

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему:

Конструювання компонентів приводу подач шпинделя вертикально-свердлильного верстата з розробкою технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус 5.3721.0628”.

Виконав: студент (ка)4 курсу, групиМВ-41

напряму підготовки (спеціальності)

133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

	(підпис)	Данюк В.В.	(прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Сеник А.А.	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Кобельник В.Р.	(прізвище та ініціали)
Завід. кафедри	(підпис)	Крупа В.В.	(прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)		(прізвище та ініціали)

6. Консультанти розділів роботи

[illegible]

7. Дата видачі завдання 27.01.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Данюк В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Сеник А.А.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Данюк В.В. Конструювання компонентів приводу подач шпинделя вертикально-свердлильного верстата з розробкою технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус 5.3721.0628”. Робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавра: спец. 133 – Галузеве машинобудування /кер. А.А. Сенік. Тернопіль : факультет інженерії машин, споруд та технологій, кафедра конструювання верстатів інструментів та машин, група МВ-41.: ТНТУ 2025.

У роботі розглянуто повний цикл проектування та техніко-технологічного обґрунтування виготовлення корпусної деталі "Корпус 5.3721.0628". Проведено аналіз службового призначення та конструктивних особливостей деталі, здійснено оцінку існуючого технологічного процесу та виявлено його недоліки. У конструкторському розділі модернізовано вузол подачі вертикально-свердлильного верстата, підібрано пружину стиску та електромагнітну муфту згідно з технічними вимогами.

Ключові слова: корпусна деталь, механізм зворотного ходу, технологічний процес, режим різання, модернізація верстата, подача шпинделя.

ABSTRACT

V.V. Danyuk Design of feed drive components of the spindle of a vertical drilling machine with development of the technological process for manufacturing the “Housing 5.3721.0628” part. Bachelor's qualification thesis: specialty 133 – Industrial Mechanical Engineering / supervisor A.A. Senyk. – Ternopil: Ternopil National Technical University named after Ivan Puluj, Faculty of Engineering of Machines, Structures and Technologies, Department of Machine, Tool and Equipment Design, Group MV-41, 2025.

The thesis presents a complete cycle of design and techno-technological justification for manufacturing the housing part “Housing 5.3721.0628”. The functional purpose and structural features of the part were analyzed, the existing technological process was evaluated, and its shortcomings were identified. In the design section, the spindle feed unit of a vertical drilling machine was modernized; a compression spring and electromagnetic clutch were selected according to technical requirements.

Keywords: housing part, reverse mechanism, technological process, cutting mode, machine modernization, spindle feed.

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ						
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата							
Розробив	Данюк В.В.				Анотація				Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Сеник А.А.										
Н. контр.									ТНТУ ім І.Пулюя ст. гр. МВ-41		
Затвердж.											

ЗМІСТ

ВСТУП	
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	
1.1. Характеристика об'єкту виробництва, службове призначення	
1.2 Аналіз технологічного процесу.....	
1.3 Сучасні досягнення в області технології, обладнання і оснащення при виготовленні подібних деталей	
1.4 Висновки та постановка задачі	
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Встановлення типу та організаційної форми виробництва	
2.2 Розрахунок допусків, припусків і операційних розмірів	
2.3 Розрахунок режимів різання, вибір обладнання та оснащення	
2.4 Встановлення контрольних, допоміжних і транспортних операцій	
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	
3.1 Розробка структурно-кінематичної та кінематичної схеми верстата	
3.2 Опис та конструкція модернізованого механізму подач шпинделя вертикально-свердлильного верстата	
3.3 Підбір і розрахунок пружин стиску	
3.4 Вибір електромагнітної муфти	
3.4.1 Визначення максимального значення подачі	
3.4.2 Визначення максимального осьового зусилля P_{Omax} при свердлінні в суцільному матеріалі	
3.4.3 Визначення моменту на валу рейкової шестерні	
3.5 Висновки по конструкторській частині	
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	
ВИСНОВКИ	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	
ДОДАТКИ	

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ				
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Зміст		Літ	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Данюк В.В.					Н		1
Перевір.		Сеник А.А.							
Рецензент									
Н. контр.		Кобельник В.Р.							
Зав. каф.		Крупа В.В.							
					ТНТУ, гр. МВ-41				

ВСТУП

На сьогоднішній день особливого значення набуває прискорення темпів науково-технічного прогресу шляхом застосування у машинобудуванні автоматичного обладнання, агрегатних верстатів, гнучких виробничих систем. Ускладнення конструкцій, підвищення вимог до точності, якості, широке використання нових матеріалів викликають необхідність розвитку і вдосконалення технології, методів обробки, технічних засобів.

Широкого використання у велико серійному і масовому виробництві набули агрегатні верстати. Методи обробок на таких верстатах ґрунтуються на принципі високої концентрації операцій. Ці верстати складаються з стандартних силових головок, поворотних столів, барабанів, та інших універсальних стандартних елементів.

Такі верстати дозволяють вести обробку деталей з однієї установки різного номенклатурного інструменту. Переналагодження таких верстатів на обробку інших деталей не потребує багато часу. Використання агрегатних верстатів, багато інструментальних обробок значно скорочують основний час обробки деталей, підвищують ефективність і продуктивність процесу, задовольняють вимоги, які висунуті, щодо якості і точності оброблюваних поверхонь.

Важливу роль у підвищенні продуктивності, скороченні тривалості між операційних переміщень деталей, транспортних операцій відіграє ступінь механізації і автоматизації транспортних засобів, верстатних пристроїв.

Інтенсифікація технологічних процесів на основі застосування ріжучих інструментів з нових інструментальних матеріалів, розширення галузі застосування обладнання з ЧПК, створення роботизованих верстатних комплексів і гнучких виробничих систем з керуванням від ЕОМ, підвищення розмірної і геометричної точності, яка досягається при обробці – таким є неповний перелік важливих напрямів розвитку технології.

					<i>КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ</i>			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив	Данюк В.В.				ВСТУП	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Сеник А.А.							
Н. контр.						ТНТУ ім І.Пулюя ст. гр. МВ-41		
Затвердж.								

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Характеристика об'єкту виробництва, службове призначення,

Об'єкт виробництва – вузол „Механізм зворотнього ходу”, який призначений для зміни напрямку обертання ведучих коліс, а також для підвищення тягового зусилля на них. Механізм також здійснює передачу крутного моменту від карданної передачі, що йде від двигуна, до карданної передачі, що йде до ведучого моста. Крім того „Механізм зворотнього ходу” дає можливість використовувати всі передачі при русі автотранспорту як вперед, так і назад.

Основними деталями та складальними одиницями „Механізму зворотнього ходу” є:

- 1) картер механізму зворотнього ходу;
- 2) барабан ручного тормоза;
- 3) вал ведучий;
- 4) вал ведений;
- 5) шестерня ведена;
- 6) шестерня проміжна;
- 7) шток;
- 8) вилка перемикаюча ходу;
- 9) шестерня

Деталь „Корпус 5.3721.0628” призначений для монтування деталей редуктора приводу.

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Данюк В.В.						
Перевірів		Сеник А.А.						
						ТНТУ ім І.Пулюя		
Н. контр.						ст. гр. МВ-41		
Затвердж.								

Корпус картера механізму призначений для:

- 1) поєднання всіх частин картера і механізмів у єдине ціле;
- 2) кріплення механізму до рами.

Деталь „Корпус 5.3721.0628” сприймає навантаження від всіх рухомих частин механізму та реакцію рами. Жорсткість картера забезпечується його коробчатою формою, а міцність – товщиною стінок та за рахунок дрібнозернистої структури чавуну, з якого виготовлено деталь.

Основними елементами картера є його стінки, опорна поверхня (пов. П), підшипникові гнізда ведучого валу (пов. Д,Д1) та веденого валу (пов. Д2,Д3), гнізда (пов. Д4,Д5) на яких кріпиться нерухома вісь з проміжною шестернею, яка обертається на роликовому підшипнику. Підшипникові гнізда закриваються з зовнішньої сторони накладними фланцевими кришками. В гніздах (пов. Д6,Д7) кріпиться шток, по якому переміщається вилка перемикання ходу. Шток з зовнішньої сторони закривається кожухом. Тому в торцевих поверхнях підшипникових гнізд валів і торцевої поверхні кріплення штока (пов. Т,Т1) виконані різьбові отвори М8-6Н та М10-6Н під гвинти, якими кришки підшипникових гнізд кріпляться до картера.

Для встановлення деталі на рамі в картері виконані на установчій поверхні (пов. П) 10 отворів М8-6Н під установочні гвинти, а також 2 отвори Ø 13Н7 під опорні штифти.

Внутрішня порожнина картера використовується як масляна ванна. Туди заливають до рівня контрольної пробки трансмісійне масло Таг- 15В і ТУ38-101176-74. При заміні масла для зливу на зовнішній поверхні картера знаходиться різьбовий отвір К ½ “для масло спускної пробки. Нижній отвір призначений для повного зливу масла, а верхній – для зливання зайвого масла.

Характерною рисою картера є те, що приливи, в яких розточуються гнізда під проміжний вал, розташовані у внутрішній порожнині картера. Таке розташування приливів запобігає руйнуванню картера при ударах в це місце.

Недоліком такої конструкції є підвищення складності формовки, а також очищення та фарбування внутрішньої порожнини картера.

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Аналізуючи відповідність технічних вимог службовому призначенню деталі необхідно перевірити чи задовольняють наведені вимоги на кресленні діючим стандартам, чи не потребують вони змін, доповнень.

Пристаюючи до аналізу технічних умов та норм точності слід зауважити, що на заводському кресленні Картера шорсткості оброблюваних поверхонь задані старим способом. Використання такого ГОСТу є застарілим і на даний час не застосовується.

Виходячи з службового призначення оброблюваних поверхонь та користуючись рекомендаціями [3] табл. 2.69 згідно ГОСТ 2.309-73, всі значення шорсткості, що задані старим способом, слід замінити за новими стандартами.

1) найбільш точними та чистими повинні бути підшипникові гнізда (пов. Д,Д1,Д2,Д3) та поверхні отворів під шток (пов.Д4,Д5) в яких кріпиться вісь з проміжною шестернею. На кресленні задано їх виконання за Н7 з шорсткістю поверхні Ra 0.8 та Ra 1.25;

2) для забезпечення працездатності механізму важливо точно витримати розмір $127.5^{+0.15}$ між осями валів;

3) шорсткість установочної поверхні картера (пов. П) Ra 10. Пов. П в процесі обробки деталі використовується як чистова базова поверхня;

4) шорсткість торців підшипникових гнізд (пов. Т,Т1) без шкоди працездатності механізму призначаємо – Ra 6.3;

5) шорсткість бобишок (пов. Т2,Т3) – Ra 6.3 є задовільною. Допуск на відстань 104 мм між бобишками $T_d = 0.3$ мм відповідає 12 квалітету і є задовільним;

6) шорсткість отворів (пов. Д6,Д7) в яких кріпиться шток з вилкою перемикаючого ходу становить –Ra 0.8. На кресленні їх виконання задано за Н9;

7) точність виготовлення двох отворів Ø 13 мм виконано за Н7. Отвори знаходяться на одній діагоналі, а така точність зумовлена тим, що вони використовують в якості базових отворів. При цьому шорсткість становить – Ra 1.6;

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

8) точність отворів 13H7 мм під фіксуючі штифти, які при механічній обробці використовуються як базові, є задовільною. Циліндричні фіксуючі штифти за ГОСТ 3128-70 встановлюються за посадкою H7/m6;

9) точність виконання всіх різьбових отворів за 6H є задовільною, при цьому шорсткість різі Ra 3.2;

10) шорсткість фасок повинна бути –Ra 12.5;

11) допуск на розмір 200 ± 0.02 мм між осями отворів відповідає 7 квалітету точності.

Матеріал деталі – чавун СЧ15-32 ГОСТ 1412-85 має ферито-перлітну структуру і відноситься до ливарних сплавів.

Хімічні і механічні властивості чавуну наведені відповідно в таблицях 1.1. і 1.2.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад чавуну СЧ15-32 (ГОСТ 1412-85)

C, %	Mn, %	Si, %	S, %	P, %
3,2...3,6	0,5...0,6	2,1...2,4	0,1...0,15	$\leq 0,65$

Таблиця 1.2 - Механічні властивості і допустимі напруги СЧ15-32 (ГОСТ 1412-85)

$\tau_{кр.}$ МПа	σ , %	Чавун	Границя міцності, МПа			Твердість HB
			$\sigma_{ст}$	при розтягуванні σ_p	при згині $\sigma_{зг}$	
200	0.2-0.5	СЧ15-32	700	≥ 150	≥ 320	120-260

Сірий чавун добре працює при стискаючих навантаженнях, не є чутливим до зовнішніх надрізів, гасить вібрації, легко обробляється різанням. Має більш низьку вартість ніж чавуни перлітного класу і тому широко використовуються при виготовленні виливків.

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

1.2 Аналіз технологічного процесу

Існуючий заводський технологічний процес виготовлення деталі складений для умов серійного виробництва. Базовий технологічний процес оброблення деталі „Картера механізму зворотнього ходу” наведено нижче.

005 Горизонтально-фрезерна операція

1. фрезерувати площину роз'єму витримуючи розмір 145мм, кут 10^0

010 Радіально-свердлильна операція

1. свердлити 2 отвори $\varnothing 12,5$ мм на глибину 16мм;
2. зенкерувати фаски 1×45^0 ;
3. розвернути 2 отвори $\varnothing 12,5$ мм до 13Н7 на глибину 13мм

015 Горизонтально-фрезерна операція

1. фрезерувати бокові поверхні витримуючи розмір 186мм

020 Горизонтально-фрезерна операція

1. фрезерувати площину витримуючи розмір 100мм

025 Горизонтально-розточувальна операція

1. свердлити отвір $\varnothing 20,5$ мм напрохід;
2. розточити отвір $\varnothing 108$ мм начорно;
3. зняти фаску 3×45^0 по $\varnothing 108$ мм;
4. свердлити отвір $\varnothing 28$ мм напрохід;
5. свердлити отвір $\varnothing 17$ мм напрохід;
6. розточити отвір $\varnothing 88$ мм начорно;
7. зняти фаску 3×45^0 в отворі $\varnothing 88$ мм;
8. свердлити отвір $\varnothing 28$ мм напрохід;
9. розточити отвір $\varnothing 118,5$ мм начорно;
10. підрізати торець $\varnothing 155,5$ мм витримуючи розмір 39,5мм;
11. зняти фаску 2×45^0 мм в отворі $\varnothing 118,5$ мм;
12. розточити отвір $\varnothing 88$ мм;

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

13. зняти фаску 2×45^0 мм в отворі Ø 88мм

030 Горизонтально-розточувальна операція

1. розточити отвір до Ø109,2мм і Ø 89,2мм в лінію;
2. зенкерувати отвір до Ø 29,6мм;
3. зняти фаску $1,25 \times 45^0$ мм в отворі Ø 29,6мм;
4. розточити 2 отвори в лінію до Ø 119,7мм і Ø 89,2мм;
5. розточити 2 отвори в лінію до Ø 120,5H7мм і Ø 90H7мм;
6. розточити 2 отвори в лінію до Ø 110H7мм і Ø 90H7мм начисто;
7. розвернути 2 отвори в лінію до Ø 30,1H7мм і Ø 30H7мм;
8. розвернути 2 отвори в лінію до Ø 19H9мм і Ø 22,5H9мм

035 Горизонтально-розточувальна операція

1. підрізати внутрішню бобишку до розміру 41,8мм;
2. підрізати протилежну бобишку в розмір 108мм

040 Вертикально-свердлильна операція

1. свердлити 10 отворів Ø 6,7мм

045 Вертикально-свердлильна операція

1. свердлити на прохід 5 отворів Ø 6,7мм по Ø 108мм та 6 отворів Ø 6,7мм по Ø 135мм

050 Вертикально-свердлильна операція

1. свердлити 5 отворів Ø 6,7мм;
2. свердлити 6 отворів Ø 8,5мм

055 Радіально-свердлильна операція

1. свердлити отвір Ø 11,2мм витримуючи розмір 60мм, 80мм;
2. свердлити послідовно 3 отвори Ø 6,7мм по Ø 62мм і 2 отвори Ø 6,7мм;
3. свердлити послідовно 2 отвори Ø 14мм під M16;
4. свердлити отвір Ø 23,5мм витримуючи розмір 72,5мм;
5. зенкерувати фаску $1,6 \times 45^0$ в отвір Ø 23,5мм і фаску 2×45^0 в 2 отвори Ø 14мм;
6. нарізати різь M16 в 2 отвори послідовно на 25мм;
7. нарізати різь $K^{3/4}$;

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

8. свердлити послідовно 3 отвори Ø 6,7мм по Ø 60мм;
9. свердлити отвір Ø 6,7мм;
10. свердлити отвір Ø 8мм;
11. свердлити отвір Ø 18,25мм;
12. зенкерувати фаску 1,6×45° в отворі Ø 18,25мм;
13. нарізати різь K^{1/2}”

060 Радіально-свердлильна операція

1. свердлити отвір Ø 11,2мм витримуючи розмір 50мм;
2. зняти фаску 1,6×45°;
3. нарізати різь K^{1/2}”

065 Радіально-свердлильна операція

1. свердлити 2 отвори Ø 12,5мм;
2. зенкерувати 2 отвори до Ø 13,9мм;
3. зняти фаски 1,15×45° в 2 отвори Ø 13,9мм;
4. розвернути 2 отвори до Ø 14,16H9мм

070 Радіально-свердлильна операція

1. зняти фаски 1,6×45° в 35 отворах Ø 6,7мм; 7 отв. Ø 8,5мм; 1 отв. Ø 8мм; 1 отв. Ø 11,2мм з двох сторін картера

075 Різьбонарізна операція

1. нарізати різь M8-6H в 10 отворах на глибину 16мм

080 Різьбонарізна операція

1. нарізати різь M10-6H в 6 отв. по Ø 140мм напрохід;
2. нарізати різь M8 на глибину 21мм в одному отворі на глибину по R26

085 Різьбонарізна операція

1. нарізати різь M8-6H в 3 отвори по Ø 62мм;
2. нарізати різь M8-6H в 14 отв.;
3. нарізати різь K^{1/4} в отворі Ø 11,2мм;
4. нарізати різь M8-6H в 3 отв. по Ø 60мм;
5. нарізати різь M8-6H в 5 отв. по Ø 114мм.

