроблення технологічного процесу механічної обробки повинна бути підібрана такою, щоб включала різні методи обробки поверхонь (точіння, розточування, свердління, фрезерування і т.д.), а технологічний процес складався з 15-20 операцій або із декількох багатоперехідних операцій, що виконуються на верстатах з ЧПК, багатоцільових, верстатах-автоматах, агрегатних і т.п.

2. При виконанні науково-дослідної роботи або переважно конструкторських розробок матеріали, що підібрані для виконання дипломного проєкту, повинні бути узгоджені з керівником роботи. В них повинно бути включено в обов'язковому порядку:

- проєкт технічного завдання на проєктування;
- техніко-економічні показники об'єкта проєктування.

7 ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ, КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПРАКТИКИ

7.1 Загальні правила [3]

Звіт оформляється на листах стандартного формату А4 згідно з ГОСТ-ом 2.301-68. Всі листи, включаючи і титульний, повинні мати рамку робочого поля документа, яку виконують суцільною товстою лінією, відступаючи від лівого краю аркуша – 20 мм, від інших – 5 мм. Крім того повинен бути основний напис.

Текст розміщують таким чином, щоб відстань від рамки робочого поля становила: зліва і справа – не менше 3 мм; зверху і знизу – не менше 10 мм; абзац 15-17 мм або 5 знаків.

Скорочення слів – відповідно до чинних стандартів. Помилки виправляються зафарбовуванням білим коректором і нанесенням на тому ж місці виправленого тексту.

Назви складових частин чи розділів записують у вигляді заголовків. Заголовки повинні бути короткими і відповідати тематиці викладеного матеріалу. Перенесення слів у заголовках не допускаються. Крапку в кінці заголовків не ставлять. Якщо заголовок складається з двох і більше речень, то тоді їх розділяють крапкою. Відстань між заголовком і текстом 3 інтервали, між текстом і заголовком 3-4 інтервали, між заголовками – 3 інтервали.

Не дозволяється залишати заголовок без тексту на попередній сторінці.

Звіт відноситься до текстових документів, які містять інформацію подану в основному технічною мовою та графічну інформацію у вигляді ілюстрацій.

Ілюстраціями можуть бути фрагменти схем, графіки, фотографії тощо.

Частина інформації може бути представлена у вигляді формул.

Цифрову інформацію частіше представляють у вигляді таблиць.

Оформлення записки може виконуватися одним із таких способів:

1. Рукописним – чорним кольором, креслярським шрифтом згідно з ГОСТ-ом 2.304-81, висота букв і цифр не менше 2,5 мм.

2. Машинописним – на одній стороні листа через 1,5 інтервали, стрічка лише чорного кольору.

3. За допомогою комп'ютерної техніки.

При використанні комп'ютерної техніки шрифт повинен бути близьким до машинописного, простим, прямим, одного типу (без виділення по тексту і підкреслення) і розміром не менше 2,5 мм (номер 14).

Ілюстрації дозволяються виконувати тушшю, простим олівцем, графічними редакторами.

7.2 Титульний лист

Титульний лист – це заголовний лист документа (його обкладинка) і в загальну кількість листів аркушів звіту не входить. На ньому виконана рамка робочого поля і заповнюють відповідно до додатка А.

7.3 Перший лист

На першому (заголовному листі) звіту по нижній короткій стороні розміщують основний надпис (форма 2, розмір 40×185) згідно з ГОСТ-ом 2.104-68.

Приклад заповнення основного надпису:

					08-29.КП.ТММ.23.02.000.ПЗ					
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Пояснювальна записка			Ліг	Аркуш	Аркушів
Розроб		Івасюк П.Р.								
Перевір		Вірник М.М								
Реценз.										
Н. контр		Вірник М.М								
Загвер					ВНТУ, гр. 1ТМ-99					

На цьому листі розміщується зміст звіту, що включає номери та найменування розділів і підрозділів з позначенням номерів сторінок. В зміст включають також список використаної літератури. Якщо зміст не поміщається на сторінку, його продовжують на наступній. Зміст включають в загальну кількість листів звіту. Слово „Зміст” записують у вигляді заголовка (симетрично тексту).

Приклад оформлення змісту Зміст

Вступ	2
1 Заголовок першого розділу	3
1.1 Заголовок першого підрозділу першого розділу	3
1.2 Заголовок другого підрозділу першого розділу	6
1.3 Заголовок третього підрозділу першого розділу	8
2 Заголовок другого розділу	10
2.1 Заголовок першого підрозділу другого розділу	10
2.1.1 Заголовок першого пункту першого підрозділу другого розділу	10
2.1.2 Заголовок другого пункту першого підрозділу другого розділу	12
2.2 Заголовок другого підрозділу другого розділу	14
і т.д.	
Висновки	22
Список літератури	23
Додаток А	24
Додаток Б	25

7.4 Наступні листи

Кожний наступний лист повинен мати основний надпис за формою 2а, розмір 15×185 згідно з ГОСТ-ом 2.104-68.

					08-30.КП.ТММ.23.02.000.ПЗ	Арк
Знак	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

7.4.1 Правила написання тексту [3]

При написанні тексту необхідно дотримуватись таких умов:

- викладати текст лаконічно у технічному стилі;
- умовні позначення фізичних величин і графічних позначень компонентів повинні відповідати стандартам, перед буквеним позначенням повинно бути пояснення величини (резистор R);
- числа з розмірністю слід записувати цифрами, а без розмірності словами (відстань – 2 мм, відміряти три рази);
- не допускається перенесення на наступний рядок позначення одиниць від числового значення;
- обов'язково наявність пропуску між цифрою і позначенням одиниці (100 Вт, 2 А);
- при перерахуванні значень однієї і тієї ж фізичної величини, одиницю фізичної величини вказують після останнього числового значення (1,5; 1,75; 2 мм);
- скорочення слів в тексті не допускається, крім загальноприйнятих в українській мові і встановлених ГОСТ 2.316-68.

7.4.2 Оформлення формул [3]

Кожну формулу записують з нового рядка, симетрично до тексту. Між формулою і текстом пропускають один рядок.

Умовні буквени позначення (символи) в формулі повинні відповідати установленим у міждержавному стандарті ГОСТ 1494-77. Їх пояснення наводять і в тексті або зразу під формулою. Для цього після формули ставлять кому і записують пояснення до кожного символу з нового рядка в тій послідовності, в якій вони наведені у формулі, розділяючи крапкою з комою. Перший рядок повинен починатися з абзацу з слова „де” і без будь-якого знака після нього.