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Наведений технологічний процес не є задовільним для використання в умовах велико серійного виробництва. Це стосується певних операцій, а саме: 010, 050 – 085, де на радіально-свердлильних та вертикально-свердлильних верстатах в процесі виробництва за один установ деталі відбувається переналагодження верстатів, заміна інструментів і обладнання. Такі зміни не можна використовувати в умовах багатосерійного виробництва, де процес обробки проходить на налагоджених верстатах.

Вдало застосовані агрегатні операції 025,030. на цих операціях проходить одночасна обробка отворів з двох сторін картера, тобто застосовується багато інструментальна обробка.

Також багато інструментальна обробка проводиться в операціях 040 та 050, де застосовується багатошпиндельна головка для обробки отворів.

Для встановлення і закріплення деталі під час механічної обробки використовується спеціально спроектовані пристрої: фрезерні пристрої (на операції 015 застосовується двохмісний пристрій, який дає змогу за 1 установ обробляти одночасно дві деталі) з пневматичним силовим приводом, поворотній кондуктор на операції 055, який обертає деталь на 45° та 180° для продовження обробки деталі з трьох сторін без здійснення переустановлення. На агрегатних операціях використані спеціальні пристрої, розміщені на столах верстату. Поворотний стіл є двомісним.

Контроль виконаних параметрів проводиться на робочому місці працівником, а по завершенню механічної обробки деталі проводиться контрольна операція, на якій перевіряються всі параметри. Для здійснення контролю застосовуються нутроміри, штангенциркулі, гладкі калібр-пробки, різьбові пробки, а для контролю непаралельності вісей, перпендикулярності торців до вісей отворів розроблений спеціальний контрольний пристрій.

1.3. Сучасні досягнення в області технології, обладнання і оснащення при виготовленні подібних деталей

					<i>КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Найближчі перспективи і сучасний стан в машинобудуванні пов'язані з переходом від створення окремих машин і агрегатів до розробок систем автоматичних машин.

Одним з принципових питань стратегії комплексної автоматизації є оптимальне поєднання нових методів і засобів з традиційними.

В умовах велико серійного виробництва універсальні верстати-півавтомати з ЧПК чи технологічні комплекси з управлінням від ЕОМ може замінити один переналагоджувачий багатошпиндельний агрегатний верстат-півавтомат, на якому декілька деталей обробляються одночасно багатьма інструментами, продуктивність його значно вище, ніж одноінструментних верстатів, а переналагодження значно коротше.

Переломним моментом в автоматизації велико серійного виробництва була поява машин з ЧПК, які пов'язували високу продуктивність і мобільність завдяки наявності систем управління на електронній основі.

Першою тенденцією є перехід від верстатів-півавтоматів до автоматів. Щоб забезпечити кругло добову роботу верстату при двохзмінному режимі роботи виробничих підрозділів та обслуговуванні верстату, його наділяють автоматичним магазином для заготовок і оброблених виробів. Для верстатів по обробці корпусних деталей такі магазини виконують в вигляді транспортера з кроковим переміщенням, де деталі закріплюють на пристосуваннях-супутниках.

Друга тенденція перехід до багато інструментальної і багато позиційної обробки. Для обробки корпусних деталей створюються токарні верстати по принципу створення одно позиційних верстатів з багатосторонньою обробкою деталі одночасно декількома інструментами.

Третя тенденція розвитку автоматизованого обладнання – створення уніфікованих конструкцій замість спеціально розроблених в кожному конкретному випадку. Для підвищення продуктивності виробництва вимагає використання комбінованого інструменту, застосування верстатних пристосувань з силовим приводом.

					<i>КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

1.4 Висновки та постановка задачі

В цілому проаналізований заводський технологічний процес відповідає сучасним технічним і технологічним вимогам і серійному типу виробництва. Однак необхідно зазначити і деякі недоліки над якими необхідно провести роботу, а саме:

Перш за все низька завантаженість обладнання і висока собівартість виготовлення деталі.

Переглянути і вибрати оптимальну структуру операцій і режимів різання, використати більш дешеві моделі верстатів, застосувати пристрої з автоматизованим затиском.

					<i>КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Встановлення типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій.

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P},$$

де O — сума всіх технологічних операцій, які виконуються всіма підрозділами;

P — сума робочих місць.

1. Виходячи з заданої програми випуску, укрупнено визначаємо тип виробництва: $N=30000$ шт. — великосерійне виробництво.

2. Складаємо маршрут обробки деталі.

При складанні маршруту обробки необхідно враховувати, що:

а) В першу чергу обробляється поверхня чи ряд поверхонь, які в подальшому будуть базовими;

б) Обробка поверхонь здійснюється зі зростанням квалітету, отже, найточніші і найбільш чисто оброблені поверхні обробляються в кінці технологічного процесу;

в) В маршруті вказуються операції, установи, технологічні переходи, допоміжні переходи, позиції.

3. Укрупнено за наближеними формулами визначаємо T_o — основний час на кожний технологічний перехід.

4. Знайдемо основний час на кожний технологічний перехід і загальний операційний час для кожної операції:

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив	Данюк В.В.				ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Сеник А.А.							
						ТНТУ ар. МВ-41		
Н. контр.								
Затвердж.								

005 Горизонтально-фрезерна операція

1. фрезерувати площину роз'єму витримуючи розмір 145мм, кут 10°

$$T_O = L/S_M = 550 \div 160 = 3,44 \text{ (хв.)}$$

010 Радіально-свердлильна операція

1. свердлити 2 отвори $\varnothing 12,5\text{мм}$ на глибину 16мм

$$T_O = L/n \cdot S_0 = (20/475 \cdot 0,2) \cdot 2 = 0,42 \text{ (хв.)}$$

2. зенкерувати фаски $1 \times 45^{\circ}$

$$T_O = 0,1 \cdot 0,2 = 0,2 \text{ (хв.)}$$

3. розвернути 2 отвори $\varnothing 12,5\text{мм}$ до 13H7 на глибину 13мм

$$T_O = L/n \cdot S_0 = (15/118 \cdot 0,25) \cdot 2 = 0,58 \text{ (хв.)}$$

$$\Sigma T_O = 0,42 + 0,2 + 0,58 = 1,2 \text{ (хв.)}$$

015 Горизонтально-фрезерна операція

1. фрезерувати бокові поверхні витримуючи розмір 186мм

$$T_O = L/S_M = 720 / 160 = 4,5 \text{ (хв.)}$$

020 Горизонтально-фрезерна операція

1. фрезерувати площину витримуючи розмір 100мм

$$T_O = L/S_M = 204 / 250 = 0,816 \text{ (хв.)}$$

025 Горизонтально-розточувальна операція

1. свердлити отвір $\varnothing 20,5\text{мм}$ напрохід

$$T_O = L/n \cdot S_0 = 86/180 \cdot 0,18 = 2,65 \text{ (хв.)}$$

2. розточити отвір $\varnothing 108\text{мм}$ начорно

$$T_O = 2,19 \text{ (хв.)}$$

3. зняти фаску $3 \times 45^{\circ}$ по $\varnothing 108\text{мм}$

$$T_O = 2,19 \text{ (хв.)}$$

4. свердлити отвір $\varnothing 28\text{мм}$ напрохід

$$T_O = L/n \cdot S_0 = 70/180 \cdot 0,18 = 2,16 \text{ (хв.)}$$

5. свердлити отвір $\varnothing 17\text{мм}$ напрохід

$$T_O = L/n \cdot S_0 = 66/205 \cdot 0,15 = 2,15 \text{ (хв.)}$$

6. розточити отвір $\varnothing 88\text{мм}$ начорно

$$T_O = L/n \cdot S_0 = 66/100 \cdot 0,32 = 2,06 \text{ (хв.)}$$

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

7. зняти фаску 3×45^0 в отворі $\varnothing 88\text{мм}$

$T_0 = 2,06$ (хв.)

8. свердлити отвір $\varnothing 28\text{мм}$ напрохід

$T_0 = L/\pi \cdot S_0 = 66/180 \cdot 0,18 = 2,04$ (хв.)

9. розточити отвір $\varnothing 118,5\text{мм}$ начорно

$T_0 = L/\pi \cdot S_0 = 70/80 \cdot 0,4 = 2,19$ (хв.)

10. підрізати торець $\varnothing 155,5\text{мм}$ витримуючи розмір $39,5\text{мм}$

$T_0 = L/\pi \cdot S_0 = 70/80 \cdot 0,4 = 2,19$ (хв.)

11. зняти фаску 2×45^0 мм в отворі $\varnothing 118,5\text{мм}$

$T_0 = 2,19$ (хв.)

12. розточити отвір $\varnothing 88\text{мм}$

$T_0 = L/\pi \cdot S_0 = 66/100 \cdot 0,32 = 2,06$ (хв.)

13. зняти фаску 2×45^0 мм в отворі $\varnothing 88\text{мм}$

$T_0 = 2,06$ (хв.)

$\Sigma T_0 = 4,84$ (хв.)

030 Горизонтально-розточувальна операція

1. розточити отвір до $\varnothing 109,2\text{мм}$ і $\varnothing 89,2\text{мм}$ в лінію

$T_0 = L/\pi \cdot S_0 = 70/150 \cdot 0,3 = 1,55$ (хв.)

2. зенкерувати отвір до $\varnothing 29,6\text{мм}$

$T_0 = L/\pi \cdot S_0 = 125/225 \cdot 0,2 = 2,78$ (хв.)

3. зняти фаску $1,25 \times 45^0$ мм в отворі $\varnothing 29,6\text{мм}$

$T_0 = 2,78$ (хв.)

4. розточити 2 отвори в лінію до $\varnothing 119,7\text{мм}$ і $\varnothing 89,2\text{мм}$

$T_0 = L/\pi \cdot S_0 = 70/150 \cdot 0,3 = 1,55$ (хв.)

5. розточити 2 отвори в лінію до $\varnothing 120,5\text{H}7\text{мм}$ і $\varnothing 90\text{H}7\text{мм}$

$T_0 = 1,55$ (хв.)

6. розточити 2 отвори в лінію до $\varnothing 110\text{H}7\text{мм}$ і $\varnothing 90\text{H}7\text{мм}$ начисто

$T_0 = L/\pi \cdot S_0 = 70/150 \cdot 0,3 = 1,55$ (хв.)

7. розвернути 2 отвори в лінію до $\varnothing 30,1\text{H}7\text{мм}$ і $\varnothing 30\text{H}7\text{мм}$

$T_0 = L/\pi \cdot S_0 = 70/290 \cdot 0,16 = 1,52$ (хв.)

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

8. розвернути 2 отвори в лінію до Ø 19H9мм і Ø 22,5H9мм

$$T_O = L/n \cdot S_0 = 125/40 \cdot 1,15 = 2,72 \text{ (хв.)}$$

$$9. T_O = L/n \cdot S_0 = 147/45 \cdot 1 = 3,27 \text{ (хв.)}$$

$$\Sigma T_O = 2,78 + 3,27 = 6,05 \text{ (хв.)}$$

035 Горизонтально-розточувальна операція

1. підрізати внутрішню бобишку до розміру 41,8мм

$$T_O = L/S_0 = 0,8 \text{ (хв.)}$$

2. підрізати протилежну бобишку в розмір 108мм

$$T_O = 0,8 \text{ (хв.)}$$

$$\Sigma T_O = 0,8 + 0,8 = 1,6 \text{ (хв.)}$$

040 Вертикально-свердлильна операція

1. свердлити 10 отворів Ø 6,7мм

$$T_O = L/n \cdot S_0 = 29/400 \cdot 0,12 = 0,61 \text{ (хв.)}$$

045 Вертикально-свердлильна операція

1. свердлити на прохід 5 отворів Ø 6,7мм по Ø 108мм та 6 отворів Ø 6,7мм по Ø 135мм

$$T_O = L/n \cdot S_0 = 30/400 \cdot 0,12 = 0,62 \text{ (хв.)}$$

050 Вертикально-свердлильна операція

1. свердлити 5 отворів Ø 6,7мм

$$T_O = L/n \cdot S_0 = 30/400 \cdot 0,12 = 0,62 \text{ (хв.)}$$

2. свердлити 6 отворів Ø 8,5мм

$$T_O = 0,62 \text{ (хв.)}$$

$$\Sigma T_O = 1,24 \text{ (хв.)}$$

055 Радіально-свердлильна операція

1. свердлити отвір Ø 11,2мм витримуючи розмір 60мм, 80мм

$$T_O = L/n \cdot S_0 = 32/400 \cdot 0,16 = 0,5 \text{ (хв.)}$$

2. свердлити послідовно 3 отвори Ø 6,7мм по Ø 62мм і 2 отвори Ø 6,7мм

$$T_O = L/n \cdot S_0 = (24/500 \cdot 0,16) \cdot 6 = 1,8 \text{ (хв.)}$$

3. свердлити послідовно 2 отвори Ø 14мм під M16

$$T_O = L/n \cdot S_0 = (36/375 \cdot 0,224) \cdot 2 = 0,86 \text{ (хв.)}$$

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

4. свердлити отвір Ø 23,5мм витримуючи розмір 72,5мм

$$T_O = L/n \cdot S_0 = 25/250 \cdot 0,224 = 0,45 (\text{хв.})$$

5. зенкерувати фаску $1,6 \times 45^0$ в отвір Ø 23,5мм і фаску 2×45^0 в 2 отвори Ø 14мм

$$T_O = 0,1 \cdot 0,3 = 0,3 (\text{хв.})$$

6. нарізати різь М16 в 2 отвори послідовно на 25мм

$$T_O = (L + L_d)/n_p = 0,21 + 0,27 = 0,48 (\text{хв.})$$

7. нарізати різь $K^{3/4}$

$$T_O = 0,19 + 0,15 = 0,34 (\text{хв.})$$

8. свердлити послідовно 3 отвори Ø 6,7мм по Ø 60мм

$$T_O = L/n \cdot S_0 = (24/500 \cdot 0,16) \cdot 3 = 0,9 (\text{хв.})$$

9. свердлити отвір Ø 6,7мм

$$T_O = L/n \cdot S_0 = 31/500 \cdot 0,16 = 0,39 (\text{хв.})$$

10. свердлити отвір Ø 8мм

$$T_O = L/n \cdot S_0 = 28/500 \cdot 0,16 = 0,35 (\text{хв.})$$

11. свердлити отвір Ø 18,25мм

$$T_O = L/n \cdot S_0 = 20/315 \cdot 0,224 = 0,29 (\text{хв.})$$

12. зенкерувати фаску $1,6 \times 45^0$ в отворі Ø 18,25мм

$$T_O = 0,1 (\text{хв.})$$

13. нарізати різь $K^{1/2}$

$$T_O = (L + L_d)/n_p = 0,09 + 0,12 = 0,21 (\text{хв.})$$

$$\Sigma T_O = 6,97 (\text{хв.})$$

060 Радіально-свердлильна операція

1. свердлити отвір Ø 11,2мм витримуючи розмір 50мм

$$T_O = L/n \cdot S_0 = 14/400 \cdot 0,16 = 1,06 (\text{хв.})$$

2. зняти фаску $1,6 \times 45^0$

$$T_O = L/n \cdot S_0 = 0,1 (\text{хв.})$$

3. нарізати різь $K^{1/2}$

$$T_O = (L + L_d)/n_p = 0,08 + 0,1 = 0,18 (\text{хв.})$$

$$\Sigma T_O = 1,34 (\text{хв.})$$

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

065 Радіально-свердлильна операція

1. свердлити 2 отвори Ø 12,5мм

$$T_0 = L/n \cdot S_0 = 14/400 \cdot 0,16 = 1,06 \text{ (хв.)}$$

2. зенкерувати 2 отвори до Ø 13,9мм

$$T_0 = L/n \cdot S_0 = 0,1$$

3. зняти фаски $1,15 \times 45^\circ$ в 2 отвори Ø 13,9мм

$$T_0 = L/n \cdot S_0 = 10/400 \cdot 0,224 = 0,11 \text{ (хв.)}$$

4. розвернути 2 отвори до Ø 14,16H9мм

$$T_0 = L/n \cdot S_0 = 10/160 \cdot 0,4 = 0,15 \text{ (хв.)}$$

$$\Sigma T_0 = 0,58 \text{ (хв.)};$$

070 Радіально-свердлильна операція

1. зняти фаски $1,6 \times 45^\circ$ в 35 отворах Ø 6,7мм; 7 отв. Ø 8,5мм; 1 отв. Ø 8мм; 1 отв. Ø 11,2мм з двох сторін картера

$$T_0 = 2,25 \text{ (хв.)}$$

075 Різьбонарізна операція

1. нарізати різь М8-6Н в 10 отворах на глибину 16мм

$$T_0 = L/n \cdot S_0 = (16/235 \cdot 1,25) \cdot 10 = 1,63 \text{ (хв.)}$$

080 Різьбонарізна операція

1. нарізати різь М10-6Н в 6 отв. по Ø 140мм напрохід

$$T_0 = L/n \cdot S_0 = 28/(235 \cdot 1,5) \cdot 6 \cdot 2 = 0,96 \text{ (хв.)}$$