Всі формули нумерують в межах розділу арабськими числами. Номер вказують в круглих дужках з правої сторони, в кінці рядка, на рівні закінчення формули. Номер формули складається з номера розділу і порядкового но-

мера формули в розділі, розділених крапкою. Дозволяється виконувати нумерацію в межах всього документа.

Приклад.

Таким чином, коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів

$$K_y = \frac{Q_y}{Q_e} \quad (7.1)$$

де Q_y – кількість уніфікованих елементів в конструкції деталі;

Q_e – загальна кількість елементів.

Одиницю вимірювання, при необхідності, поміщають в квадратні дужки

$$t_e = \frac{60 \cdot F_d}{N} \text{ [хв]} \quad (7.2)$$

Числову підстановку і розрахунок виконують з нового рядка не нумеруючи. Одиницю вимірювання поміщають в круглі дужки. Наприклад,

$$T_{\text{ум.к.сер.}} = \frac{8,51}{9} = 0,95 \text{ (хв)}.$$

Розмірність одного і того ж параметра в межах документа повинна бути однаковою. Посилання на формули в тексті дають в круглих дужках за формою: „...в формулі (5.2)”; „...в формулах (5.7, ..., 5.10)”.

7.4.3 Оформлення ілюстрації [3]

Для пояснення викладеного тексту рекомендується його ілюструвати графіками, кресленнями, фрагментами схем та ін., які можна виконувати тушшю, олівцем та комп'ютерною графікою.

Розміщують ілюстрації в тексті або в додатках.

В тексті ілюстрацію розміщують симетрично до тексту після першого посилання на неї або на наступній сторінці, якщо на даній вона не уміщується.

На всі ілюстрації в тексті ПЗ мають бути посилання. Посилання виконують за формою: „...показано на рисунку 3.1” або в дужках за текстом (рис.3.1), на частину ілюстрації: „...показні на рисунку 3.2, б”. Посилання на раніше наведені ілюстрації дають з скороченим словом дивись (див.рисунок 1.3).

Між ілюстрацією і текстом пропускають один рядок (3 інтервали).

Всі ілюстрації в ПЗ називають рисунками і позначають під ілюстраціями симетрично до неї за такою формою: „Рисунок 3.5 – Найменування рисунка”. Крапку в кінці не ставлять, знак переносу не використовують. Якщо найменування довге, то його продовжують у наступному рядку під найменуванням.

Нумерують ілюстрації в межах розділів, вказуючи номер розділу і порядковий номер ілюстрації, розділяючи крапкою. Дозволяється нумерація в

межах всього документа.

У випадку, коли ілюстрація складається з частин, їх позначають малими буквами українського алфавіту з дужкою (а), (б)) під відповідною частиною. В такому випадку після найменування ілюстрації ставлять двокрапку і дають найменування кожної частини за формою:

а – найменування першої частини; б – найменування другої частини
або за ходом найменування:

Рисунок 3.2 – Структурна схема (а) і часткові діаграми (б) роботи фазометра.

Якщо частини ілюстрації не вміщуються на одній сторінці, то їх переносять на наступні сторінки. Під початком ілюстрації вказують повне її позначення, а під продовженням позначають „Рисунок 3.2 (продовження)”.

7.4.4 Оформлення таблиць [3]

Таблицю розміщують симетрично до тексту після першого посилання на даній сторінці або на наступній, якщо на даній вона не вміщується.

На всі таблиці мають бути посилання за формою: „...наведено в таблиці 3.1”, „...в таблицях 3.1-3.5” або в дужках по тексту (таблиця 3.6). посилання на раніше наведену таблицю за формою (див. таблицю 2.4).

Таблицю розділяють на графи (колонки) і рядки. Допускається не розділяти рядки горизонтальними лініями. Мінімальна відстань між основами рядків – 8 мм. Розміри таблиці визначаються об'ємом матеріалу.

Графу „№ п/п” в таблицю не включають. При необхідності нумерації, номери вказують в боковикі таблиці перед найменуванням рядка.

Найменування граф записується в однині, симетрично до тексту графи малими буквами, починаючи з великої. Дозволяється заголовки і підзаголовки граф таблиці виконувати через один інтервал.

Найменування рядків записують в боковикі таблиці у вигляді заголовків в називному відмінку однини, малими буквами, починаючи з великої і однієї позиції.

Числа записують посередині графи так, щоб їх однакові розряди по всій графі були точно один під одним. Наприклад,

12-35

122-450

Таблиці нумерують в межах розділів і позначають зліва над таблицею за формою: „Таблиця 4.2 – Найменування таблиці”. Крапку в кінці не ставлять. Якщо найменування таблиці довге, то продовжують у наступному рядку починаючи від слова „Таблиця”. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці в розділі, розділених крапкою. Дозволяється нумерувати в межах всього документа.

Якщо в кінці сторінки таблиця переривається і її продовження буде на наступній сторінці в першій частині таблиці нижню горизонтальну лінію, що обмежує таблицю не проводять.

Найменування таблиці розміщують тільки над першою частиною, а над іншими частинами зліва пишуть „Продовження таблиці 4.2” без крапки в кінці.

7.4.5 Висновки

Висновки оформлюють з заголовку, з нової пронумерованої сторінки, починають з абзацу.

В тексті аналізуються основні підсумки роботи, дають оцінку одержаним результатам, визначають перспективи їх покращення. Вказують значення виконаної роботи для виробництва і перспективи її реалізації.

7.5 Графічна частина [3]

Графічна частина звіту може виконуватися в тексті як ілюстраційний матеріал або як самостійна частина у вигляді ескізів та креслень. В першому випадку вона виконується на одному листі з текстовою частиною симетрично до тексту після першого посилання на неї або на наступній сторінці, якщо на даній вона не уміщується без повороту.

7.6 Список літератури. Форми запису [3]

Список літератури оформляють з заголовком „Список літератури” з нової пронумерованої сторінки, починаючи з абзацу.

Список літератури повинен включати тільки ті літературні джерела, які використовувалися при написанні звіту.

Форми запису літератури:

1. Прізвище І. Б. Назва книги. - Місце видання: Видавництво, Рік.- Число сторінок.

(1. Руденко П.О. *Проектування технологічних процесів у машинобудуванні*. – Київ: Вища школа, 1993. – 414 с.)

2. Назва книги / І.Б. Прізвище.- Місце видання: Видавництво, Рік.- Число сторінок.

Примітка. Великі міста, такі як Київ, Москва дозволяється записувати однією великою буквою з крапкою.