2. нарізати різь М8 на глибину 21мм в одному отворі на глибину по R26

$$T_0 = L/n \cdot S_0 = 30/(235 \cdot 1,5) \cdot 2 = 0,17 \text{ (хв.)}$$

$$\Sigma T_0 = 1,13 \text{ (хв.)}$$

085 Різьбонарізна операція

1. нарізати різь М8-6Н в 3 отвори по Ø 62мм

$$T_0 = L/n \cdot S_0 = 22/(235 \cdot 1,25) \cdot 2 \cdot 3 = 0,45 \text{ (хв.)}$$

2. нарізати різь М8-6Н в 14 отв.

$$T_0 = L/n \cdot S_0 = 26/(1,25 \cdot 235) \cdot 2 \cdot 14 = 2,47 \text{ (хв.)}$$

3. нарізати різь $K\frac{1}{4}$ в отворі Ø 11,2мм

$$T_0 = L/n \cdot S_0 = 18/(1,4 \cdot 235) \cdot 2 \cdot 3 = 0,11 \text{ (хв.)}$$

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

4. нарізати різь М8-6Н в 3 отв. по Ø 60мм

$$T_0 = L/n \cdot S_0 = 22 / (1,25 \cdot 235) \cdot 2 \cdot 3 = 0,45 \text{ (хв.)}$$

5. нарізати різь М8-6Н в 5 отв. по Ø 114мм

$$T_0 = L/n \cdot S_0 = 26 / (1,25 \cdot 235) \cdot 2 \cdot 5 = 0,88 \text{ (хв.)}$$

$$\Sigma T_0 = 4,36 \text{ (хв.)}$$

5. Визначаємо штучно-калькуляційний час для кожної операції:

$$T_{ш-к} = T_0 \cdot \varphi,$$

де T_0 — основний технологічний час операції;

φ — коефіцієнт, який залежить від виду операції і типу виробництва.

005 Горизонтально-фрезерна операція

$$T_{ш-к} = 3,44 \cdot 1,51 = 5,194 \text{ (хв.)}$$

010 Радіально-свердлильна операція

$$T_{ш-к} = 1,2 \cdot 1,72 = 2,064 \text{ (хв.)}$$

015 Горизонтально-фрезерна операція

$$T_{ш-к} = 4,5 \cdot 1,51 = 6,795 \text{ (хв.)}$$

020 Горизонтально-фрезерна операція

$$T_{ш-к} = 0,816 \cdot 1,51 = 1,232 \text{ (хв.)}$$

025 Горизонтально-розточувальна операція

$$T_{ш-к} = 4,84 \cdot 1,41 = 6,828 \text{ (хв.)}$$

030 Горизонтально-розточувальна операція

$$T_{ш-к} = 6,05 \cdot 1,41 = 8,531 \text{ (хв.)}$$

035 Горизонтально-розточувальна операція

$$T_{ш-к} = 1,6 \cdot 3,25 = 5,2 \text{ (хв.)}$$

040 Вертикально-свердлильна операція

$$T_{ш-к} = 0,61 \cdot 1,71 = 1,049 \text{ (хв.)}$$

045 Вертикально-свердлильна операція

$$T_{ш-к} = 0,62 \cdot 1,71 = 1,066 \text{ (хв.)}$$

050 Вертикально-свердлильна операція

$$T_{ш-к} = 1,24 \cdot 1,71 = 2,150 \text{ (хв.)}$$

055 Радіально-свердлильна операція

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$T_{ш-к}=6,97 \cdot 1,41=9,827 \text{ (хв.)}$$

060 Радіально-свердлильна операція

$$T_{ш-к}=1,34 \cdot 1,41=1,889 \text{ (хв.)}$$

065 Радіально-свердлильна операція

$$T_{ш-к}=0,58 \cdot 1,41=0,817 \text{ (хв.)}$$

070 Радіально-свердлильна операція

$$T_{ш-к}=2,25 \cdot 1,41=3,172 \text{ (хв.)}$$

075 Різьбонарізна операція

$$T_{ш-к}=1,63 \cdot 1,41=2,298 \text{ (хв.)}$$

080 Різьбонарізна операція

$$T_{ш-к}=1,13 \cdot 1,41=1,593 \text{ (хв.)}$$

085 Різьбонарізна операція

$$T_{ш-к}=0,88 \cdot 1,41=6,147 \text{ (хв.)}$$

6. Вибираємо нормативний коефіцієнт завантаження обладнання $\eta_{з.п.}$. Для крупносерійного виробництва $\eta_{з.п.}$ лежить в межах 0,75...0,80. Вибираємо $\eta_{з.п.}=0,75$.

7. Визначаємо розрахункову кількість обладнання, необхідну для виконання кожної операції:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{ш-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.п.}}$$

де $N=30\ 000$ шт. — річна програма випуску, шт.;

$T_{ш-к}$ — штучно калькуляційний час операції;

F_d — дійсний фонд роботи обладнання ($F_d=4015$ год.);

$\eta_{з.п.}$ — нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

Заокруглюємо m_p в більшу сторону до цілого числа і отримуємо кількість робочих місць P на даній операції.

8. Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження обладнання на кожній операції:

$$\eta_{ф.д.} = \frac{m_p}{P}$$

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Якщо $\eta_{з.ф.} > \eta_{з.н.}$, то необхідно збільшувати Р до тих пір, поки не виконається умова $\eta_{з.ф.} < \eta_{з.н.}$.

9. Розраховуємо кількість операцій, які виконуються на цьому обладнанні:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}$$

Отримані результати заносимо в таблицю 2.1

Таблиця 2.1 – Визначення типу виробництва

№п/п	Назва операції	Т _{ш-к} , хв	m _p	P	$\eta_{\zeta,\delta}$	O
005	Горизонтально-фрезерна операція	5,194	0,647	1	0,647	2
010	Радіально-свердлильна операція	2,064	0,257	1	0,257	3
015	Горизонтально-фрезерна операція	6,795	0,846	1	0,846	1
020	Горизонтально-фрезерна операція	1,232	0,153	1	0,153	5
025	Горизонтально-розточувальна операція	6,828	0,849	1	0,849	1
030	Горизонтально-розточувальна операція	8,531	1,062	2	0,531	3
035	Горизонтально-розточувальна операція	5,2	0,647	1	0,647	2
040	Вертикально-свердлильна операція	1,049	0,13	1	0,529	4
045	Вертикально-свердлильна операція	1,066	0,132			
050	Вертикально-свердлильна операція	2,150	0,267			
055	Радіально-свердлильна операція	9,827	1,223	2	0,611	3
060	Радіально-свердлильна операція	1,889	0,235	1	0,336	4
065	Радіально-свердлильна операція	0,817	0,101			
070	Радіально-свердлильна операція	3,172	0,395	1	0,681	2
075	Різьбонарізна операція	2,298	0,286	1	0,963	2
080	Різьбонарізна операція	1,593	0,198			
085	Різьбонарізна операція	6,147	0,765			
		$\Sigma 65,848$		$\Sigma P=14$		$\Sigma O=32$

10. Визначаємо коефіцієнт закріплення операції:

$$\hat{E}_{\text{зф.}} = \frac{32}{14} = 2,28.$$

Оскільки $1 < 2,28 < 10$, то дане виробництво є крупносерійним.

11. Визначаємо організаційну форму виробництва:

11.1. Визначаємо добову партію запуску виробів:

$$N_c = \frac{N}{254},$$

де 254 — кількість робочих днів в році.

$$N_c = \frac{30\,000}{254} = 118,1 \text{ (шт.)}$$

11.2. Визначаємо $T_{\text{ш-к. ср.}}$ — середній штучно-калькуляційний час всіх операцій

$$T_{\text{ш-к. ср.}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш-к. i}}}{n},$$

де n — кількість операцій;

$$T_{\text{ш-к. ср.}} = \frac{65,848}{17} = 3,87 \text{ (хв.)}$$

12. Добова продуктивність потокової лінії:

$$Q_d = \frac{Fd}{T_{\text{ср}} \cdot \eta_{\text{з}}}$$

де $F_d = 952$ хв — добовий фонд роботи обладнання (в дві зміни);

$T_{\text{ср.}}$ — середня працездатність основних операцій, хв.

$$Q_d = 952 / 3,87 \cdot 0,75 = 328$$

Так як $Q_d > N_c$, то приймається потокова форма виробництва.

13. Розраховуємо такт випуску виробів:

$$t_{\text{д}} = \frac{60 \cdot F_{\text{д}}}{N} = \frac{60 \cdot 4015}{30\,000} = 8,03 \text{ (хв.)}$$

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

2.2 Розрахунок допусків, припусків і операційних розмірів.

Розраховуємо припуски на механічну обробку і проміжні граничні розміри для отвору Ø110H7 (пов. Д2), який отримують при виконанні операцій робочого маршруту механічної обробки.

На інші оброблювані поверхні припуски назначаємо за четвертим рядом, допуски за 7 класом, а допуски жолоблення за 5 ступенем точності ГОСТ26645-85 і заносимо в таблицю

Технологічний маршрут обробки отвору Ø110H7 складається з трьох переходів: чорнового, чистового і тонкого розточування.

Базами для заготовки служать площина (пов. П) і 2 базові отвори Ø13H7 під пальці.

Користуючись [1] табл.4.3-4.6 визначаємо значення елементів припуску. Висота нерівностей поверхні заготовки при литві в земляні форми Rz заг = 200мкм. Для чистового і тонкого розточування знаходимо значення Rz відповідно 20мкм і 5мкм. Для чорнового розточування Rz = 50мкм. Товщина дефектного шару заготовки відповідно: Tзаг=300мкм, Tчист=25мкм.

Сумарне значення просторових відхилень для заготовки даного типу визначають:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{м}}^2}.$$

ρ -сумарне зміщення отвору в виливку відносно зовнішньої поверхні (пов. П)

Короблення отвору слід враховувати як в діаметральному, так і в осьовому січенні, тому:

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_{\text{к}} \cdot d)^2 + (\Delta_{\text{к}} \cdot \ell)^2},$$

де $\Delta_{\text{к}}=0,9\text{мкм/мм}$ — питоме короблення заготовки [1] табл.4.8;

$d=110\text{мм}$ - діаметр отвору;

$\ell=70\text{мм}$ - довжина отвору .

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$\rho_{\text{від}} = \sqrt{(0,9 \cdot 110)^2 + (0,9 \cdot 70)^2} = 117 \text{ мкм}$$

При визначенні похибки форми отвору, що викликає зміщення ρ , слід прийняти до уваги точність розташування базових поверхонь, отриманих на попередніх операціях. Так як при обробці пов. П базою служили зовнішні поверхні заготовки, слід враховувати зміщення стержня, який формує отвір відносно зовнішньої поверхні. Це зміщення прийнято визначати як відхилення від номінального розміру в виливці, визначене допуском на розмір відповідного класу точності.

Враховуючи, що сумарне зміщення отвору в виливку відносно зовнішньої її поверхні представляє геометричну суму в двох взаємно перпендикулярних площинах отримаємо:

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{11}^2 + \rho_{12}^2} = \sqrt{1100^2 + 130^2} = 1108 \text{ мкм}$$

ρ_{11}, ρ_{12} - розташування отвору відносно пов. П

Загальне просторове відхилення заготовки:

$$\rho_2 = \sqrt{117^2 + 1108^2} = 1114 \text{ мкм}$$

Остаточне просторове відхилення заготовки після розточування:

$$\rho_{\text{зв}} = \kappa_y \cdot \rho_2$$

$\kappa_y = 0.05$ - уточнення форми заготовки після чорнового розточування

$\kappa_y = 0.005$ - уточнення форми заготовки після чистового розточування

$$\rho_{\text{зв}} = 0.05 \cdot 1114 = 55.7 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{зч}} = 0.005 \cdot 1114 = 6 \text{ мкм}$$

Виконаєм розрахунки припусків на механічну обробку пов. Ø 110 Н7.

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 - Розрахунок припусків аналітичним методом

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску				Розраху- нковий припуск $2Z_{\min}$, мкм	Розра- хун- ковий розмір d_p , мм.	До- пуск δ , мм	Максимально допустимий розмір, мм		Максимальне допустиме значення припусків, мм	
	Rz	T	ρ	ε				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2Z_{\min}^{Z_p}$	$2Z_{\max}^{Z_p}$
Заготовка	200	300	111	—	—	106,32	1.4	104,9	106,33	—	—
			4			7		3			
Чорнове розточуван.	50	50	55,	120	2·1629	109,58	0.35	109,2	109,58	3,25	4,3
			7			5		3			
Чистове розточуван.	20	25	6	9	2·156	109,89	0.14	109,7	109,90	0,32	0.53
						7		6			
Тонке розточуван.	5	-	—	-	2·56	110,00	0.035	109,9	110,00	0.109	0.214
						9		7	9		

Аналітичний розрахунок припусків на механічну обробку.

Розрахункова формула для визначення мінімального значення припуску на обробку циліндричних поверхонь:

$$2Z_{\min} = 2(R_{z-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_y^2}),$$

де R_{z-1} - висота мікронерівностей поверхні залишених від попередньої обробки;

T_{i-1} - товщина дефектного шару залишеного від попередньої обробки;

ρ_{i-1} - сумарні відхилення форми взаємного розташування поверхонь на попередньому переході;

ε_v - похибка установки заготовки.

Похибка встановлення при розточуванні:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}$$

Похибку базування на довжині:

$$\varepsilon_{\delta} = l \cdot \operatorname{tg} \alpha = 70 \cdot 0.00019 = 13 \text{ мкм}$$

Тоді похибка встановлення при чорновому розточуванні:

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$\varepsilon_1 = \sqrt{10^2 + 180^2} = 181 \text{ мкм}$$

Похибка встановлення при чистовому розточуванні:

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot \varepsilon_1 = 0,05 \cdot 181 = 9 \text{ мкм}$$

Обчислимо мінімальний припуск під розточування.

Мінімальний припуск під чорнове розточування:

$$2Z_{2\min} = 2(200 + 300 + \sqrt{1114^2 + 181^2}) = 2 \cdot 1629 \text{ мкм}$$

Мінімальний припуск під чистове розточування:

$$2Z_{3\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{55,7^2 + 9^2}) = 2 \cdot 156 \text{ мкм}$$

Мінімальний припуск під тонке розточування:

$$2Z_{4\min} = 2(20 + 25 + \sqrt{6^2 + 9^2}) = 2 \cdot 56 \text{ мкм}$$

Знаходимо розрахункові розміри:

$$d_{pi} = d_{p+1} - 2Z_{\min i+1}$$

Розрахунок ведеться починаючи з розміру заданого кресленням з верхнім відхиленням:

$$d_{p4} = 110,009 \text{ мм};$$

$$d_{p3} = 110,009 - 0,112 = 109,897 \text{ мм};$$

$$d_{p2} = 109,897 - 0,312 = 109,585 \text{ мм};$$

$$d_{p1} = 109,585 - 3,258 = 106,327 \text{ мм}.$$

Визначаємо мінімальне значення міжопераційних розмірів:

$$d_{i\min} = d_{pi} - \delta_i$$

$$d_{4\min} = 106,33 - 1,40 = 104,93 \text{ мм};$$

$$d_{3\min} = 109,58 - 0,35 = 109,23 \text{ мм}$$

$$d_{2\min} = 109,90 - 0,14 = 109,76 \text{ мм};$$

$$d_{1\min} = 110,009 - 0,035 = 109,974 \text{ мм}.$$

Знаходимо граничні значення припусків:

$$2Z_{\min}^{Z_p} = d_{\max i} - d_{\max i-1}$$

$$2Z_{4\min}^{Z_p} = 109,58 - 106,33 = 3,25 \text{ мм};$$

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$2Z_{3min}^{Z_p} = 109,90 - 109,58 = 0,32 \text{ мм};$$

$$2Z_{2min}^{Z_p} = 110,009 - 109,900 = 0,109 \text{ мм};$$

$$2Z_{max}^{Z_p} = d_{\min i} - d_{\min i-1}$$

$$2Z_{4max}^{Z_p} = 109,23 - 104,93 = 4,3 \text{ мм};$$

$$2Z_{3max}^{Z_p} = 109,76 - 109,23 = 0,53 \text{ мм};$$

$$2Z_{2max}^{Z_p} = 109,974 - 109,760 = 0,214 \text{ мм}.$$

Проводимо перевірку правильності виконання розрахунків:

$$2Z_{4max}^{Z_p} - 2Z_{4min}^{Z_p} = 0,214 - 0,109 = 0,105 \text{ мм};$$

$$\delta_3 - \delta_4 = 0,14 - 0,035 = 0,105 \text{ мм};$$

$$2Z_{3max}^{Z_p} - 2Z_{3min}^{Z_p} = 0,53 - 0,32 = 0,21 \text{ мм};$$

$$\delta_2 - \delta_3 = 0,35 - 0,14 = 0,21 \text{ мм};$$

$$2Z_{2max}^{Z_p} - 2Z_{2min}^{Z_p} = 4,3 - 3,25 = 1,05 \text{ мм};$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 1,4 - 0,35 = 1,05 \text{ мм}.$$

Розрахунок виконаний вірно.