(2. *Методические указания по оптимизации режимов резания механической обработки деталей при выполнении курсового и дипломного проектов / И.А.Иванов – К: Наукова думка, 1981. – 66 с.*)

3. Прізвище І. Б. Назва частини книги // Прізвище І.Б. Назва книги.- Місце видання: Видавництво, Рік. - С. Інтервал сторінок.

(3. Хоор К. *О структурной организации данных* // Дал У., Дейкстра З., Хоор К. *Структурное программирование*. - М.: Мир, 1975. - С. 98-197.)

4. Прізвище І.Б. Назва частини видання // Назва видання.- Рік.- № Число.- С- Інтервал сторінок.

(4. Dreiheller A. *Programming Language Incorporating Units of Measure* // *Informationstechnik*. -1997. -№1 –Р.83-88.)

(5. Еришов А. А. *Стабильные методы оценки параметров* // *Автоматика й телемеханика*. - 1978. -№8. - С. 86-91.)

5. Нормативно-технічні та патентні документи.

(6. *Отливки из металлов и сплавов. ГОСТ 7505-89*. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1989. – 54 с.)

(7. Пат. 3818311, США, МКІ НОЗК 17/60. *Схема защиты полупроводникового переключателя*.- Оубл. 04.05.84.)

7.7 Додатки [3]

Додатки оформляють як продовження документа на його наступних сторінках, розташовуючи в порядку посилань на них у тексті ПЗ.

Кожен додаток необхідно починати з нової сторінки вказуючи зверху посередині рядка слово „Додаток” і через пропуск його позначення. Додатки позначають послідовно великими українськими буквами, за винятком букв Г, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь, наприклад, Додаток А, Додаток Б. Якщо додатків більше ніж букв, то продовжують позначати арабськими цифрами. Дозволяється позначати додатки латинськими буквами, крім І і О.

Під позначенням для обов'язкового додатку пишуть в дужках слово (обов'язковий), а для інформативного – (довідниковий).

Кожен додаток повинен мати тематичний (змістовий) заголовок, який записують посередині рядка малими буквами починаючи з великої.

Ілюстрації, таблиці, формули нумерують в межах кожного додатка, вказуючи його позначення: „Рисунок БЗ – Найменування”; „Таблиця В5 – Найменування”.

Посилання на додатки в тексті ПЗ дають за формою: „...наведено в додатку А”, „...наведено в таблиці В5” або (додаток Б); (додатки К, Л).

Нумерація аркушів документа і додатків, які входять до його складу повинна бути наскрізна.

Всі додатки включають у зміст, вказуючи номер, заголовок і сторінки з яких вони починаються.

Вибір методів, послідовності обробки та числа переходів для обробки окремих поверхонь

Оскільки заготовка деталі отримується литтям в оболонкові форми, в умовах серійного виробництва може бути забезпечений 14 квалітет. Більшість поверхонь даної деталі не підлягають обробці і згідно з робочим кресленням деталі повинні мати 14 квалітет, що й забезпечується на стадії виготовлення заготовки. Поверхні $\varnothing 13H12$, $\varnothing 20H12$ повинні бути оброблені однократно, щоб одержати 12 квалітет. Різьбові отвори М6-7Н обробляються за стандартною схемою: свердління, зенкування фасок та нарізання різьби. Тому аналіз та вибір кількості переходів механічної обробки необхідно провести для найбільш точних поверхонь, в даному випадку $\varnothing 40Js7$.

Визначення кількості переходів необхідно вести за коефіцієнтом уточнення.

$$\varepsilon = \frac{T_{\text{заг}}}{T_{\text{дет}}}, \quad (\text{Л1})$$

де $T_{\text{заг}}$ – допуск заготовки, мм; $T_{\text{дет}}$ – допуск деталі, мм.

Кількість переходів для обробки $\varnothing 40Js7$:

- за точністю розміру

$$\varepsilon_{\varnothing 40Js7} = \frac{1,1}{0,024} = 45,8$$

$$n = \frac{\lg 45,8}{0,46} = 3,54$$

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 = 6 \cdot 4 \cdot 1,91 = 45,8 \text{ (3 переходи)}$$

Можна призначити три або чотири переходи механічної обробки. Для зменшення трудомісткості приймаємо $n=3$, призначивши $\varepsilon_1 = 6$; $\varepsilon_2 = 4$; $\varepsilon_3 = 1,91$.

За переходами допуски розмірів:

$$T_1 = \frac{T_{\text{заг}}}{\varepsilon_1} = \frac{1,1}{6} = 0,183 \quad (\approx \text{IT11})$$

$$T_2 = \frac{T_1}{\varepsilon_2} = \frac{0,183}{4} = 0,046 \quad (\approx \text{IT9})$$

$$T_3 = \frac{T_2}{\varepsilon_3} = \frac{0,046}{1,91} = 0,024 \quad (\approx \text{IT7})$$

За точністю взаємного розміщення:

$$\varepsilon_{\varnothing 40Js7} = \frac{0,4}{0,02} = 20$$

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 = 6 \cdot 3,3 = 20$$

$$\varepsilon_{\emptyset 40/57} = \frac{0,4}{\pm 0,03} = 13,3$$

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 = 6 \cdot 2,17 \quad (2 \text{ переходи})$$

Остаточно прийнято за більшим числом – 3 переходи.

Таблиця Л11 – Вибір методів послідовності та кількості переходів механічної обробки поверхонь