Сумарні значення припусків:

$$2Z_{\min} = \sum 2Z_{\min i}^{Z_p} = 0,109 + 0,32 + 3,25 = 3,679 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max} = \sum 2Z_{\max i}^{Z_p} = 0,214 + 0,53 + 4,3 = 5,044 \text{ мм}.$$

Номінальний припуск визначається враховуючи:

$$Z_{\text{ном}} = Z_{\min} + B_3 - B_d = 3,679 + 0,7 - 0,035 = 4,344 \text{ мм}$$

Номінальний діаметр заготовки:

$$d_{\text{ном.заг}} = d_{\min \text{дет}} - Z_{\text{ном}} = 110 - 4,344 = 105,656 \text{ мм}$$

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5 – Припуски і розміри заготовки

Поверхня	Припуск	Допуск	Розміри заготовки, мм
Отвори (пов. Д, Д3)	2· 3,0	± 0,55	Ø 90H7
Отвір (пов. Д1)	2· 3,0	± 0,6	Ø 120H7
Отвір (пов. Д2)	2· 3,0	± 0,6	Ø 110H7
Між торцем і О1	3,0	± 0,55	100
Між торцями Т і Т1	2· 3,2	± 0,7	185
Між отвором і пов. П	3,0	± 0,6	145
Між пов. П (ширина лап)	2,0	± 0,35	16
Між бабишками	3,0	± 0,6	104

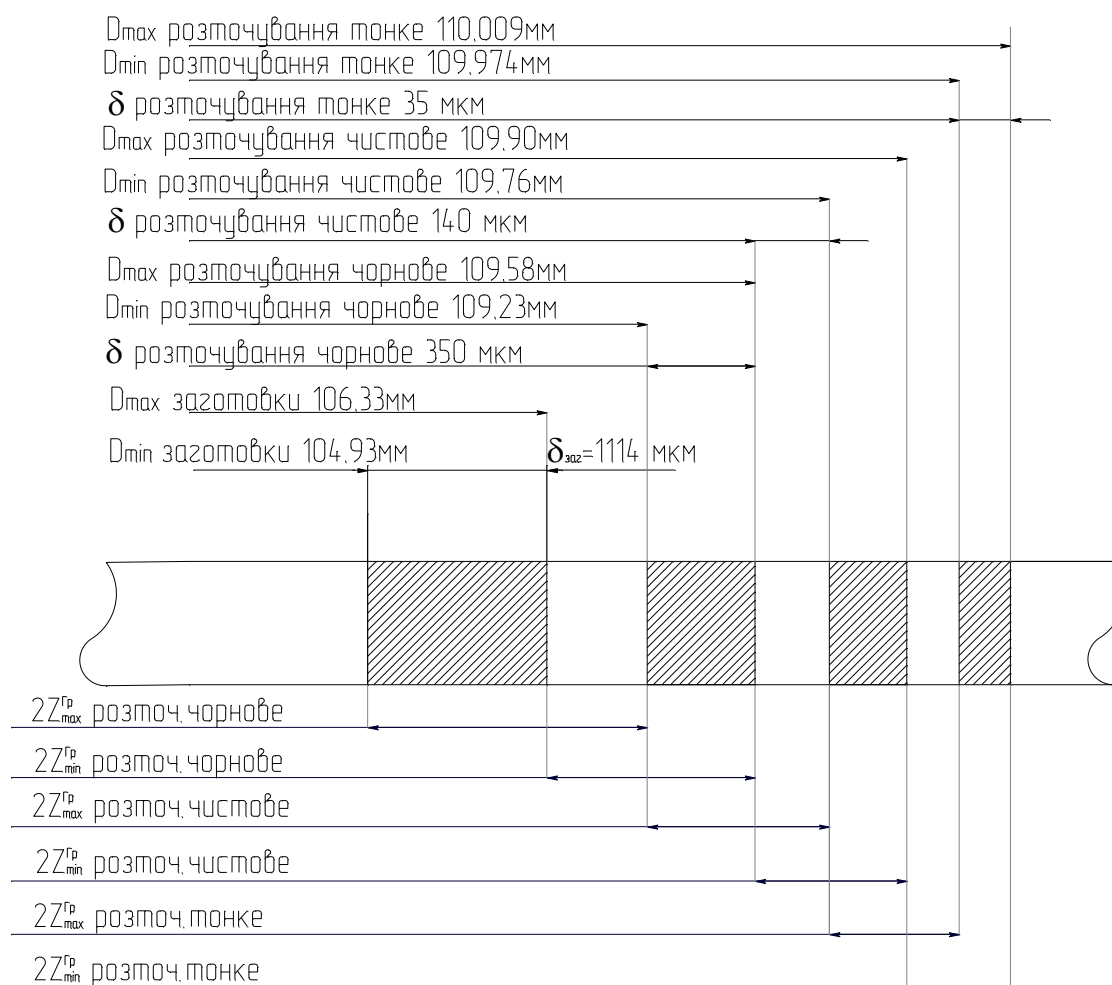


Рисунок 2.1 – Схема графічного розміщення припусків і допусків
обробку отвора $\varnothing 110$ H7

2.3 Розрахунок режимів різання, вибір обладнання та оснащення

Розглянемо режими різання для операції 005 (горизонтально-фрезерна). В цій операції проводиться чорнова обробка площини (пов. П) з забезпеченням шорсткості поверхні $Ra=6.3$ мкм. Матеріал заготовки СЧ15-32. Обробка поверхні здійснюється на верстаті 6Р83Г.

Характер обробки – чорнова.

Металоріжучий інструмент – торцева фреза $\varnothing 260$ 2214 –6079, ГОСТ 9473 – 80 з встановленими ножами із твердого сплаву ВК8.

Призначаємо режими різання:

1. Глибина різання $t=3$ мм;

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

2. Подачу S приймаємо $S=0.16$ мм/зуб;

3. Швидкість різання розраховуємо за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y B^u Z^p} k_v,$$

де C_v — значення коефіцієнта;

q, x, y, u, p, m — показники степені визначені з [2]:

$C_v=445$; $q=0,2$; $x=0,15$; $y=0,35$; $u=0,2$; $p=0$; $m=0,32$;

Період стійкості інструменту $T=240$ хв, згідно з [2].

k_v — загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, який враховує умови різання;

$$k_v = k_{MV} \cdot k_{UV} \cdot k_{\ell V},$$

$$k_{MV} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v} = \left(\frac{190}{180} \right)^{1..25} = 1.1$$

$k_{MV}=1.1$ — коефіцієнт, який враховує вплив марки матеріалу на швидкість фрезерування;

$k_{UV}=0.85$ — коефіцієнт, що враховує якість поверхні;

$k_{\ell V}=0.83$ — коефіцієнт, що враховує вплив кута φ в плані

$$k_v = 1.1 \cdot 0.85 \cdot 0.83 = 0.75$$

$$V = \frac{445 \cdot 260^{0,2} \cdot 0.75}{240^{0,32} \cdot 3^{0,15} \cdot 0.16^{0,35} \cdot 250^{0,2} \cdot 26^0} = 63 \text{ м/хв}$$

4. Частота обертання шпинделя визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 63}{3,14 \cdot 260} = 80 \text{ хв}^{-1}$$

5. Сила різання визначається за формулою:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{mp},$$

де $C_p=54.5$ — поправочний коефіцієнт;

x, y, n, q, w — показники степеня;

$x=0,9$; $y=0,74$; $u=1$; $q=1$; $w=0$;

$$P_z = \frac{10 \cdot 54.5 \cdot 0.16^{0,74} \cdot 3^{0,9} \cdot 250 \cdot 26 \cdot 0.98}{260^1 \cdot 80^0} = 7155 \text{ Н}$$

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

6. Хвилинна подача становить:

$$S_M = S_z \cdot Z \cdot n_d = 0.16 \cdot 26 \cdot 80 = 200 \text{ мм/хв.}$$

Знаходимо дійсну швидкість різання:

$$V_{\dot{a}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\dot{a}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 260 \cdot 80}{1000} = 65 \text{ м/хв}$$

7. Ефективна потужність визначається за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020} = \frac{7155 \cdot 65}{60 \cdot 1020} = 11.06 \text{ кВт}$$

8. Визначаємо чи достатня потужність верстату:

$$N_{\text{вi}} = N_{\dot{a}} \cdot \eta = 15 \cdot 0.75 = 11.25 \text{ кВт}$$

$N_e < N_{\text{вi}}$ ($11.06 < 11.25$) — отже, обробка можлива.

9. Основний час:

$$T_o = \frac{L}{S_M},$$

де $L = \ell + y + \Delta$ — довжина ходу фрези;

$$y = 0,5 \left(D - \sqrt{D^2 - B^2} \right) = 0,5 \left(260 - \sqrt{260^2 - 250^2} \right) = 0,5 \left(260 - \sqrt{5100} \right) = 94.5 \text{ мм} —$$

величина врізання;

$\Delta = 5$ — перебіг.

$$L = 250 + 94.5 + 5 = 350 \text{ мм.}$$

$$O_i = 3.44 \text{ хв}$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю. На інші операції режими різання призначаємо табличним методом. Розрахунок режимів різання доцільно вести одночасно з заповненнями операційних чи маршрутних карт технологічного процесу.

Суміщення цих робіт виключає необхідність дублювання одних і тих самих даних в різних документах, тому що в операційних чи маршрутних картах повинні бути записані дані щодо обладнання, оснащення та інструменту.

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 2.8 - Розрахунок режимів різання табличним методом

Операції і технологічні переходи	Гли- бина різан- ня t , мм	Розра- хунко- ва по- дача $S_{розр}$ мм/об	Дій- сна по- дача S_d , мм/ об	Шв. різан- ня розра- хун- кова $V_{розр}$ м/хв	Шв. різанн- я дійсна V_d , м/хв	Часто- та обер.ш пінд. розрах- ункова $n_{розр.}$, об/хв	Частота обертан- ня шпин- деля дій-сна n_d , об/хв	Марка верст.
1	2	3	4	5	6	7	8	10
005Горизонтально-фрезерна операція								6P83Г
1. фрезерувати площину розєму (пов.П) витримуючи розмір 145мм;	3	160	200	63	65	80	80	
010 Вертикально-свердлильна операція								2A125
1. свердлити 2 отв. . Ø 12.5 одночасно	6.25	0.2	0.2	18.7	18	475	475	
015 Вертикально-свердлильна операція								2A125
1. зенкерувати фаски 1×45^0 в 2 отв. . Ø 12.5	1	0.3	0.3	19.5	20	475	500	
020 Вертикально-свердлильна операція								2A125
1. розвернути 2отв. Ø 12.5 попередньо;	0.15	0.4	0.3	5.2	6	118	120	
2. розвернути 2отв. до Ø 13H7 одночасно	0.1	1.9	1.0	5.8	9	142	150	
025 Повздовжньо-фрезерна операція								6622
1. фрезерувати торці одночасно витримуючи розмір 186 ± 0.5 мм	3.2	160	160	62.5	65	80	80	
030 Горизонтально-фрезерна операція								6P83Г
1. фрезерувати площину витримуючи розмір 100мм	3	250	250	78.5	80	125	160	
035 Агрегатна свердлильно-розточна операція								4A545
1. свердлити отв. Ø 20.5 напрохід	10.2 5	0.18	0.2	11.6	15	180	180	
2. розточити Ø 108 начорно	2	0.4	0.3	27.2	30	80	80	
3. зняти фаску 3×45^0 по Ø108мм	3	0.3	0.3	27.2	30	80	80	

4. свердлити отв. Ø 28 напрохід	14	0.18	0.2	16	16	180	180	
5. свердлити отв. Ø 17 напрохід	8.5	0.15	0.15	11	12	205	200	
6. розточити Ø88 начорно	2	0.32	0.35	28	30	100	100	
7. зняти фаску 3×45 ⁰ в отв. Ø88мм	3	0.32	0.35	28	30	100	100	
8. свердлити отв. Ø 28 напрохід	14	0.18	0.2	16	16	180	180	
9. розточити Ø 118.5 начорно	2	0.4	0.35	30	30	80	80	
10. підрізати торець Ø155.5мм	2	0.4	0.35	30	30	80	80	
11. зняти фаску 2×45 ⁰ в отв. Ø118.5мм	2	0.4	0.35	30	30	80	80	
12. розточити Ø 88 начорно	2	0.32	0.35	28	30	100	100	
13. зняти фаску 2×45 ⁰ по Ø88мм	2	0.32	0.35	28	30	100	100	
040 Агрегатна свердлильно- розточна операція								4A546
1. розточити Ø 109.2 і Ø89.2 в лінію	0.4	0.3	0.3	51.5	60	150	150	
2. зенкерувати 2отв. Ø29.6 в лінію	0.3	0.2	0.2	20.9	25	225	250	
3. зняти фаску 1.25×45 ⁰ в отв.Ø29.6мм	1.25	0.2	0.2	20.9	25	225	250	
4. зенкерувати Ø 18.6 і Ø22.1 в лінію	0.4	0.3	0.3	56	60	150	150	
5. розточити 2отв. до Ø 119.7 і Ø89.2	0.4	0.3	0.3	56	60	150	150	
6. розточити Ø 120.5H7 і Ø90H7 в лінію	0.05	0.16	0.15	100	100	290	300	
7. розточити Ø 110H7 і Ø90H7в лінію	0.04	0.16	0.15	100	100	290	300	
8.розвернути 2отв.доØ 30H7і Ø30.1H7	0.1	1.15	1.15	3.8	4	40	40	
9. розвернути 2отв.доØ 19H9і Ø22.5H9	0.2	1	1	3.2	4	45	45	
045 Горизонтально- розточна операція								4A546
1.Підрізати вн. бабишку до р-ру 41.8мм	1.5	0.3	0.3	13.2	15	65	65	
2.Підрізати протилежну бабишку в р-р 108 ^{+0.3} мм	1.5	0.3	0.3	13.2	15	65	65	

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ			Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				

050 Вертикально-свердлильна операція								2A135
1. свердлити 10 отв. Ø 6.7 по пов.П одночасно	3.35	0.12	0.12	8.41	10	400	400	
055 Вертикально-свердлильна операція								2A135
1. свердлити 5 отв. Ø 6.7 по Ø114 і 6 отв. Ø8.5 по Ø140мм одночасно	3.35 4.25	0.12 0.12	0.12 0.12	8.4 10.7	10 10	400 400	400 400	
060 Вертикально-свердлильна операція								2A135
1. свердлити 5 отв. Ø 6.7 по Ø108 і 6 отв. Ø6.7по Ø135мм одночасно	3.35	0.16	0.15	10.5	10	400	400	
065 Радіально-свердлильна операція								2H55
1. свердлити отв. Ø 11.2 напрохід	5.6	0.16	0.16	14	14	400	400	
2. свердлити послідовно 3 отв. Ø 6.7 по Ø62 і 2 отв. Ø6.7	3.35	0.16	0.16	10.5	12	400	400	
3. свердлити послідовно 2 отв. Ø 14мм	7	0.22 4	0.25	16.5	16	375	375	
4. свердлити отв. Ø 23.5напрохід	11.7	0.22 4	0.2	18.5	20	250	250	
5.зенкерувати фаску 1.6×45 ⁰ в отв. Ø23.5 і фаску 2×45 ⁰ в 2 отв. Ø14мм	2	0.3	0.3	21	21	250	250	
6. нарізати різь M16 в 2отв. послідовно	2	2	1.5	8.1	10	160	150	
7.нарізати різь K ³ /4 в отв. Ø23.5	1.5	1.81 4	1.8	6.6	6.6	80	80	
8. свердлити 3отв. Ø6.7 по Ø60 послідовно	3.35	0.16	0.16	10.5	12	500	500	
9. свердлити отв. Ø 8 напрохід	4	0.16	0.16	13.3	15	500	500	
10. свердлити отв. Ø 6.7 по R26мм	3.35	0.16	0.16	12.6	13	500	500	
11. свердлити отв. Ø 18.25мм	9.1	0.22 4	0.2	18	18	315	320	
12. зенкерувати фаску 1.6×45 ⁰ в отв. Ø18.25мм	1.6	0.2	0.2	18	18	315	320	
13. нарізати різь K ¹ /2 в отв. Ø18.25	1.5	1.81 4	1.8	10.5	10.5	160	160	

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ			Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				

070 Радіально-свердлильна операція								2Н55
1. свердлити отв. Ø 11.2 напрохід	5.6	0.16	0.16	14	14	400	400	
2. зенкерувати фаску 1.6×45° в отв. Ø11.2мм	1.6	0.3	0.3	19.5	20	475	500	
075 Вертикально-свердлильна операція								2Н135
1. свердлити 2 отв. Ø 12.5 одночасно	2	0.16	0.16	15.6	16	400	400	
080 Вертикально-свердлильна операція								2Н135
1. зенкерувати 2отв. Ø12.5 до Ø13.9 мм зняти фаски 1×45°одночасно	0.6	0.22 4	0.25	17.2	18	400	400	
085 Вертикально-свердлильна операція								2Н135
1. розвернути 2 отв. Ø14Н9 одночасно	0.15	0.4	0.4	9	10	160	160	
090 Вертикально-свердлильна операція								2Н118
1. зенкерувати фаски 1.6×45° в 10 отв. Ø6.7мм по пов. П одночасно	1.6	0.3	0.3	19.5	20	475	450	
095Вертикально-свердлильна операція								2Н118
1. зенкерувати фаски 1.6×45° в 5 отв. Ø6.7мм по Ø108мм і 1.6×45° в 6отв. Ø6.7 по Ø135мм одночасно	1.6	0.3	0.3	19.5	20	475	450	
100 Вертикально-свердлильна операція								2Н118
1. зенкерувати фаски 1.6×45°в 5 отв. по Ø114мм і 6 отв. Ø6.7 по Ø140мм одночасно	1.6	0.3	0.3	19.5	20	475	450	
105 Вертикально-свердлильна операція								2Н118
1. зенкерувати фаски 1.6×45° в 3 отв. Ø6.7мм по Ø62мм і 2 отв. Ø6.7 послідовно витримуючи р-ри: 40, 12	1.6	0.3	0.3	19.5	20	475	480	
2. зенкерувати фаски	1.6	0.3	0.3	19.5	20	475	480	

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ				Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата					

1.6×45 ⁰ в 3 отв. Ø6.7мм по Ø60мм; 1 отв Ø6.7 по R26мм; 1 отв. Ø8мм послідовно								
110 Вертикально-свердлильна операція								2Н135
1.нарізати різь М8-6Н в 10 отв. одночасно	0.65	1.25	1.2	6	6	235	220	
115 Вертикально-свердлильна операція								2Н135
1. нарізати різь в 5 отв. М8-6Н по Ø108мм і 6 отв. по Ø135мм одночасно	0.65	1.25	1.2	6	6	235	220	
120 Вертикально-свердлильна операція								2Н135
1. нарізати різь в 5 отв. М8-6Н по Ø114мм і 6 отв. М10-6Н по Ø140мм одночасно	0.65 0.75	1.25 1.5	1.2 1.2	6 7.4	6 6	235 235	220 220	
125 Вертикально-свердлильна операція								2Н135
1. нарізати різь в 3 отв. М8-6Н по Ø62мм послідовно	0.65	1.25	1.25	6	6	235	230	
2. нарізати різь в 3 отв. М8-6Н по Ø60мм послідовно	0.65	1.25	1.25	6	6	235	230	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
130 Радіально-свердлильна операція								2Н55
1. нарізати різь К ¹ /4 в отв Ø11.2мм	1.1	1.4	1.4	5.6	6	160	160	
2. нарізати різь К ¹ /4 в отв Ø11.2мм витримуючи розмір 13мм	1.1	1.4	1.4	5.6	6	160	160	

2.4. Встановлення контрольних, допоміжних і транспортних операцій.

Встановлення контрольних операцій.

Контроль корпусних деталей проводять: операційний (на всіх стадіях виробництва), кінцевий (контроль готової деталі).

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ			Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				

Проводиться також вхідний контроль якісних показників матеріалів і заготовки. Контролю підлягають точність виконання розмірів, точність відносного положення поверхонь, отворів, осей, точність геометричної форми, шорсткість поверхонь.

Вхідний контроль заготовки деталі Картер механізму зворотнього ходу проводять зовнішнім оглядом для виявлення дефекту матеріалу і механічних пошкоджень (на поверхнях отворів О і О1 вм'ятини, раковини не допускаються, а на поверхнях Т-Т4 і П – опорній поверхні, вм'ятини і раковини до 1 мм). На всіх заготовках партій (100% контроль).

Контроль твердості матеріалу відливок, яка повинна становити НВ 163-224, проводять для 2-3 заготовок партії.

Операційний контроль (наведемо приклад для горизонтально-розточної операції 040 по обробці отвору Ø90Н7).

Кінцевий розмір отвору - $\text{Ø}90^{+0.035}_{\text{мм}}$ і $\text{Ø}120.5^{+0.04}_{\text{мм}}$

Допуск паралельності осі отвору О і О1 0.07 на довжині 160мм.

Шорсткість $R_a=0.8$ мкм

Гранична допустима похибка вимірювання засобів для контролю параметрів 2 отворів:

- для $\text{Ø}90^{+0.035}$ $[\Delta]=A_{\text{мет}} \cdot T=0.3 \cdot 0.035=0.0105$ мм;
- для $\text{Ø}120.5^{+0.04}$ $[\Delta]=A_{\text{мет}} \cdot T=0.3 \cdot 0.04=0.012$ мм;
- для допуску паралельності $[\Delta]=A_{\text{мет}} \cdot T=0.3 \cdot 0.07=0.021$ мм;
- для шорсткості допуск не вказаний, приймаємо допустимі відхилення параметру $R_a \pm 20\%$.

Вибір засобів контролю параметрів поверхні отворів : Ø90Н7, Ø120.5Н7, Ø110Н7.

Для контролю діаметру отворів вибираємо калібр-пробку двохсторонню з вставками прохідною (ПР) і непрохідною (НЕ).

Конструкція калібру по ГОСТ 17.736-72. Виконавчі розміри вставок визначаємо по ГОСТ 24-853-81 відповідно:

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

для Ø90H7: прохідна Ø90.007_{-0.006};

непрохідна Ø90.037_{-0.006},

для яких допуск на виготовлення $T=0.006 \leq [\Delta]=0.0105$.

В зв'язку з великою працемісткістю контроль паралельності осей О і О1 буде здійснюватись на окремій контрольній операції.

Періодичність контролю параметрів.

Контроль діаметрів отворів – 100%, контроль всіх деталей здійснює верстатник, час на контроль перекривається машинним часом.

Контроль шорсткості поверхні вибірковий – 5%, здійснюється верстатником шляхом порівняння оброблених поверхонь ($R_a=0.8 \pm 20\%$) з поверхнею стандартних зразків шорсткості, виготовлених по ГОСТ 9378-70.

Кінцевий (приймальний) контроль готових деталей здійснює контролер по контрольній операції.

Таблиця 2.9 - Кінцевий контроль готової деталі „Картер механізму зворотнього ходу” (об'єкти і засоби контролю).

Контрольний параметр	Засоби здійснення контролю	% контролю
1. Зовнішній вигляд	Перевірка зовнішнім оглядом: наявність всіх оброблених поверхонь, відсутність задирок, гострих кромek, деталь повинна бути сухою і чистою	100
2. Ø120.5H7(^{+0.04} ₀)	Пробка-калібр двостороння по ГОСТ 17.736-72	50
3. Ø90H7(^{+0.035} ₀)	Пробка-калібр двостороння по ГОСТ 17.736-72	50
4. Непаралельності вісей отворів Д і Д1 та Д2 і Д3 (не більше 0.07мм)	Пристрій контрольний	25
5. Непаралельності вісей отворів Д4 і Д5 та Д6 і Д7 (не більше 0.05мм)	Пристрій контрольний	25
6. Ø30H7; Ø30.1H7;	Пробки-калібр двосторонні по	50

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Ø19H9; Ø22.5H9	ГОСТ 17.736-72	
7. Биття торця відносно осі отвору Ø120.5H7 в межах 0.2мм на R75	Пристрій контрольний	5
8. Биття торця відносно осі отвору Ø110H7 в межах 0.05мм на R75	Пристрій контрольний	5
9. Биття внутрішніх торців відносно осі отворів Ø30H7 і Ø30.1H7 в межах 0.1мм	Пристрій контрольний	5
10. Не площинність поверхонь під кришку в межах 0.2 на l=250мм	Плита контрольна	5
11. Геометричні розміри: 145 ± 0.13; 185 ± 0.5; 40 ± 0.17; 12 ± 0.12; 34 ± 0.15.	Штангенциркуль Шц – 2-250-0.05 ГОСТ166-80	5
12. Перевірити різі: M8-6H M10-6H M16-6H	Пробки різьбові ГОСТ 17758-72 8221-3036-6H 8221-3036-6H 8221-3067-6H	5
13. Перевірка різі: K ¹ / ₄ ” K ³ / ₄ ” K ¹ / ₂ ”	Пробки різьбові 8255-6002 8255-6005 8255-6004	10

Встановлення транспортних операцій.

Маса заготовки 21.0 кг, габаритні розміри - 260×193×260, форма – коробчата. Обробка деталей проходить партіями. На дільницю механообробки деталі заготовки підвозяться автотранспортом на піддонах і складаються на площадці для заготовок. Основним транспортним засобом на дільниці є підвісний конвеєр. Заготовки між робочими місцями переміщуються за допомогою строк. Враховуючи габаритні розміри і масу заготовки, приймаємо величину партії запуску на конвеєр, n₁=1шт.

Швидкість руху конвеєра:

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$V = \frac{l}{\tau \cdot n1} \cdot k3 = \frac{5}{8.03 \cdot 1} \cdot 1.5 = 0.9 \text{ м/хв}$$

де l=5м – середня віддаль між верстатами;

τ =8.03 хв – такт випуску деталей;

k3=1.5 – коефіцієнт запасу.

Необхідну довжину конвеєра визначають при розробці плану ділянки цеху.

В маршрутну карту техпроцесу вносимо операцію переміщення заготовок під номером 006. Назва операції „Транспортна” з приміткою, що вона виконується після операції 005, 010..., 130. Після контрольної операції 135 деталь складають на піддони для готових деталей і переміщаються автотранспортом на ділянку складання.

Встановлення допоміжних операцій.

В якості допоміжних операцій слід ввести „Маркування”, „Зачистка”, „Фарбування”, „Лиття”, „Продувка” згідно технічних вимог.

					КРБ МВ 21-05300.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Розробка структурно-кінематичної та кінематичної схеми верстата

Аналіз кінематичної структури і настройки вертикально-свердлильного верстата мод. 2Н135

Аналізу підлягають тільки механізовані рухи у верстаті.

Виходячи з аналізу необхідних механізованих виконавчих рухів, відзначаємо що:

1. Рух різання – формоутворюючий рух обертання інструменту $\Phi_v (O_1)$.
2. Рух подачі $\Phi_s (П_2)$ кінематично співпадає з рухами врізання $Вр(П_2)$ і $Вр(П_3)$. Тому для реалізації даних рухів використовується один кінематичний ланцюг.

Аналіз структур кінематичних груп і побудова структурно-кінематичної схеми верстата.

1) Кінематична група руху різання $\Phi_v(O_1)$.

Джерело руху – електродвигун M_1 .

Виконавчий орган – шпиндель (вал VI).

ВКЗ – кінематичне з'єднання шпинделя з підшипниками.

ЗКЗ – ланцюг головного руху, кінематичний ланцюг між шпинделем (між I та VI).

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ			
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб.	Данюк В.В.				КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Сеник А.А.					Н		
Консульт.						ТНТУ ім. І Пулюя, гр. МВ-41		
Н. контр.	Кобельник							
Зав. каф.	Крупа В.В.							

Для визначення числа органів настройки необхідно врахувати таке:

- рух $\Phi_v(O_1)$ простий, тобто орган настройки на траєкторію відсутній;
- шпиндель здійснює обертовий рух (замкнута колова траєкторія), тобто органи настройки на початкову точку і шлях відсутні;
- для забезпечення нарізання різі мітчиком і плашками, шпиндель повинен виконувати як пряме, так і зворотне обертання (реверс).

Виходячи з цього у ЗКЗ групи можуть бути розміщеними тільки органи настройки на швидкість і напрям (реверс).

Відповідно до кінематичної схеми, кінематична група $\Phi_v(O_1)$ має такі органи настройки:

- настройка на швидкість i_v у вигляді коробки швидкостей з блоками пересувних шестерень між II і VI валами;
- настройка на напрям Р, здійснюється за рахунок реверсування електродвигуном M_1 .

Використовуючи відповідні умови позначень креслимо структурно-кінематичну схему групи на листі

ЗКЗ групи подано у вигляді ланцюга: $M_1 - P - 1 - i_v - 2$.

2) Кінематична група руху подачі $\Phi_s(\Pi_2)$.

Джерело руху – шпиндель.

Виконавчий орган – піноль.

ВКЗ – кінематичне з'єднання піноль з колоною направляючою шпиндельної бабки.

ЗКЗ – ланцюг подачі, кінематичний ланцюг між шпинделем і піноллю (між VI валом і рейкою $n = 3 \text{ мм}$).

Для визначення числа органів настройки необхідно врахувати таке:

- рух $\Phi_s(\Pi_2)$ простий, тобто орган настройки на траєкторію відсутній.

Виходячи з цього, у ЗКЗ групи можуть бути розміщені всі чотири органи настройки на кількісні параметри руху, а саме органи настройки на початкову точку, напрям, швидкість і шлях.

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Відповідно до кінематичної схеми, кінематична група $\Phi_s(\Pi_2)$ має такі органи настройки:

- настройка на швидкість i_s у вигляді коробки подач з блоками пересувних шестерень, розміщених між VIII і X валами;
- настройка на шлях i_l у вигляді лімба Л, розміщеного на розгалуженні основного ланцюга (вал XIII). Глибина обробки визначається положенням кулачка на лімбі Л.

Органи настройки на початкову точку і напрям відсутні. Відвід інструмента (свердильної головки) до заготовки та його відвід після закінчення обробки здійснюється вручну за допомогою штурмувального пристрою

Кінематична група $\Phi_s(\Pi_2)$ приєднується зовнішнім зв'язком до виконавчого органа (шпинделя) кінематичної групи $\Phi_v(O_1)$.

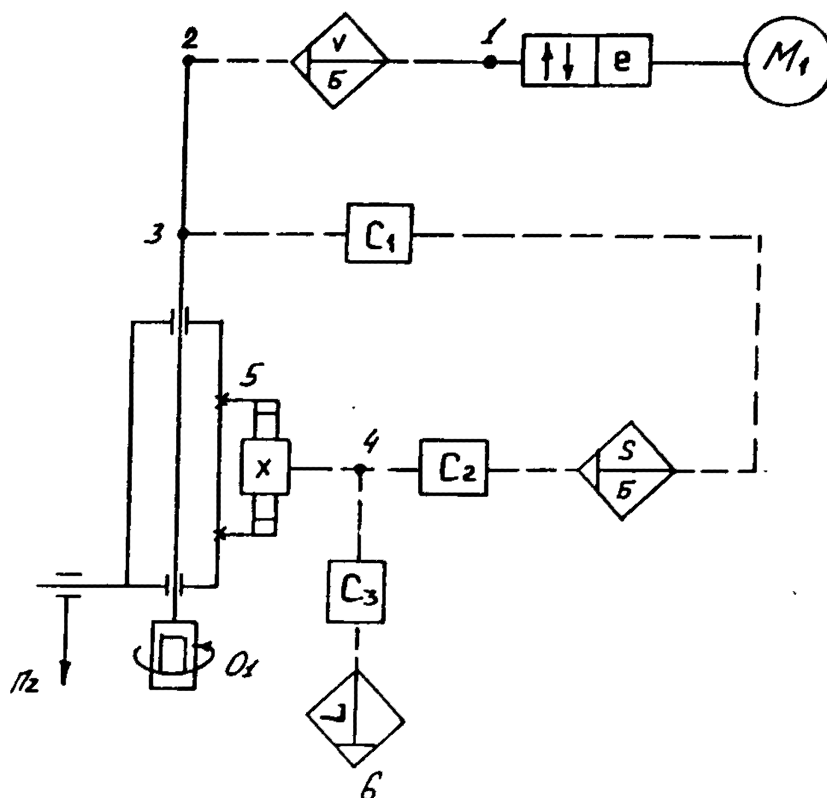


Рисунок 3.1. – Структурно-кінематична схема вертикально-свердильного верстата мод.2Н135.

Кінематична настройка верстата.

1. Рух $\Phi_v (O_1)$.

Умова узгодження:

$n_{дв}, об/хв \rightarrow n_{шп}, об/хв$

Рівняння кінематичного балансу:

Число частот обертання шпинделя – 12, а саме (наближено): 31.5; 45; 63; 90; 125; 175; 255; 355; 500; 710; 1000; 1400 об/хв.

$$1500 * \frac{30}{45} * \underbrace{\left(\frac{25}{35} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{35}{25} \right) * \left(\frac{35}{35} \cdot \frac{15}{42} \right) * \frac{25}{50} * \left(\frac{15}{60} \cdot \frac{50}{25} \right)}_{i_v} = n_{шп}, об/хв$$

Формула настройки ланцюга для мінімальної частоти обертання шпинделя:

$$n_{min} = 1500 \times \frac{30}{45} \times \frac{25}{35} \times \frac{15}{42} \times \frac{25}{50} \times \frac{15}{60} = 31.5 (об / хв)$$

2. Рух $\Phi_s (П_2)$.