Поверхня, розмір	$\varepsilon = \frac{T_{заг}}{T_{дет}}$	Розподіл $\varepsilon = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \dots$	Допуски розмірів деталі за переходами	Квалітет	Методи обробки поверхонь деталі
$\varnothing 40_{Js7} \begin{pmatrix} +0,012 \\ -0,012 \end{pmatrix}$	$\varepsilon = \frac{1,1}{0,024} = 45,8$	$\varepsilon = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 = 6 \cdot 4 \cdot 1,91 = 45,8$	$T_1 = \frac{T_{заг}}{\varepsilon_1} = \frac{1,1}{6} = 0,183$ $T_2 = \frac{T_1}{\varepsilon_2} = \frac{0,183}{4} = 0,046$ $T_3 = \frac{T_2}{\varepsilon_3} = \frac{0,046}{1,91} = 0,024$	$\approx IT11$ $\approx IT9$ $\approx IT7$	Розточування отвору попереднє Розточування отвору остаточне Розточування отвору тонке
$78 \pm 0,125$	$\varepsilon = \frac{2,8}{0,25} = 11,2$	$\varepsilon = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 = 6 \cdot 1,87 = 11,2$	$T_1 = \frac{T_{заг}}{\varepsilon_1} = \frac{2,8}{6} = 0,46$ $T_2 = \frac{T_1}{\varepsilon_2} = \frac{0,46}{1,87} = 0,25$	$\approx IT13$ $\approx IT11$	Фрезерування попереднє Фрезерування остаточне
$134 \pm 0,125$	$\varepsilon = \frac{3,2}{0,25} = 10$	$\varepsilon = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 = 6 \cdot 2,13 = 12,78$	$T_1 = \frac{T_{заг}}{\varepsilon_1} = \frac{3,2}{6} = 0,53$ $T_2 = \frac{T_1}{\varepsilon_2} = \frac{0,53}{2,13} = 0,25$	$\approx IT13$ $\approx IT11$	Фрезерування попереднє Фрезерування остаточне
$\varnothing 13H12 \begin{pmatrix} +0,18 \\ \end{pmatrix}$					Свердління
$\varnothing 20H12 \begin{pmatrix} +0,21 \\ \end{pmatrix}$					Цекування
M6-7H					Свердління Зенкування фаски Нарізання різьби

Додаток М

Варіантний вибір і розрахункове обґрунтування чистових та чорнових технологічних баз

Правильність вибору технологічних баз на даному етапі проектування в значній мірі визначає досягнення необхідної точності деталі в процесі її виготовлення та економічність процесів.

Згідно з рекомендаціями проектування технологічних процесів механічної обробки спочатку виконується вибір чистових технологічних баз, тобто таких поверхонь, які використовуються при виконанні більшості операцій технологічного процесу. При цьому вирішується задача забезпечення похибок базування виконуваних розмірів рівною нулю або ж зведення їх до мінімальних значень.

Розглядувана деталь відноситься до класу корпусних. Найкращим варіантом при виборі чистових технологічних баз є використання в їх якості основних конструкторських баз. Тому для даної деталі за чистові технологічні бази приймаємо площину основи і два отвори ($\varnothing 13H12$), які й є основними конструкторськими базами (див.рис. М1).

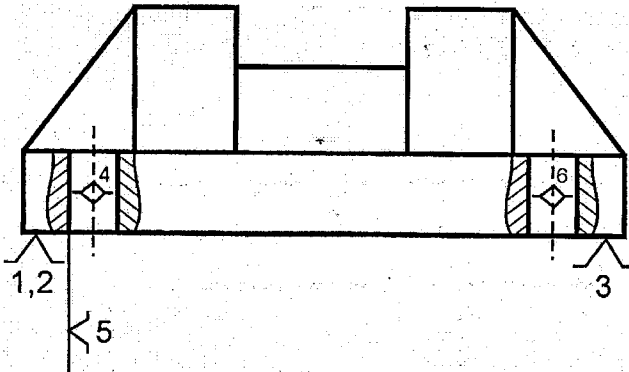


Рисунок М1 – Чистові технологічні бази

Площина основи – це установна технологічна база, що відповідає рекомендаціям вибору установних технологічних баз (найбільша за площею, забирає 3 ступені вільності у деталі). Одним із отворів $\varnothing 13H12$ деталь встановлюється на циліндричний палець, який забирає дві ступені вільності в деталі і виконує функцію прямої поверхні. Другим отвором $\varnothing 13H12$ деталь встановлюється на зрізаний палець, який забирає одну ступінь вільності і виконує функцію опорної поверхні.

При вибраній схемі базування

$\left. \begin{aligned} \varepsilon_{\delta_{78 \pm 0,125}} &= 0 \\ \varepsilon_{\delta_{78 \pm 0,055}} &= 0 \end{aligned} \right\}$ суміщення технологічної і виміральної баз
 $\varepsilon_{\delta_{\varnothing 40 \pm 0,017}} = 0$ обробка діаметрального розміру, точність забезпечується
 настроюванням інструмента

$\left. \begin{aligned} \varepsilon_{\delta_{M6-7H}} &= 0 \\ \varepsilon_{\delta_{\varnothing 13H12}} &= 0 \\ \varepsilon_{\delta_{\varnothing 20H12}} &= 0 \\ \varepsilon_{\delta_{0,5 \times 60^\circ}} &= 0 \end{aligned} \right\}$ обробка мірним інструментом

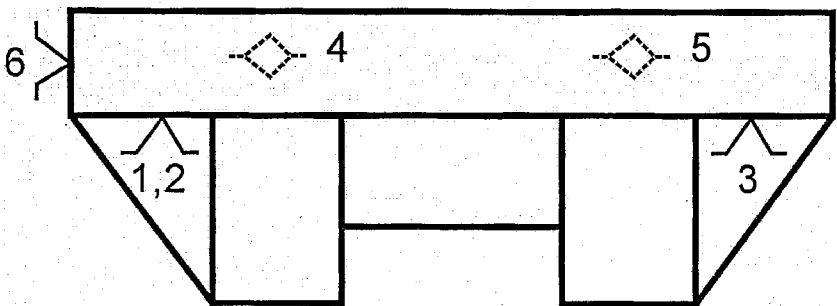
$\left. \begin{aligned} 134 \pm 0,125 \\ 25^{+0,065} \end{aligned} \right\}$ поверхні, що задані вказаними розмірами плану-
 ється обробляти з одного установлення

Другим етапом в призначенні технологічних баз при механічній обробці деталі є вибір чорнових технологічних баз. При їх виборі вирішується дві задачі:

- зв'язок необроблюваних поверхонь з оброблюваними;
- зняття рівномірного припуску з певних поверхонь.

Пропонуються такі схеми базування

I варіант



II варіант

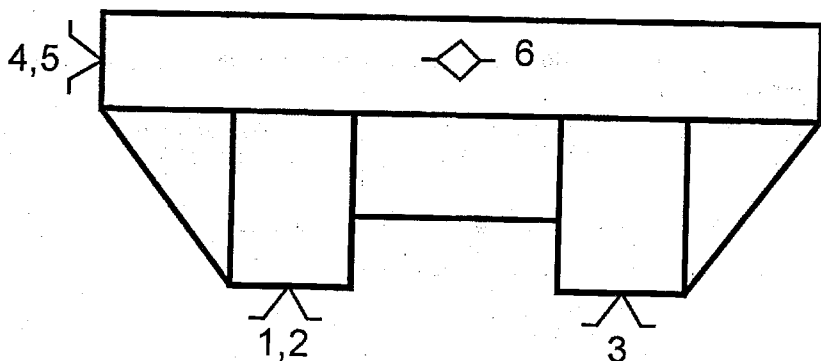


Рисунок М2 – Чорнові технологічні бази

В I і II варіантах вибору чорнових технологічних баз вирішуються обидві задачі:

- зв'язок необроблених поверхонь з площиною основи
- зняття рівномірного припуску з площини основи та $\varnothing 40Js7$.