Умова узгодження:

1 об. шп. $\rightarrow S$ мм/об, переміщення пінолі.

$$1 \text{ об.шп.} * \frac{34}{60} * \frac{19}{54} * \underbrace{\left(\frac{45}{16} \cdot \frac{31}{31} \cdot \frac{16}{45} \right) * \left(\frac{36}{26} \cdot \frac{31}{31} \cdot \frac{26}{36} \right)}_{i_s} * \frac{1}{60} * 3 * 13 = S \text{ мм/об}$$

$$\frac{13}{38} = n_{п} \text{ об/об}$$

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Рівняння кінематичного балансу:

Число подач – 9, а саме (наближено): 0.1; 0.14; 0.2; 0.28; 0.4; 0.56; 0.8; 1.14; 1.6 мм/об.

Формула настройки ланцюга для максимальної подачі:

$$S_{\max} = 1(\text{об.мин}) \times \frac{34}{60} \times \frac{19}{54} \times \frac{45}{16} \times \frac{36}{26} \times \frac{1}{60} \times \pi \times 3 \times 13 = 0,1(\text{мм / об})$$

3.2. Опис та конструкція модернізованого механізму подач шпинделя вертикально-свердлильного верстата

Механізм подачі шпинделя вертикально-свердлильного верстата, містить коробку подач, включаючи черв'ячну передачу, з'єднану з піноллю рейкову передачу і муфту, зв'язану з керуючим пристроєм, який відрізняється тим, що з метою підвищення надійності шляхом усунення перевантажень механізму подачі, він оснащений з'єднаною з черв'ячною передачею зубчастою передачею, причому зубчасте колесо останньої, не зв'язане з черв'яком, з'єднане зі своїм валом муфтою, а керуючий пристрій виконано у вигляді встановленого з можливістю переміщення вздовж осі пінолі і взаємодія з останньою кінцевого вимикача з штирем, який розміщений під торцем пінолі на відстані, рівній відстані від вершини свердла до початку передвихідної зони, розташованої на відстані відповідним $0,2 \div 0,5$ діаметра свердла від нижнього торця призначеної для обробки деталі.

На кресленні зображений привід подач свердлильного верстата.

Механізм подачі свердлильного верстата містить шпиндель 1, з'єднаний своїм верхнім кінцем за допомогою коробки 2 швидкостей з електродвигуном 3.

В кінцевому отворі нижнього кінця шпинделя встановлений кінцевий хвистовик 4 чашкоподібного циліндричного корпуса свердлильного пристрою.

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

В центральному циліндричному отворі корпусу осерухомого встановлена оправка 5, а між дном корпусу 4 і оправкою змонтована пружина стиску. Для обмеження осьового переміщення оправки відносно корпусу використовуються підшипники 7, які виступають в середину корпусу у фасонні канавки 8, виконані на зовнішній циліндричній частині оправки 5.

Для виключення радіального зміщення підшипників 7 передбачена втулка 9. З нижнім конічним кінцем оправки 5 з'єднаний свердлильний патрон 10, в якому закріплене свердло 11, для взаємодії з оброблюваною деталлю 12. На верхній частині шпинделя 1 встановлена осерухома шестерня 13, яка кінематично зв'язана через зубчасті передачі 14 коробки подач з шестернею 15. Шестерня 15 з'єднана зі своїм валом 16 за допомогою електромагнітної муфти 17, кінці котушки якої електрично з'єднані за допомогою проводів 18 і 19 з управляючим і регулюючим по висоті кінцевим вимикачем 20. Рухомий штирь 21 вимикача розміщений під торцем пінолі верстата. Шестерня 15 знаходиться у постійному кінематичному зачепленні з шестернею 22, зв'язаною з черв'яком 23 черв'ячної передачі. Черв'як 23 знаходиться в постійному кінематичному зачепленні з черв'ячним колесом 24, на одному валі з яким встановлена рейкова шестерня 25, яка знаходиться в зачепленні з зубами пінолі 26. У середині пінолі проходить шпиндель 1. Піноль має можливість синхронного осьового переміщення разом з шпинделем. Для забезпечення високої працездатності приводу подач необхідно правильно вибрати відстань від штиря 21 до пінолі 26. Ця відстань вибирається таким чином, що при подальшому встановленому процесі обробки відстань h від штиря 21 до пінолі повинна бути рівна відстані від вершини свердла 11 до початку передвихідної зони, розміщеної від нижньоготорця деталі 12 на відстані

$$\Delta = (0,2 \dots 0,5)d, \text{ де}$$

d – діаметр свердла.

Крім того, в якості механізму управління вимикачем електромагнітної муфти може бути використаний встановлений на вільному кінці вала 27

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

рейкової шестерні 25 барабан 28 з Т – подібним пазом 29, в якому встановлений кулачок 30, призначений для взаємодії зі штирем кінцевого вимикача 31, встановленого на корпусі коробки подач верстата. Кінцевий вимикач 31 електрично з'єднаний з котушкою електромагнітної муфти.

При цьому жорсткість пружини 6 вибирається із наступного відношення:

$$C_{np} = \frac{P_o}{\frac{d}{2} \operatorname{ctg} \varphi + k \cdot d + l_{nep}}, \text{ де}$$

P_o – осьове зусилля встановленого процесу свердління, Н;

d – діаметр свердла, мм;

φ - головний кут в плані свердла;

$k = 0,2 \dots 0,5$ – коефіцієнт, який враховує величину Δ передвихідної зони в оброблюваній деталі;

l_{nep} – величина перебігу свердла.

Привід подач працює наступним чином.

В процесі врізання свердла 11 в оброблювану деталь 12 під дією сили опору проходить стиснення пружини 6, чим забезпечується відставання подачі свердла від подачі шпинделя 1 з корпусом 4. При цьому оправка 5 переміщається в глибину корпуса 4. Таким чином, процес врізання проходить плавно, а подача свердла 11 змінюється від нульового значення до номінального, при якому проходить подальший встановлений процес свердління, а рухи оправки 5 і корпуса 4 синхронно.

Як при врізанні, так і в встановленому процесі свердління електромагнітна муфта 17 ввімкнена, і рухи від шпинделя 1 через шестерню 13, зубчасті передачі 14, шестерні 15 і 22 і черв'ячну передачу 23 і 24 передається на рейкову шестерню 25 і далі на піноль 26. Таким чином, в цих режимах роботи подача шпинделя 1 разом з піноллю 26 – величина постійна, а подача

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

свердла регулюється під час врізання пружиною 6 і в встановленому процесі свердління рівна подачі шпинделя 1.

При підході свердла до передвихідної зони, розташованої на відстані $\Delta = (0,2...0,5)d$ від нижнього торця деталі, піноль 26, яка рухається разом зі шпинделем 1 діє на штир 21 кінцевого вимикача 20, або в іншому варіанті кулачок 30 діє на штир аналогічно кінцевого вимикача 31, в результаті чого електричний ланцюг розривається, подача струму в котушку електромагнітної муфти припиняється і остання вимикається.

В результаті крутний момент з вала 16 на шестерню 15 не передається і силовий зв'язок між валом 16 і шестернею 15 відсутній. При цьому черв'як 23 являється нерухомим, а оскільки черв'ячна передача 23 – 24 являється

самогальмівною, то колесо 24 виявляється автоматично зафіксованим черв'яком від яких-небудь колових зміщень в обох напрямках. Оскільки рейкове колесо 25 встановлено на одному валу з черв'ячним колесом 24, то рейкове колесо 25 також нерухоме, і, в свою чергу, піноль 26 і шпиндель 1 виявляються нерухомими в осьовому напрямку. Оскільки пружина 6 під час врізання в деталь 12 стискається на визначену величину, рівну:

$$\Delta_{np} = \frac{P_o}{C_{np}},$$

то при нерухомому в осьовому напрямку шпинделя, який обертається, зусилля стиснутої пружини сприяє подальшому переміщенню оправки 5 з патроном 10 і свердлом 11 в осьовому напрямку відносно нерухомого в осьовому напрямку корпуса 4. Свердло 11, яке переміщається під дією пружини 6 проходить далі в тіло оброблюваної деталі 12 з постійно зменшуючою подачею і в момент закінчення свердління (після виходу перемички свердла із деталі) за рахунок залишку запасу потенціальної енергії пружини свердло рухається з прискореною подачею. Оскільки при досвердлюванні отвору за рахунок зусилля пружини 6 подача постійно

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

зменшується, то, отже, зникає перевантаження свердла і приводу подач у цілому. В силу того, що саме в момент закінчення свердління перевантаження немає, через те, що пружина розслаблена, то в результаті деякого прискорення подачі свердла в момент закінчення ріжучими кромками свердла зриваються заусенції на виході із наскрізного отвору, чим покращується якість обробки.

Після закінчення свердління наскрізного отвору піноль зі шпинделем відводять вгору, при цьому автоматично замикаються контакти кінцевого вмикача 20 (або в іншому варіанті кінцевого вимикача 31) і знову замикається електричний ланцюг, в результаті чого струм поступає в котушку електромагнітної муфти 17. і шестерня 15 з'єднується зі своїм валом 16.

В початковому положенні, коли вершина свердла ще не торкнулася матеріалу деталі, відстань h між торцем піноль 26 і штирем 21 вимикача 20 більша відстані від вершини свердла 11 до початку передвихідної зони, розташованої на відстані Δ від нижнього торця деталі. Це зв'язано з тим, що пружина 6 в такому випадку знаходиться у вільному недеформованому стані.

В процесі наладки приводу на свердління наскрізних отворів необхідно зробити пробне засвердлювання свердла в деталь 12 і по лімбу на барабані 28 зафіксувати переміщення пінолі, при якому має місце повне засвердлювання. Після цього необхідно виставити кінцевий вимикач 20 в таке положення, при якому відстань між даним положенням пінолі і штирем 21 рівна:

$$L - (L_{ep} + \Delta), \text{ де}$$

L – довжина деталі, мм;

L_{ep} – шлях врізання (висота ріжучої частини свердла);

Δ - величина передвихідної зони.

Аналогічно проводиться наладка для другого варіанту, коли використовується кулачок 30 на барабані 28.

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

пружини, а також є манометричні пружини [1].

Найбільш обширну групу складають циліндричні гвинтові пружини стиску і розтягу. Вони застосовуються в гальмівних і запобіжних пристроях для створення початкових зусиль, в кулачкових, зубчатих, храпових механізмах з ціллю виключення зазорів при роботі, в ресорних і буферних пристроях транспортуючих машин в якості амортизаторів, а також в різних приладах для перетворення зусилля в механічні переміщення і т. д.

Гвинтові пружини бувають циліндричними (рис.3.2, а) або фасонними: конічними (рис.3.2,б), параболоїдними (рис.3.2, в), телескопічними (рис.3.2, д). Перевагою конічних пружин є те, що їх можна стискати до висоти, яка рівна висоті одного витка.

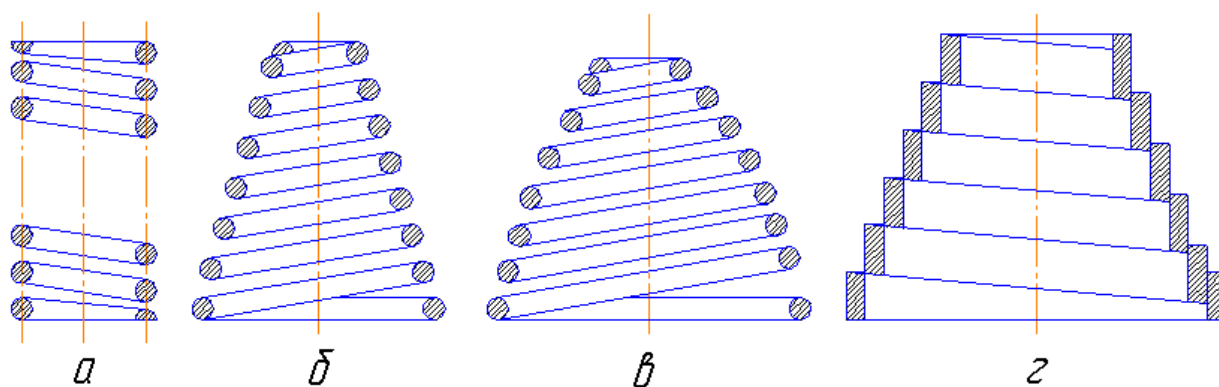


Рисунок 3.2 – Типи гвинтових пружин стиску.

Правильний вибір матеріалу пружини має дуже важливе значення для її надійної і якісної роботи. В залежності від призначення та умов роботи пружини, матеріал повинен мати високу статичну та динамічну міцність, хороші пружні властивості, релаксаційну та корозійну стійкість, а в разі

випадків і немагніченість та хорошу електропровідність. Матеріали пружних елементів повинні бути, також, технологічними – мати хорошу пластичність, піддаватись механічній обробці і т.ін.

Розрізняють дві групи матеріалів для пружних елементів: сплави для струмопровідних пружин і сталі та сплави для неструмопровідних елементів. До першої групи матеріалів відносяться деякі марки бронзи (наприклад: Бр Б2;

БрОЦЧ-3; БрА7), латуні (Л85, Л63), сплави (97НЛ, МНЦ 15-20). До другої групи матеріалів відносяться пружинні сталі загального призначення, наприклад, сталь 65, 65Г, 50ХГ, 36НХТЮ, 40Х13 та ін.

Об'єктом дослідження є циліндричні гвинтові пружини стиску. Вони працюють на стиск, піддаються поздовжньо-осьовому навантаженню і стискається під його дією. При знятті цього навантаження пружина приймає початкове положення – випрямляється.

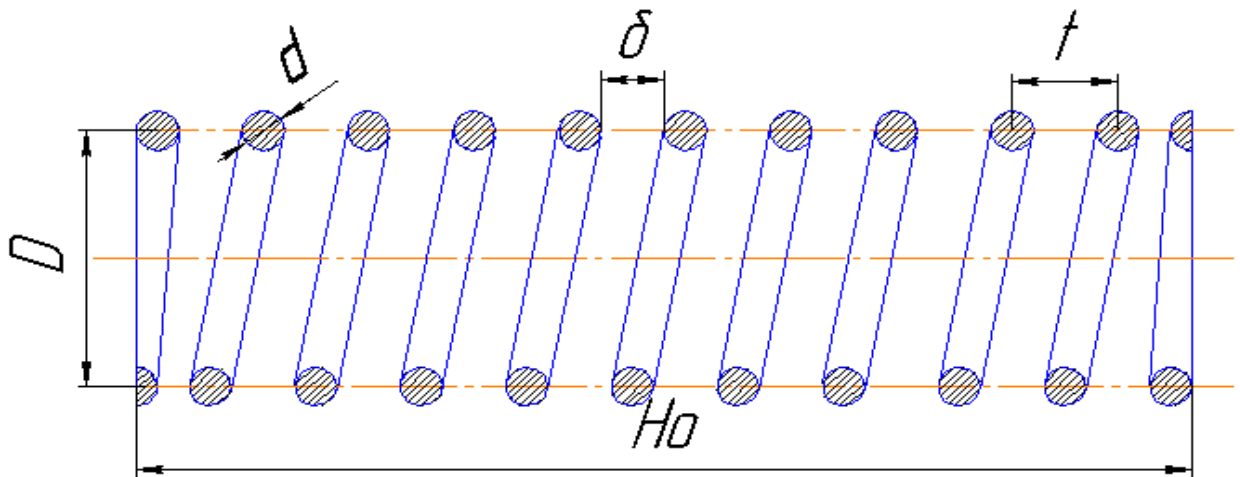


Рисунок 3.3 Основні параметри пружини стиску

H_0 – висота пружини в вільному стані;

D – середній діаметр пружини;

t – крок пружини;

δ – зазор між витками пружини; d – діаметр прутка.

Крім основних параметрів циліндричної пружини, наведених на рис.1.3, виділяють наступні [10]:

L – довжина заготовки (дроту) на одну пружину;

n – число робочих витків;

n_1 – повне число витків;

$\lambda(F)$ – висота деформації пружини;

P – зусилля, яке прикладається до пружини.

Досліджуваною характеристикою циліндричних гвинтових пружин стиску у даній роботі є їх жорсткість. В фізиці жорсткість – це здатність

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

деталей чинити опір зовнішнім навантаженням, не змінюючи форми та розмірів.

Для пружин жорсткість позначається буквою Z і визначається по формулі:

$$Z = \frac{P}{\lambda}, \quad (3.1).$$

Тобто, у випадку пружин, жорсткість Z , $\frac{H}{\text{мм}}$ – це відношення зусилля, що діє на пружину, до деформації під дією цього зусилля.

Для нашого випадку підбір пружини і розрахунок її жорсткості буде проводитися:

$$P_o = C_{po} \cdot s^y \cdot D^z \cdot HB^n$$

де C_{1max} – коефіцієнт сили подачі;

z, y, n – показники степенів, що характеризують вплив діаметра свердла, подачі і твердості оброблюваного матеріалу на P_o .