Але в II варіанті вибору чорнових технологічних баз є суттєвий недолік.

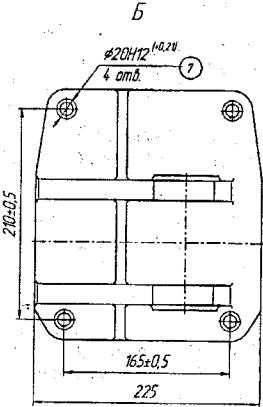
В якості установних технологічних баз вибрані поверхні, які мають невелику площу (набагато меншу, ніж в I варіанті). Це не відповідає рекомендаціям вибору установних технологічних баз. В якості напямної поверхні вибрана площина, що має меншу довжину, ніж у першому варіанті. Це теж не є кращим варіантом, оскільки порушуються вимоги вибору напямних технологічних баз (найбільші за довжиною поверхні). Тому як остаточний вибирається I варіант.

Додаток Н

Таблиця Н1 – Модернізований технологічний процес механічної обробки (варіант 1)

№ операції	Назва операції та зміст переходів	Схема базування та ескіз обробки	Обладнання
005	<p style="text-align: center;">Фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити заготовку. 2. Фрезерувати поверхню ^① попередню, витримуючі розміри $78,5 \pm 0,23$; $14,5 \pm 0,135$. 3. Фрезерувати поверхню ^① остаточно витримуючі розміри згідно з ескізом. 4. Центрувати 4 отв. ^② витримуючі розміри згідно з ескізом. 5. Свердлити 4 отв. ^② витримуючі розміри згідно з ескізом. 6. Зняти деталь. 	<p style="text-align: center;">H12; h12; ±IT12/2</p>	6P11Ф3
010	<p style="text-align: center;">Багатоцильова</p> <p style="text-align: right;">Позиція 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити деталь. 2. Фрезерувати поверхню ^① попередню, витримуючі розміри $25,5 \pm 0,135$; $138 \pm 0,315$. <p style="text-align: right;">Позиція 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Фрезерувати поверхню ^② попередню, витримуючі розміри $25,5 \pm 0,135$; $135 \pm 0,2$. 4. Фрезерувати поверхню ^② остаточно витримуючі розміри $25 \pm 0,1$; $134,5 \pm 0,2$. <p style="text-align: right;">Позиція 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Фрезерувати поверхню ^① остаточно, витримуючі розміри згідно з ескізом. 6. Розточити отвір ^③ попередню, витримуючі розмір $\varnothing 38H12$ ^(±0,25). <p style="text-align: right;">Позиція 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Розточити отвір ^④ попередню, витримуючі розмір $\varnothing 38H12$ ^(±0,25). 8. Розточити отвір ^④ остаточно, витримуючі розмір $\varnothing 39,5H9$ ^(±0,062). 		6904Ф3

Продовження таблиці Н1

№ операції	Назва операції та зміст переходів	Схема базування та ескіз обробки	Обладнання
	<p>Позиція 1</p> <p>9. Розточити отвір (3) остаточно, витримуючи розмір $\varnothing 39,5H9^{+0,062}$</p> <p>10. Розточити отвір (3) тонко, витримуючи розмір згідно з ескізом.</p> <p>Позиція 2</p> <p>11. Розточити отвір (4) тонко, витримуючи розмір згідно з ескізом.</p> <p>12. Свердлити 3 отв. (6), витримуючи розміри $\varnothing 5$; $l=14$; $\varnothing 52$; $\angle 120^\circ$.</p> <p>Позиція 1</p> <p>13. Свердлити 3 отв. (5), витримуючи розміри $\varnothing 5$; $l=14$; $\varnothing 52$; $\angle 120^\circ$.</p> <p>14. Зенкувати фаски в 3 отв. (5), витримуючи розміри згідно з ескізом.</p> <p>Позиція 2</p> <p>15. Зенкувати фаски в 3 отв. (6), витримуючи розміри згідно з ескізом.</p> <p>16. Нарізати різьбу в 3 отв. (6), витримуючи розміри згідно з ескізом.</p> <p>Позиція 1</p> <p>17. Нарізати різьбу в 3 отв. (5), витримуючи розміри згідно з ескізом.</p> <p>Позиція 3</p> <p>18. Цекувати 4 отв. (7), витримуючи розміри згідно з ескізом.</p> <p>19. Зняти деталь.</p>	<p>Б</p> 	

Таблиця Н2 – Модернізований технологічний процес механічної обробки

№ операції	Назва операції та зміст переходів	Схема базування та ескіз обробки	Обладнання
005	<p>Багатоцільова Установа 1</p> <p>Позиція 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити заготовку. 2. Фрезерувати поверхню ① попередньо, витримуючи розміри $78,5 \pm 0,23$. 3. Фрезерувати поверхню ① остаточно, витримуючи розміри згідно з ескізом. 4. Центрувати 4 отв. ②, витримуючи розміри згідно з ескізом. 5. Сверллити 4 отв. ②, витримуючи розміри згідно з ескізом. <p>Установа 2</p> <p>Позиція 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Фрезерувати поверхню ③ попередньо, витримуючи розміри $25,5 \pm 0,135$; $138 \pm 0,315$. <p>Позиція 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Фрезерувати поверхню ④ попередньо, витримуючи розміри $25,5 \pm 0,135$; $135 \pm 0,2$. 8. Фрезерувати поверхню ④ остаточно, витримуючи розміри згідно з ескізом. <p>Позиція 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Фрезерувати поверхню ③ остаточно, витримуючи розміри згідно з ескізом. <p>Установа 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 10. Розточити отвір ⑤ попередньо, витримуючи розмір $\phi 38H12$ ^(+0,25). <p>Позиція 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. Розточити отвір ⑥ попередньо, витримуючи розмір $\phi 38H12$ ^(+0,25). 12. Розточити отвір ⑥ остаточно, витримуючи розмір $\phi 39,5H9$ ^(+0,062). <p>Позиція 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 13. Розточити отвір ⑤ остаточно, витримуючи розмір $\phi 39,5H9$ ^(+0,062). 14. Розточити отвір ⑤ тонко, витримуючи розміри згідно з ескізом. 	<p>Установа 1</p> <p>Установа 2</p>	6904Ф3