$C_{1max} = 1,5$ – для вуглецевої сталі з твердістю $HB = 160$

$z = 1,0$

$y = 0,7$ [1], ст.229, табл.39

$n = 0,75$

$$S = C_s \cdot D^{0.6}$$

де C_s – максимальний коефіцієнт пропорційності в залежності від групи подачі; $C_s = 0.085$. [1] ст.228.(для сталі 15 HB 149)

$s = 0,56$ мм/об

Визначимо діаметр свердла:

$$D = \left(\frac{s}{C_s} \right)^{\frac{1}{0.6}}$$

$$D = \left(\frac{0,56}{0,085} \right)^{\frac{1}{0.6}} = 23 \text{ мм}$$

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Визначимо осьові зусилля при подачах s_{max} і s_{min} для діаметра свердла 23мм

$$P_{o_{max}} = 1,5 \cdot 0,56^{0,7} \cdot 23^1 \cdot 149^{0,75} = 987H$$

$$P_{o_{min}} = 1,5 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 23^1 \cdot 149^{0,75} = 294H$$

Отже жорсткість одного витка буде визначатися :

$$Z_1 = \frac{P_o}{\Delta}$$

де Δ - переміщення пружини; $\Delta = 3\text{мм}$

$$Z_{1max} = \frac{987}{3} = 329H = 32,9\text{кГ}$$

$$Z_{1min} = \frac{294}{3} = 98H = 9,8\text{кГ}$$

Жорсткості одного витка $Z_{1max} = 32,9$ кГ відповідає пружина з такими характеристиками [9] табл..10:

номер пружини – 474;

сила P_3 пружини при максимальній деформації – 63,0 кГ;

діаметр проволочи d – 3,5 мм

зовнішній діаметр пружини D – 20 мм

3.4. Вибір електромагнітної муфти

3.4.1 Визначення максимального значення подачі

Для визначення максимального значення подачі скористаємося формулою:

$$S_{O_{max}} = C_{max} \cdot D_{max}^{0,6} \quad [1] \text{ ст.228, де}$$

C_{max} - максимальний коефіцієнт пропорційності в залежності від групи подачі;

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

D_{max} – максимальний діаметр свердла.

$D_{max} = 35 \text{ мм}$, $C_{max} = 0,085$ [1], ст.228, табл.37 (для I групи подач)

$$S_{Omax} = 0,085 \cdot 35^{0,6} = 0,71 (\text{мм/об}) \text{ (для сталей } HB = 160).$$

Для сталі $HB = 240$ значення подачі становитиме:

$D_{max} = 35 \text{ мм}$, $C_{max} = 0,046$ [1], ст.228, табл.37 (для I групи подач)

$$S_{Omax} = 0,046 \cdot 35^{0,6} = 0,389 \approx 0,37 (\text{мм/об}).$$

Отже, максимальне значення подачі становить $S_{Omax} = 0,71$.

3.4.2. Визначення максимального осьового зусилля P_{Omax} при свердлінні в суцільному матеріалі.

Використавши [1], ст.228 будемо мати:

$$P_{Omax} = 10 \cdot C_{1max} \cdot D_{max}^z \cdot s_{Omax}^y \cdot HB_{max}^n$$

де C_{1max} – коефіцієнт сили подачі;

z, y, n – показники степенів, що характеризують вплив діаметра свердла, подачі і твердості оброблюваного матеріалу на P_O .

$C_{1max} = 1,5$ – для вуглецевої сталі з твердістю $HB = 160$

$z = 1,0$

$y = 0,7$ [1], ст.229, табл.39

$n = 0,75$

Варіант I

Подача максимальна $S_{Omax} = 0,71 \text{ мм/об}$, а твердість мінімальна $HB = 160$:

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

$$P_{O\max}^I = 10 \cdot 1,5 \cdot 35^1 \cdot 0,72^{0,7} \cdot 160^{0,75} = 18767,6H$$

Варіант II

Подача мінімальна $S_{O\max}=0,37$ мм/об, а твердість максимальна $HB=240$:

$$P_{O\max}^{II} = 10 \cdot 100 \cdot 35^{1,0} \cdot 0,37^{0,7} \cdot 240^{0,75} = 1064134,9H$$

За паспортом верстата 2Н135 $P_{O\max}=15000H$. З умови забезпечення нормальної експлуатації механізму верстата, тобто $[P_{O\max}]=15000H$, визначимо допустимий діаметр свердла при свердлінні отвору в суцільному матеріалі за формулою:

$$D = \left(\frac{[P_{O\max}]}{10 \cdot C_{1\max} \cdot s_{O\max}^y \cdot HB^n} \right)^{\frac{1}{z}}$$

$$D = \frac{15000}{10 \cdot 1,5 \cdot 0,72^{0,7} \cdot 160^{0,75}} = 27,97 \approx 28\text{мм}$$

$$D_2 = \frac{15000}{10 \cdot 100 \cdot 0,37^{0,7} \cdot 240^{0,75}} = 50,1\text{мм}$$

Приймаємо, що допустима осьова сила $[P_O]=15000H$ (згідно паспорту верстата 2Н135)

3.4.3. Визначення моменту на валу рейкової шестерні

Визначимо момент на валу рейкової шестерні. За паспортом верстата маємо, що: $m=2,5$, а кількість зубців $z=38$. Тоді радіус рейкової шестерні буде:

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

$$r_{p.ш.} = \frac{m \cdot z}{2} = \frac{2,5 \cdot 38}{2} = 47,5 \text{ мм}$$

Момент на валу рейкової шестерні:

$$M_1 = [P_{Омех.}] \cdot r_{p.ш.} = 15000 \cdot 47,5 = 712500 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 7,125 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

З врахуванням К.К.Д значення моменту для вибору електромагнітної муфти буде:

$$M_M = \frac{M_1}{\eta}, \text{ де}$$

η - коефіцієнт корисної дії; $\eta=0,8$

$$M_M = \frac{7,125}{0,8} = 8,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

За таблицею 3.25 [2], ст.65 вибираємо електромагнітну муфту з такими характеристиками:

Таблиця 3.1 – Основні параметри технічної характеристики муфти Э1М4

Габарит муфти	$M_n, \text{ Н} \cdot \text{м}$	$M_B, \text{ Н} \cdot \text{м}$	$M_{O.B.}, \text{ Н} \cdot \text{м}$	$\omega, \text{ рад/с}$	$\Delta P, \text{ Вт}$
04	16	10	0,1	600	50

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

M_n – номінальний передавальний момент, тобто номінальне (інформаційне) значення передавального муфтою моменту при відсутності ковзання між дисками;

M_B – номінальний обертовий момент, тобто номінальне (інформаційне) значення обертаючого (динамічного) моменту включеної муфти при наявності ковзання між дисками, яке має місце при розгоні, реверсі або гальмуванні вузла верстата;

$M_{O.B}$ – залишковий обертовий момент, тобто інформаційне значення залишкового моменту обертання, який розвивається відключеною муфтою при наявності ковзання між дисками;

ω – максимально допустима частота обертання, довідковий параметр;

ΔP – теплорозсіювальна здатність муфти, тобто максимально допустима середня потужність, яка розсіюється муфтою у повторно-короткочасному режимі з частотою $z > z_n$;

z_n – частота включень, яка забезпечує усереднювання втрат.

Таблиця 3.2 – Основні розміри електромагнітної муфти Э1М4

Габарити муфти	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	L	l	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	X _{id} f	d	d ₁
04	72	72	28	67	37,5	65	50	36	10,7	2	15	4,9	3	7	1,2	M5	3

h, не більше	b	Число пазів	Число дисків зовнішніх і внутрішніх
4	10	4	3/4

3.5 Висновки по конструкторській частині

У конструкторському розділі дипломної роботи було розроблено модернізований механізм подачі шпинделя вертикально-свердлильного

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

верстата моделі 2Н135 з метою покращення надійності, точності та ефективності технологічного процесу свердління.

Основні результати, отримані в цьому розділі:

- Проведено аналіз кінематичної структури верстата та побудовано структурно-кінематичні схеми для груп різання та подачі. Визначено органи настроювання для кожної групи та сформовано кінематичні ланцюги.

- Запропоновано модернізований механізм подачі, що включає:

- коробку подач із зубчастою і черв'ячною передачею;
- електромагнітну муфту з автоматичним вимкненням у передвихідній зоні;
- пружинний компенсатор осьового зусилля, що забезпечує стабільність процесу врізання та досвердлювання.

- Виконано розрахунок жорсткості стискальної пружини на основі параметрів свердління та характеристик оброблюваного матеріалу. Обґрунтовано вибір пружини за каталогом.

- Визначено максимальне значення подачі та осьового зусилля свердління для сталей різної твердості. Проведено розрахунок моменту на валу рейкової шестерні та з урахуванням ККД підібрано електромагнітну муфту типу Э1М4.

Таким чином, розроблені конструкторські рішення забезпечують покращення надійності, точності та безпеки роботи вертикально-свердлильного верстата, особливо в умовах свердління наскрізних отворів у вуглецевих сталях.

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Згідно ДСТУ 12.0.003-12 небезпечним виробничим фактором, називають фактор, дія якого на працівника призводить до травми чи до неочікуваного погіршення здоров'я.

Небезпечний виробничий фактор призводить до травм, а шкідливий виробничий фактор призводить до професійного захворювання. При вірній організації робочого місця дія небезпечного виробничого фактора зводиться до мінімуму. Робоче місце це зона прикладання праці окремого робітника чи групи робітників, в якій розташовані матеріально-технічні засоби виробництва.

Організація робочого місця – комплекс організаційних заходів, що забезпечують раціональний трудовий процес та ефективне використання засобів та предметів праці. Для вірної організації робочого місця необхідно забезпечити:

1. Вірне планування робочого місця та раціональне оснащення його відповідним сучасним обладнанням та технологічною оснасткою.
2. Оптимальне просторове положення матеріальних засобів виробництва.
3. Раціональне кольорове фарбування обладнання.
4. Нормоване освітлення робочого місця.

При плануванні робочого місця необхідно передбачити:

- 1) Можливість виконання раціональних рухів, що необхідні для виконання трудового процесу;
- 2) Найбільш економне використання виробничої площі та скорочення шляхів переміщення робітника під час транспортування деталі;

					КРБ МВ 21-037.00.00.000 ПЗ				
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата					
Розроб.		Мулик Р.П.			Безпека життєдіяльності та основи охорони праці		Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Сеник А.А.							7
Рецензент							ТНТУ, гр. МВ-41		
Н. контр.		Кобельник В.Р.							
Зав. каф.		Крупа В.В.							

3) Раціональне розташування обладнання та оснастки відповідно до послідовності технологічного процесу.

4) Загальні фізіологічні та антропометричні данні людини(зріст, розмах рук та інше).

Основною задачею проектування організації робочого місця є утворення такої конструкції організованого оснащення, при якому відсутні зайві і нераціональні рухи і проблеми, максимально скорочують відстані переміщення робітника. Правильна організація робочого місця передбачає достатнє оснащення його оснащенням і тарою, інструментом і пристосуваннями, які необхідні для забезпечення технологічного процесу, засобами контролю, підйомно-транспортним обладнанням, яке забезпечує мінімальні затрати праці і часу верстатника. Правильна організація робочого місця також повинна забезпечити повну безпеку праці, раціональне освітлення, нормальну температуру, вологість, чистоту повітря.

Розроблений план робочого місця для спеціального фрезерно-центрувального верстата-автомата показано на рисунку 4.1. На підлозі цеху розміщений верстат 1, зліва від нього розміщений магазин з заготовками 3, а також інструментальна тумбочка 4, яка призначена для зберігання ріжучого, вимірювального і допоміжного інструменту, Справа від верстата розміщена тара для готових деталей 2.

Створення сприятливих умов праці, які виключають швидке втомлення зору, виникають підвищенню продуктивності праці, можливе лише освітлювальною установкою, яка має відповідати певним умовам згідно СНиП П-А.9-71 і СНиП П-А.8-72. Освітленість на робочому місці має відповідати зоровим умовам праці згідно гігієнічних норм. Рекомендована освітленість в механічних цехах при роботі на верстатах зведено в табл. 4.1.

Для обмеження засліплюючої дії відбитого світла яскравість допускається значеннями від 500 кД/м² (для поверхні $8 > 0,2$ м²) і до 2500 кД/м² (для $3 < 0,01$ м²).

					КРБ МВ 21-037.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця .4.1 - Норми освітлення

Лампи розжарювання				Газорозрядні лампи			
Освітленість, ЛК			Коеф. запасу К	Освітленість, ЛК			Коеф. запасу К
Комбіноване освітлення		Загальне освітлення		Комбіноване освітлення		Загальне освітлення	
Загальне і місцеве	Загальне				Загальне і місцеве		Загальне
1500	150	-	1,3	2000	200	-	1,5

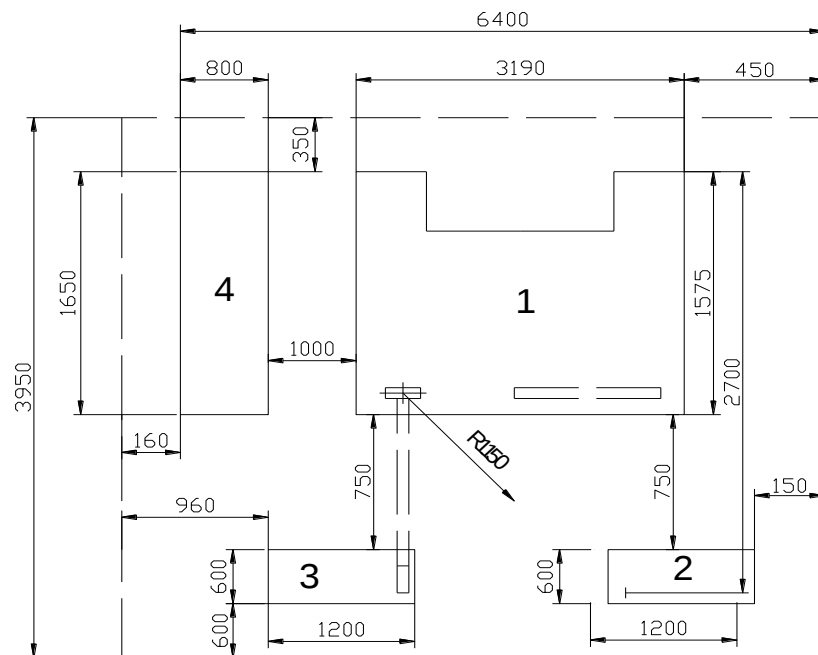


Рис. 4.1. Робоче місце.

1. Верстат.
2. Тара для готових деталей.
3. Магазин з заготовками.
4. Інструментальна тумбочка.

					КРБ МВ 21-037.00.00.000 ПЗ		Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата			

Найбільшу небезпеку виникнення променевого тепла представляє розплавлений або нагрітий до високих температур метал. Передача тепла може проходити шляхом конвекції, теплопровідності і випромінювання. Перенос тепла відбувається: при конвекції – рухливою середою (потокami повітря, пару або рідини); при теплопровідності – передачею тепла в твердих тілах; при випромінюванні – інтенсивними інфрачервоними променями, котрі безпосередньо повітря не нагрівають, але при поглинанні їх твердими тілами променева енергія переходить в теплову. Нагріті тверді тіла стають джерелами тепла і шляхом конвекції нагрівають повітря в приміщенні.

Дія променевого тепла не завершується змінами, які відбуваються на опромінюваній ділянці шкіри, – на опромінювання реагує весь організм. В організмі виникають біохімічні зміни, настають порушення в серцево-судинній і нервовій системах. При довгочасній дії інфрачервоних променів виникає катаракта очей.

Променева енергія, як і безпосередній контакт з розплавленим або нагрітим металом, може викликати теплові опіки, які по степеню ураження розділяються на три види.

Санітарними нормами передбачено технологічні процеси і промислове обладнання приймати таким, щоб виділення в повітря приміщень, атмосферу і в стічні води були відсутніми або мінімальними шкідливих або неприємно пахучих речовин, тепла і вологи, а також пилу.

Здійснення необхідних міроприємств належить проводити замінюючи шкідливі речовини в промисловості нешкідливими або менш шкідливими; сухі способи переробки пилових матеріалів – мокрими; полум'яний нагрів – електричним; тверде і рідке паливо – газоподібним, а також використовуючи герметизацію і максимальне ущільнення стиків і з'єднань в технологічному обладнанні і трубопроводах – для упередження виділення шкідливостей в процесі виробництва; теплоізоляцію нагрітих поверхонь обладнання,

					КРБ МВ 21-037.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

повітропроводів і трубопроводів; укриття погрузочних ємностей механічного транспорту; використовуючи гідропневмотранспортування при транспортуванні пилових матеріалів.

Одним з основних міроприємств по оптимізації параметрів мікроклімату і складу повітря в промислових приміщеннях є забезпечення належного повітрообміну.

Для того щоб створити в промислових приміщеннях нормальні метеорологічні умови, видалити з них шкідливі гази і пари, пил необхідно правильно спроектувати і правильним способом експлуатувати вентиляційну систему (ДСТУ 12.4.021-12).

Робота вентиляційної системи в комплексі з вибором технологічних процесів по ДСТУ 12.3.002-12 і промислового обладнання, відповідаючим вимогам ДСТУ 12.2.003-10, повинна забезпечувати на постійних робочих місцях, в робочій і обслуговуваній зонах приміщення метеорологічні умови і чистоту повітряного середовища, відповідаючим діючим санітарним нормам.