Продовження таблиці Н2

№ операції	Назва операції та зміст переходів	Схема базування та ескіз обробки	Обладнання
	<p style="text-align: center;">Позиція 2</p> <p>15. Розточити отвір ⑥ танко, витримуючи розмір згідно з ескізом.</p> <p>16. Свердлити 3 отв. ⑧, витримуючи розміри $\phi 5$; $l=14$; $\phi 52$; $\angle 120^\circ$.</p> <p style="text-align: center;">Позиція 1</p> <p>17. Свердлити 3 отв. ⑧, витримуючи розміри $\phi 5$; $l=14$; $\phi 52$; $\angle 120^\circ$.</p> <p>18. Зенкувати фаски в 3 отв. ⑧, витримуючи розміри згідно з ескізом.</p> <p style="text-align: center;">Позиція 2</p> <p>19. Зенкувати фаски в 3 отв. ⑦, витримуючи розміри згідно з ескізом.</p> <p>20. Нарізати різьбу в 3 отв. ⑦, витримуючи розміри згідно з ескізом.</p> <p style="text-align: center;">Позиція 1</p> <p>21. Нарізати різьбу в 3 отв. ⑧, витримуючи розміри згідно з ескізом.</p> <p style="text-align: center;">Позиція 3</p> <p>22. Цекувати 4 отв. ⑨, витримуючи розміри згідно з ескізом.</p> <p>23. Зняти деталь.</p>		

Техніко-економічне обґрунтування модернізації технологічного процесу за мінімумом: наведених витрат

В базовому варіанті технологічного процесу використовується 10 верстатів – 3 фрезерних 6P13, 4 свердлильних 2Н135, 2 горизонтально-розточувальних – 2705В.

Технологічний процес побудований за принципом диференціації операцій. В запропонованому модернізованому варіанті технологічного процесу використовується 2 верстати – 1 фрезерний 6P13Ф3 та 1 горизонтально-фрезерно-свердлильно-розточувальний верстат з поворотним столом 6904Ф3. Технологічний процес побудований за принципом концентрації операцій.

Для порівняння варіантів технологічного процесу та вибору більш ефективного необхідно визначити собівартість обробки згідно з цими двома варіантами.

Собівартість операцій механічної обробки визначається [2]:

$$C_{обр.} = \frac{C_{п-з} \cdot T_{шп-к}}{60 \cdot K_6} \text{ (шт.)} \quad (П1)$$

Наведені годинні витрати:

$$C_{п-з} = C_3 + C_{2,3} + E_n (K_c + K_3) \quad (П2)$$

де C_3 – основна та додаткова заробітна плата з нарахуваннями, коп/год;

$C_{2,3}$ – годинні витрати експлуатації робочого місця, коп/год;

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень (в машинобудуванні $E_n = 0,2 - 0,25$);

K_c, K_3 – питомі годинні капітальні вкладення відповідно у верстат та приміщення, коп/год

Основна та додаткова заробітна плата з нарахуваннями та врахуванням багатоверстатного обслуговування розраховується за формулою:

$$C_3 = \varepsilon \cdot C_{т.ф.} \cdot K \cdot y \quad (П3)$$

де E – коефіцієнт, що враховує додаткову заробітну плату 10-12%, перерахування в фонд соціального страхування на випадок безробіття – 2,1%, в зв'язку з тимчасовою втратою працездатності – 2,2 %, від нещасних випадків – 0,2-13,8%, для перерахунку в Пенсійний фонд України – 32%;

$$E = 1,1 \cdot 1,029 \cdot 1,025 \cdot 1,32 = 1,53;$$

$C_{т.ф.}$ – годинна тарифна ставка верстатника відповідного розряду, коп/год;

K – коефіцієнт, що враховує наладку верстата (якщо наладка виконується самим робітником, $K=1$); y – коефіцієнт приймається в залежності від кількості обслуговуваних верстатів одним робітником, при обслуговуванні

1 верстата Ку; при обслуговуванні 2 верстатів Ку = 0,65 і т.д.

Годинні витрати експлуатації робочого місця

$$C_{z.a.} = C_{z.a.}^{б.н.} \cdot K_m \quad (П4)$$

де $C_{z.a.}$ – практичні годинні витрати на базовому робочому місці, коп/год;
 K_m – коефіцієнт, що показує в скільки разів витрати, що пов'язані з роботою даного верстата більші, ніж аналогічних верстатів напівавтоматів та автоматів:

$$K_m = \left(\frac{3Ц}{1000} + 0,6N_y + 0,73P_m + 0,4P_c + N \right) \frac{1}{21,8} \quad (П5)$$

для інших верстатів

$$K_m = \left(\frac{3Ц}{1000} + 0,48N_y + 0,54P_m + 0,4P_c + N \right) \frac{1}{21,8} \quad (П6)$$

де Ц – балансова вартість верстата, що визначається як сума оптової ціни верстата та затрат на транспортування і його монтаж, що складають 10-15 % оптової ціни верстата, коп..

N_y – встановлена потужність двигунів, кВт;

P_m і P_c – категорія ремонтної складності відносно механічної і електричної частин верстата;

N – годинні витрати на покриття зношування металорізального інструмента, коп..

$$K_c = \frac{Ц \cdot 100}{F_d \cdot \eta_3} \quad (П7)$$

$$K_3 = \frac{F \cdot 78,4 \cdot 100}{F_d \cdot \eta_3} \quad (П8)$$

де F – виробнича площа, що займає верстат з урахуванням проходів, м²;

$$F = f \cdot K_f, \quad (П9)$$

де f – площа верстата в плані, м²; K_f – коефіцієнт, що враховує додаткову виробничу площу проходів, проїздів та ін.

Таблиця ПІ - Розрахунок $C_3 = \varepsilon \cdot C_{т.ф.} \cdot K \cdot y$

Верстат	ε	Розряд роботи	$C_{т.ф.}$, коп./год	K	y	C_3 , коп./год
Базовий ТП						
6P13(3шт)	1,53	4	194	1	1	296,82
2H135(4шт)	1,53	4	194	1	1	296,82
2M614(2шт)	1,53	5	219	1	1	335,07
2705B(1шт)	1,53	6	258	1	1	394,74
Модернізований ТП						
6P13Ф3(1шт)	1,53	3	142	1	0,65	217,26
6904Ф3(1шт)	1,53	4	142	1	0,65	217,26

Таблиця П2 – Розрахунок $K_M = \left(\frac{3Ц}{1000} + 0,48N_y + 0,54P_M + 0,4P_e + H \right) \frac{1}{21,8}$;

Верстат	Ц, грн.	N _y , кВт	P _M	P _e	H, коп	C ^{б.п.} _{ч.з.} , коп/год	K _M	C _{ч.з.} , коп/год
Базовий ТП								
6P13(3шт)	3160	7,5	13	7	10,4	36,3	1,524	165,95
2H135(4шт)	1610	4	9	4	5,6	36,3	0,863	125,24
2M614(2шт)	17690	6,7	13	6	7,7	36,3	3,367	244,46
2705B(1шт)	2530	2,2	14	7	7,7	36,3	2,15	78,05
Модернізований ТП								
6P13Ф3(1шт)	12000	7,5	14	7	10,4	36,3	2,23	82,18
6904Ф3(1шт)	50000	4,5	15	8	12,6	36,3	7,5	272,18

Таблиця П3 – Розрахунок $K_c = \frac{Ц \cdot 100}{F_d \cdot \eta_3}$

	Ц, грн.	F _d , год	η ₃	K _c , коп/год
Базовий ТП				
6P13(3шт)	3160	4029	0,8	98,04x3=294,12
2H135(4шт)	1610	4029	0,8	49,95x4=199,8
2M614(2шт)	17690	4029	0,8	548,8x2=1097,67
2705B(1шт)	2530	4029	0,8	78,5x1=78,5
Модернізований ТП				
6P13Ф3(1шт)	12000	4029	0,8	372,3
6904Ф3(1шт)	50000	4029	0,8	1551,25

Таблиця П4 – Розрахунок $K_s = \frac{f \cdot K_f \cdot 78,4 \cdot 100}{F_d \cdot \eta_3}$

Верстат	f, м ²	K _s	F _d , год	η ₃	K _s , коп/год	Розміри LxB
Базовий ТП						
6P13(3шт)	4,49	3	4029	0,8	32,76x3=98,3	2305x1950
2H135(4шт)	1,004	4	4029	0,8	9,77x4=39,07	1240x810
2M614(2шт)	8,92	2,5	4029	0,8	54,24x2=108,48	4300x2075
2705B(1шт)	1,83	4	4029	0,8	17,805	1500x1220
Модернізований ТП						
6P13Ф3(1шт)	3,828	3,5	4029	0,8	32,59	2320x1650
6904Ф3(1шт)	5,17	3	4029	0,8	37,73	2650x1950

Таблиця П5 – Розрахунок $C_{П-3} = C_3 + C_{3,3} + E_{П}(K_c + K_3)$

Верстат	C_3	$C_{3,3}$	K_c	K_3	$E_{П}$	$C_{П-3}$
Базовий ТП						
6Р13(3шт)	296,82	165,95	294,12	98,3	0,2	1623,8
2Н135(4шт)	296,82	125,24	199,8	39,07	0,2	1879,44
2М614(2шт)	335,07	244,46	1097,67	108,48	0,2	1641,52
2705В(1шт)	394,74	78,05	78,5	17,805	0,2	492,09
Модернізований ТП						
6Р13Ф3(1шт)	54,5	82,18	372,3	32,59	0,2	380,42
6904Ф3(1шт)	54,5	544,36	1551,25	37,73	0,2	1079,42

Таблиця П6 – Розрахунок $T_{шт-к} = T_{осн} \cdot \Phi_k$

Поверхня, розмір	Верстат	Метод обробки	Формула $T_{осн} \cdot 10^{-3}, \text{хв}$	Φ_k	$T_{шт-к}, \text{хв}$
1	2	3	4	5	6
78±0,125	6Р13	Фрезерування попереднє	$6l \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 250 \cdot 10^{-3} = 1,5$	1,84	2,76
	6Р13	Фрезерування остаточнє	$4l \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 250 \cdot 10^{-3} = 1$		
Ø40Js7	2М614	Розточування попереднє	$0,2dl \cdot 10^{-3} = 0,2 \cdot 40 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 0,2$	3,25	0,65
	2М614	Розточування остаточнє	$0,18dl \cdot 10^{-3} = 0,18 \cdot 40 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 0,18$	3,25	0,585
	2705В	Розточування тонке	$0,18dl \cdot 10^{-3} = 0,18 \cdot 40 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 0,15$	3,25	0,4875
Ø64	6Р13	Фрезерування попереднє	$6l \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 64 \cdot 10^{-3} = 0,384$	1,84	0,71·2
	6Р13	Фрезерування остаточнє	$4l \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 64 \cdot 10^{-3} = 0,256$	1,84	=0,142 0,47·2 =0,94
4 отв. Ø13Н12	2Н135	Свердління	$4 \cdot 0,52dl \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 0,52 \cdot 12 \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 0,349$	1,72	0,601
4 отв. Ø20Н12	2Н135	Цекування	$4 \cdot 0,18dl \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 0,18 \cdot 20 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,072$	1,72	0,124
6 отв. Ø5	2Н135	Свердління	$2 \cdot 0,52dl \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 0,52 \cdot 5 \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 0,109$	1,72	0,188
6 отв. М6-7Н	2Н135	Нарізання різьби	$2 \cdot 0,4dl \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 0,4 \cdot 6 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,072$	1,72	0,124
6 отв. 0,5х60°	2Н135	Зенкування фаски	$2 \cdot 0,21dl \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 0,21 \cdot 7 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 0,0022$	1,72	0,0044

Таблиця П7 – Розрахунок $C_{0.3} = \frac{C_{п-з} \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot K_6}$

Верстат	$C_{п-з}$, коп/год	$T_{шт-к}$, хв	K_6	$C_{0.3}$, коп
Базовий ТП				
6Р13(3шт)	1623,8	5,68	1,3	118,25
2Н135(4шт)	1879,44	1,04	1,3	25,06
2М614(2шт)	1641,52	1,235	1,3	25,99
2705В(1шт)	492,09	0,4875	1,3	3,08
Модернізований ТП				
6Р13Ф3(1шт)	380,42	4,6	1,3	22,44
6904Ф3(1шт)	1079,42	4,16	1,3	57,57

Собівартість обробки за базовим варіантом складас 1.724, грн., за модернізованим 0.8 грн.