Разом з тим вентиляція повинна забезпечувати умови, що відповідають вимогам технологічного процесу, збереження обладнання і конструкцій будівлі. Встановлення вентиляції в виробничих і допоміжних приміщеннях промислових підприємств є обов'язковим.

Вентиляція по способу переміщення повітря поділяється на природну і механічну. Можливе їх суміщення – змішана вентиляція.

Природна вентиляція поділяється на *аерацію* і *прівітрювання*.

По характеру обхвату приміщення розрізняють загальнообмінну і місцеву вентиляцію; можливе також поєднання цих двох видів вентиляції.

По часу дії – постійно діючу і аварійну. Система вентиляції повинна забезпечувати нормальний склад повітря в виробничих приміщеннях і бути раціональною при якомога менших затратах на її встановлення і експлуатацію.

					КРБ МВ 21-037.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Правильно підібрана система вентиляції повинна очищувати приміщення від пилу, газу і парі, які виділяються при виробничих процесах. Тому необхідно визначити місця можливих виділення вказаних шкідливостей і обладнати їх місцевими витяжками. Слід мати на увазі, що обмежуватися лише засобами місцевої витяжної вентиляції не можна, присутність загальнообмінної вентиляції обов'язково.

Природна вентиляція здійснюється під дією різниці температур і ваги повітря виробничих приміщень, а також вітрового примусу. Застосування природної вентиляції потребує розміщення обладнання перпендикулярно повздовжнім стінам для забезпечення вільного руху повітряних потоків.

Провітрювання приміщень проводять, відкриваючи квартирки і фрамуги в вікнах і світлових фонарях; це періодично діюча природна вентиляція. Повітрообмін в холодний період року допускається не більше однократного в годину. При цьому необхідно слідкувати, щоб не було пониження температури повітря всередині приміщення нижче розрахункової, появи туману і конденсації водяних парів на поверхні стін, покритті, стекол.

Санітарними нормами встановлено, що об'єм промислових приміщень на одного працюючого повинен складати не менше 15 м^3 , а площа приміщень – не менше $4,5 \text{ м}^2$. В промислових приміщеннях з об'ємом до 20 м^3 на одного працюючого при відсутності забруднення повітря промисловими шкідливостями вентиляція повинна забезпечувати подачу зовнішнього повітря в кількості не менше 30 м^3 в годину на кожного працюючого, а в приміщеннях з об'ємом 20 м^3 на одного працюючого – не менше 20 м^3 в годину. В приміщеннях з об'ємом більше 40 м^3 на одного працюючого при наявності вікон і фонарів допускається періодично відкривати створи вікон і фонарів для природної вентиляції. В усіх вказаних випадках при цьому повинні бути забезпечені норми по температурі і вологості повітря в виробничих приміщеннях.

					КРБ МВ 21-037.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Якщо в виробничому приміщенні виділяються тепло, волога, шкідливі речовини, пари, газы, пил то проводиться розрахунок повітрообміну з ціллю обґрунтування вибору системи вентиляції.

Отже, приймаємо систему вентиляції з допомогою аерації, для цього при проектуванні будівлі слід передбачити два ряди фрамуг. Приток повітря в приміщення приймається в теплий період року на висоті не більше 1,8 м від підлоги, а в холодний не менше 4 м від підлоги, щоб забезпечити кращий повітрообмін, попередити дію холодного повітря на працюючих і виключити можливість простудних захворювань.

Оскільки розряд виконуваних робіт в виробничому приміщенні – Пб з незначним виділенням явного тепла, то прийняті параметри мікроклімату за ДСТУ 12.1.005-12.

1) В теплий період року:

температура повітря (оптимальна)	—	20-22 °С;
температура повітря (допустима)	—	18-20 °С;
відносна вологість (оптимальна)	—	60-40 %;
відносна вологість (допустима)	—	не вище

75%;

швидкість руху повітря (не більше) (оптимальна)	—	0,4 м/с.
швидкість руху повітря (не більше) (допустима)	—	0,3-0,7 м/с.

1) В холодний і перехідний періоди року:

температура повітря (оптимальна)	—	17-20 °С;
температура повітря (допустима)	—	15-21 °С;
відносна вологість (оптимальна)	—	60-40 %;
відносна вологість (допустима)	—	не вище

75%;

швидкість руху повітря (не більше) (оптимальна)	—	0,3 м/с.
швидкість руху повітря (не більше) (допустима)	—	0,4 м/с.

					КРБ МВ 21-037.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У виконаній кваліфікаційній роботі проведено комплексне дослідження й техніко-технологічне обґрунтування процесу виготовлення корпусної деталі "Корпус 5.3721.0628" механізму зворотного ходу. У рамках роботи:

- проаналізовано службове призначення деталі та умови її експлуатації;
- виявлено невідповідність ряду технічних вимог сучасним стандартам і запропоновано шляхи їх оновлення;
- розглянуто існуючий заводський технологічний процес, вказано його недоліки з огляду на великосерійне виробництво;
- розроблено оптимізований технологічний маршрут з врахуванням раціонального вибору баз, пристроїв та інструментів;
- проведено розрахунки припусків, допусків, режимів обробки та обґрунтовано вибір типу та форми виробництва;

Виконано детальний аналіз кінематичної структури та модернізації вузла механізованої подачі вертикально-свердлильного верстата, що використовується у процесі виготовлення корпусної деталі. Розділ охоплює як побудову кінематичної схеми, так і вибір і розрахунок основних елементів механізму подачі.

- Розроблено структурну та кінематичну схеми приводу верстата, враховуючи механізований рух подачі та рух різання. Визначено, що подача інструмента та врізання реалізуються через один кінематичний ланцюг, що дозволяє спростити конструкцію та підвищити її надійність.
- Визначено передавальні числа основних передач та характер їх взаємодії для забезпечення стабільного функціонування механізму.

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив	Данюк В.В.				Висновок	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Сеник А.А.							
Н. контр.						ТНТУ ім І.Пулюя ст. гр. МВ-41		
Затвердж.								

○ Надано опис конструкції та роботи удосконаленого механізму подачі шпинделя. Зокрема, акцент зроблено на використанні гвинтової передачі з пружиною стиску, що забезпечує стабільне осьове зусилля.

○ Враховано умови експлуатації в серійному виробництві, що вимагає високої точності, довговічності та мінімального часу переналагодження.

○ Виконано підбір пружини відповідно до необхідного зусилля для подачі інструмента під час обробки. Розрахунок враховує максимальні зусилля, які виникають під час свердління у суцільному матеріалі.

○ Визначено параметри пружини (жорсткість, довжина, діаметр витка тощо), які забезпечують необхідну силу та мінімальне спрацювання при дії циклічних навантажень.

○ Обґрунтовано вибір електромагнітної муфти з урахуванням максимального осьового зусилля та моменту, що передається на вал подачі.

○ Виконано розрахунок моменту на валу рейкової шестерні, що дозволяє правильно підібрати тип муфти та забезпечити надійну роботу вузла при змінних режимах роботи.

○ Запропонована конструкція дозволяє покращити ергономічні та функціональні характеристики верстата без потреби в повній його заміні або кардинальній реконструкції.

○ Зменшення витрат на технічне обслуговування, підвищення надійності та точності переміщень подачі створюють умови для підвищення ефективності серійного виробництва.

Проведені конструкторські розрахунки дозволяють реалізувати на практиці економічно доцільну модернізацію верстата з підвищенням надійності, точності та продуктивності його роботи. Це є важливим внеском у забезпечення стабільної та ефективної обробки корпусних деталей у великосерійному виробництві.

					КРБ МВ 21-053.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Harmonic-dispersion analysis of the shape accuracy of the rolling bushings of drive roller and bushing chains / Senyk A., Kovalov V., Klymenko G., Vasylchenko Y., Shapovalov M., Kobelnyk O. // Procedia Structural Integrity. 7th International Conference on In-service Damage of Materials: Diagnostics and Prediction, DMDP 2023 Ternopil 18 October 2023 до 20 October 2023. 2024. Vol. 59, P. 502-507.
2. The influence of titanium as a desferoidizing element on the stability of production of magnesium cast irons with compacted graphite / A. Senuk, L. Slobodyan, V. Aulina, V. Kropivnya, O. Kuzyka, O. Lyashuk, M. Bosyia, Y. Vovk, A. Kropivna, M. Sokolc // Tribology in Industry. - Kragujevac : University of Kragujevac, 2021. - Vol. 43. - № 4. - P. 654-666.
3. New technology for the manufacturing and use of rolling kingpin bushings in the undercarriage of certain vehicles / Senyk A., Kobelnyk V., Gagaliuk A., Plavutska I., Matviyishyn A., Larochkin A., Dubyniak T. // Procedia Structural Integrity. 7th International Conference on In-service Damage of Materials: Diagnostics and Prediction, DMDP 2023 Ternopil 18 October 2023 до 20 October 2023. 2024. Vol. 59, P. 508-515.
4. P. Kryvyy, P. Kryvinsky, V. Bodnar, I. Sotnyk, A. Senuk. "Theoretical and Experimental Substantiation of Angle Orientation of Rolling Bushings of Roller and Bushing Chains". Paper no. MSEC 2007-31211 International Manufacturing Science and Engineering conference. October 15-18, 2007, Atlanta, Georgia, USA, pp. 623-627.
5. Modeling of a lathe bed using the method of topological optimization / Andriy Nahalyuk, Volodymyr Krupa // Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2023. — Vol 111. — No 3. — P. 67–75.
6. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / укл.: Стручок В. С. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.

					КРБ МВ 21-037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Вплив орієнтації згортних втулок на підвищення точності контактних кроків привідних роликів і втулкових ланцюгів / А. А. Сенік, В. Б. Котильницький // Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль, 6-7 грудня 2023 року, с. 117.

8. Гагалюк А.В., Паливода Ю.Є. Процеси виготовлення машин. Частина 1: технологічні основи машинобудування : навчальний посібник Тернопіль: Осадца Ю. В., 2025. – 308 с.

9. Гевко І. Б., Лещук Р. Я., Стойко І. І., Марчук Н. М., Сіправська М. Д. Техніко-економічне обґрунтування процесу механічної обробки з використанням комбінованого свердла-мітчика. Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. Вип. 40. Луцьк, 2018. С. 21-31.

10. До питання точності форми згортних втулок за параметром відхилення від круглості / Кривий П.Д., Дзюра В.О., Тимошенко Н.М., Сенік А.А. // Збірник тез доповідей 8-мої Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування»: 28 – 29 вересня 2017 р.: тези доп. – Херсонська державна морська академія, 2017. – С. 434 – 435.

11. Кваліфікаційна робота бакалавра: структура, вимоги до виконання та захист. Методичні рекомендації для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування» зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування галузі знань 13 Механічна інженерія для здобувачів всіх форм здобуття освіти / уклад.: Р. А. Склярів, В. Р. Кобельник, В. В. Крупа, Р. Я. Лещук, А. А. Сенік, В. В. Шанайда, А. В. Гагалюк, В. М. Буховець. – Тернопіль : ТНТУ, 2025. 78 с.

12. Ковбашин В. І., Пік А. І. Інженерна графіка : навч. посіб. м. Тернопіль : Підруч. і посіб., 2023. 240 с.

13. Кривий П. Д. Дослідження макроеометрії поперечних перерізів циліндричних поверхонь на прикладі шкворневих втулок / П. Д. Кривий, А. А. Сенік, В. О. Дзюра, В. Р. Кобельник // Збірник тез доповідей 7-мої

					КРБ МВ 21-037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування»: 22– 23 вересня 2016 р.: тези доп. – Херсонська державна морська академія, 2016. – С. 188 – 189.

14. Кривий П. Д. Конструкторсько-технологічне забезпечення підвищеної якості згортних втулок : монографія / Кривий П. Д., Сенік А. А. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 232 с.

15. Кобельник В.Р. Підвищення ефективності процесу свердління наскрізних отворів регулюванням подачі: дис. канд. техн. наук: 05.03.01: / Кобельник Володимир Романович; Терноп. нац. техн. ун-т ім. Івана Пулюя. - Т., 2013. - 21 с.

16. Кузнєцов Ю. М., Новосьолов Ю. К., Луців. І. В. Теорія технічних систем: підручник. Севастополь : СевНТУ, 2011. 246 с.

17. Кузнєцов Ю. М., Склярів Р. А. Прогнозування розвитку технічних систем: навч. посібник / Ю. М. Кузнєцов, Р. А. Склярів; під ред. Ю. М. Кузнєцова. – Київ : ТОВ «ЗМОК» – ПП «ГНОЗІС», 2004. – 323 с.

18. Крупа В.В. Теорія технічних систем: особливості побудови створення та розвитку: навчальний посібник / Володимир Крупа. – Тернопіль : Осадца Ю.В., 2023. – 308 с.

19. Нова технологія виготовлення згортних втулок приводних роликів ланцюгів на основі імовірнісного підходу / П.Д. Кривий, А.А. Сенік, Н.М. Тимошенко, О.І. Яловий // Матеріали Всеукраїнської науковопрактичної конференції «Обладнання і технології сучасного машинобудування»: 11–12 травня 2017 р. : тези доп. – Тернопіль: ТНТУ, 2017 р. – С. 92 – 93.

20. Підвищення ефективності ультразвукової фінішної обробки на верстатах з ЧПУ / М.В. Федорцов, В.В. Хорошайло, А.А. Сенік, Б.Б. Яремчук. Важке машинобудування. проблеми та перспективи розвитку : МАТЕРІАЛИ XXII Міжнар. науково-технічної конференції, м. КраматорськТернопіль, 28 трав. 2024 р. 2024. С. 199.

					КРБ МВ 21-037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.

22. Редько Р.Г., Склярів Р.А., Шанайда В.В. Порівняльно-правовий аналіз законодавства в області інтелектуальної власності в країнах ЄС та Україні. Міжвузівський збірник наукових праць «Наукові нотатки» за галузями знань «Фізико-математичні науки» та «Технічні науки». Луцьк, 2023, №75. С. 9 - 14.

23. Сенік А.А. Визначення найімовірнішої довжини заготовки для згортної втулки / Оліховський В. // Міжнародна студентська науковотехнічна конференція „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 27-28 квітня 2023. — Т. : ТНТУ, 2023. — С. 248–249. — (Механічна інженерія).

24. Сенік А. А. Вплив орієнтації згортних втулок на підвищення точності контактних кроків привідних роликів втулкових ланцюгів / А. А. Сенік, В. Б. Котильницький // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 6-7 грудня 2023 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2023. — С. 117. — (Сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні)

25. Сенік А. Експериментальне дослідження впливу радіуса транспортного каналу і способу базування на відхилення від круглості згортних втулок / Атаманчук О., Дмитраш О. // Міжнародна студентська науково-технічна конференція „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 27-28 квітня 2023. — Т.: ТНТУ, 2023. — С. 208–209. — (Механічна інженерія).

26. Сенік А.А. Конструкторсько-технологічне забезпечення підвищення точності форми згортних втулок / Сенік А.А. // Збірник наукових праць «Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем» ДДМА. – Краматорськ, 2017. – Вип. № 41, – С. 46 – 55.

27. Сенік А.А. Нова технологія формування згортної втулки підвищеної точності форми / Сенік А.А. // Збірник тез доповідей 5-тої Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні енергетичні установки на транспорті,

					КРБ МВ 21-037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

технології та обладнання для їх обслуговування»: 1–3 жовтня 2014 р.: тези доп. – Херсонська державна морська академія, 2014. – С. 225 – 226.

28. Сенік А. А. Експериментальне дослідження ступеня зміцнення внутрішньої циліндричної поверхні згортних втулок сформованих поверхнево-пластичним деформуванням / А. А. Сенік, І. В. Коваль // Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича „Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин“, 23-24 вересня 2021. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2021. — С. 40–41.

29. Сенік А.А. Технологічне забезпечення виготовлення згортних втулок підвищеної точності форми і якості: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.08 “Технологія машинобудування” / А.А. Сенік. – Тернопіль, 2018. – 21 с.

30. Сенік А.А. Динамічні характеристики шпиндельного вузла з керованим натягом токарного верстата з ЧПК / А.А. Сенік, І.Т. Ярема, В.В. Крищишин // Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (11-12 грудня 2024 р.). – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – С. 197.

31. Сенік А.А. Експериментальне дослідження впливу радіуса транспортного каналу і способу базування на відхилення від круглості згортних втулок після операції згортання / А. Сенік, А. Галета, Д.Гурський // Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (11-12 грудня 2024 р.). – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – С. 198.

32. Технологічне обладнання з паралельною кінематикою: Навчальний посібник / Крижанівський В. А., Кузнецов Ю. М., Валявський І. А., Склярів Р. А. Кіровоград, 2004. 449 с.

33. Технологія складання внутрішніх ланок приводних роликів і втулкових ланцюгів із забезпеченням кутової орієнтації згортних втулок / Н. С. Інжиєвська, П. Д. Кривий, А. А. Сенік, Н. М. Тимошенко // Збірник тез

					КРБ МВ 21-037.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 25-26 листопада 2020 року. — Т.: ТНТУ, 2020. — Том 1. — С. 69–70.

34. Шанайда В. В. Пакет MathCAD в інженерних розрахунках. Тернопіль : Вид-во ТДТУ, 2001. 163 с.

					<i>КРБ МВ 21-037.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		