Наведена річна економія (економічний ефект за рахунок зміни технологічного процесу механічної обробки) в першому наближенні:

$$E = (1.724 - 0.8) \cdot 15000 = 13855.50 \text{ грн.}$$

Одержаний економічний ефект підтверджує доцільність запропонованої модернізації технологічного процесу механічної обробки деталі „Опора”.

Додаток Р

Згідно із запропонованими схемами базування (див. рисунки М1, М2) розроблені схеми установа

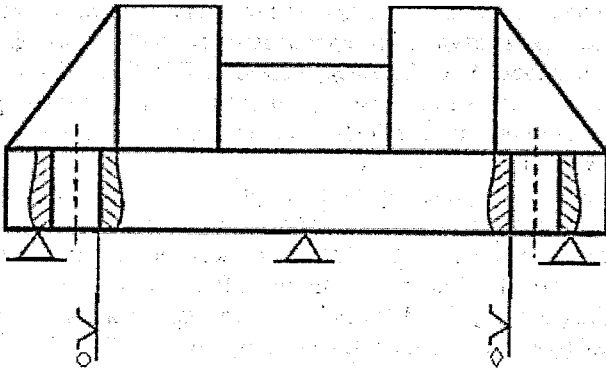


Рисунок Р1 – Приклад схеми установа на чистові бази

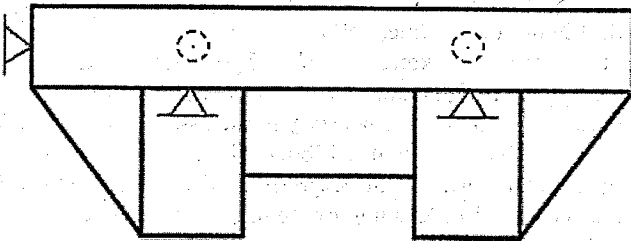


Рисунок Р2 – Приклад схеми установа на чорнові бази

1. Рабочая программа конструкторско-технологической практики по специальности 0501 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Н.И.Иванов. – Винница: ВПИ, 1992. – 19 с.
2. Методические указания по проведению конструкторско-технологической практики (для студентов специальности 0501 всех форм обучения) (В.С.Северилов, А.А.Железная. – Киев: КПИ, 1985.–18 с.)
3. Методичні вказівки до оформлення дипломних проєктів (робіт) для студентів всіх спеціальностей (В.В.Кухарчук, О.Г.Ігнатенко, Р.Р.Обертюх. – Вінниця: ВДТУ, 2002. – 55 с.
4. Розмірний розрахунок верстатних пристроїв на точність. Методичні вказівки до самостійної роботи з курсового та дипломного проєктування для студентів спеціальностей 1201, 1202 всіх форм навчання / А.В.Дерібо, Ж.П.Дусанюк, В.І.Савуляк. – Вінниця: ВПІ, 1990. – 20 с.
5. А.Ф. Горбацевич, В.А.Шкред. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высшая школа, 1983. – 255 с.
6. Основы технологии машиностроения / Под ред. В.С.Корсакова. – М.: Машиностроение, 1977. – 417 с.
7. Г.Н.Мельников, В.П.Вороненко. Проектирование механосборочных цехов. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.
8. Методичні вказівки до контрольної роботи з дисципліни „Основи виробництва машин” / Ж.П.Дусанюк. – Вінниця: ВДТУ, 2000. – 57 с.
9. Ю.И.Гельфгат. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения. – М.: Высшая школа, 1986. – 271 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
11. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под общ. ред. А.А.Панова. – М.: Машиностроение. 1988. – 736 с.
12. Дипломное проектирование по технологии машиностроения. / Под общ. ред. В.В.Бабука. – Минск: Высшая школа, 1979. – 464 с.
13. Базирование и базы в Машиностроении ГОСТ 21495-76. – М.: Государственный комитет стандартов Совета министров СССР, 1976. – 35 с.
14. Методические указания и задания для самостоятельной работы по теме «Базы и базирование курса» курса «Основы технологии машиностроения» / А.В.Дерібо. – Винниця: ВПИ, 1990. – 36 с.
15. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении / Под. Ред. В.В.Бабука. – Минск: Высшая школа, 1987. – 255 с.
16. Отливки из металлов и сплавов. ГОСТ 7505-89. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1989. – 54 с.
17. Поковки стальные штампованные. ГОСТ 7505-89. – М.: Государственный стандарт Союза ССР, 1990. – 52 с.

18. Станочные приспособления. Справочник. / Под ред. В.Н.Вардашкина. – М.: Машиностроение, 1984. – Т.1 – 625 с., Т.2 – 573 с.
19. Допуски и посадки. Справочник в 2-х т. – Т.2 / В.Д.Мягков и др. – Л.: Машиностроение, 1983. – Т.1 – 544 с., Т.2 – 448 с.
20. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. – Київ: Вища школа, 1993. – 414 с.
21. Методические указания по оптимизации режимов резания механической обработки деталей при выполнении курсового и дипломного проектов / И.А.Иванов – Винница: ВПИ, 1981. – 66 с.
22. Білуха М.Т. Методологія наукових досліджень: Підручник – К.: АБУ, 2002. – 480 с.
23. Пентюк Б.М. Основи наукових досліджень. Практикум для машинобудівних спеціальностей / МОН України. – Вінниця: ВДТУ, 2002. – 71 с.
24. Тимошенко Г.М., Зима П.Ф. Теория инженерного эксперимента: Учебное пособие: УМК ВО, 1991. – 124 с.
25. Рудь В.Д. Курсове проектування з технології машинобудування: Навч. посібник – Київ: ІСДО, 1996 – 300 с.

Навчальне видання

Жанна Павлівна Дусанюк
Наталія Степанівна Семичаснова
Сергій Вікторович Дусанюк
Ольга Валентинівна Карватко

НАУКОВО-ДОСЛІДНА, КОНСТРУКТОРСЬКО- ТЕХНОЛОГІЧНА ПРАКТИКА

ЧАСТИНА 2

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Оригінал-макет підготовлений авторами Дусанюк Ж.П., Семичасною Н.С.
Редактор В.О. Дружиніна
Коректор З.В. Поліщук

Науково-методичний відділ ВНТУ
Свідоцтво Держкомінформу України
серія ДК № 746 від 25.12.2001
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шоссе, 95, ВНТУ

Підписано до друку 24.01.07р
Формат 29,7 x 42 1/4
Друк різнографічний
Наклад 75 прим.
Зам. № 2007-012

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
Вінницького національного технічного університету
Свідоцтво держкомінформу України
серія ДК № 746 від 25.12.2001 р.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шоссе, 95