

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Розроблення проекту ділянки механічного цеху для
виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307 з дослідженням параметрів
процесу токарної обробки гвинтових заготовок**

Виконав: студент VI курсу, групи МТМЗ-61
спеціальності (напряму підготовки) _____

131 “Прикладна механіка”

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

	_____	<u>Островський О.Ю.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	<u>Дячун А.Є.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи: “Розроблення проекту ділянки механічного цеху для виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307 з дослідженням параметрів процесу токарної обробки гвинтових заготовок.”

У першому розділі проведено аналіз стану питання щодо дослідження параметрів процесу токарної обробки гвинтових заготовок. Обґрунтовано актуальність теми роботи. Представлено висновки та задачі на дипломну роботу магістра.

У другому розділі підбрано обладнання, затискні пристрої, заготовки та різці для розточування внутрішніх діаметрів гвинтових заготовок, а також прилади для вимірювання шорсткості обробленої поверхні. Проведено експериментальні дослідження шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування від зміни трьох основних технологічних та конструктивних факторів: подачі розточного різця, товщини витка гвинтової заготовки та швидкості різання. Проведено трьохмірне моделювання гвинтових заготовок та визначено напруження і деформації методом кінцевих елементів, що виникають у гвинтовій заготовці під час токарної обробки.

У третьому розділі проведено аналіз об’єкту виробництва, його застосування, технічні вимоги до поверхонь, його технологічність. Визначено тип виробництва, вибрано оптимальний варіант виготовлення заготовки – литво в кокіль. Проведено синтез технологічного маршруту обробки деталі, визначено припуски та міжопераційні розміри. Проведено вибір різального, вимірювального інструментів, технологічного оснащення та обладнання. Проведено розрахунок режимів різання та технічних норм часу.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Островський</i>				<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>						
<i>Реценз.</i>					РЕФЕРАТ		
<i>Н. контр.</i>					ТНТУ, каф ТМ		
<i>Затв.</i>					гр. МТмз-61		

У четвертому розділі привели пристосування для проточування корпусу на токарно-револьверному верстаті, розраховали його точність та силові параметри.

У п'ятому розглянуто можливості застосування інформаційних технологій в науково-дослідній роботі та практичній діяльності.

У шостому розділі розроблено план дільниці механічного цеху оброблення деталі.

У сьомому розділі проведено техніко-економічне обґрунтування проектного технологічного процесу та ефективності науково-дослідної роботи. Очікуваний економічний ефект від впровадження технологічного процесу складає 274500 грн.

У восьмому розділі розглянули питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

У дев'ятому розділі розглянули питання екології.

Загальний об'єм розрахунково-пояснювальної записки 122 сторінки.

Графічна частина представлена на 12 аркушах формату А1.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Розвиток машинобудування в умовах ринкової економіки вимагає нових шляхів підвищення експлуатаційних і технологічних параметрів деталей машин, технологічного оснащення, що дасть змогу покращити якість продукції та зробити виробництво гнучким і швидко переналагоджуваним на різні типорозміри деталей машин, кількість яких визначається потребами ринку.

Для сучасного вітчизняного та зарубіжного машинобудування характерне розширення номенклатури деталей машин різних класів, в тому числі і гвинтових. Серед зазначених гвинтових деталей машин важливе місце посідають гвинтові заготовки. Підтвердженням цього є помітна тенденція до зростання обсягу та номенклатури таких деталей у харчовій, хімічній, переробній промисловості, у сільському господарстві та інше.

Тому вирішення наукового завдання, яке полягає у розробленні та практичній реалізації раціональних технологічних процесів виготовлення гвинтових заготовок в тому числі їх токарної обробки є актуальним.

Сучасний стан ринкових відносин в економіці України, що характеризується високим ступенем конкурентної боротьби підприємств як в середині країни так і за її межами, висуває на перший план проблеми, пов'язані із виробництвом продукції високої якості та низької собівартості.

У дипломній роботі також покращено технологічний процес виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307 за рахунок зміни методів механічної обробки.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>					
<i>Розроб.</i>	<i>Островський</i>				<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>		
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>								
<i>Реценз.</i>					ВСТУП <i>ТНТУ, каф ТМ гр. МТмз-61</i>				
<i>Н. контр.</i>									
<i>Затв.</i>									

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами

Основними конструктивними параметрами гвинтових заготовок (рис. 1.1) [22] є зовнішні D_i і внутрішні d_i діаметри, кроки витків T_i , ширина стрічки B_i , якщо є гофри, то кількість гофр на одному витку j , висота гофр A_i , при чому $i=1, 2, \dots, n$, де n – кількість витків, товщина матеріалу h .

З урахуванням різноманітності конструкцій, функціонального призначення та специфіки роботи механізмів із гвинтовими заготовками, вибір матеріалів для їх виготовлення широкий. [22] Основні вимоги до матеріалів гвинтових заготовок такі: висока пластичність, міцність на кручення та згин, добре припрацювання, опір корозії й зношенню, пружність, незначна деформація під час термооброблювання, високий коефіцієнт теплопровідності. Гвинтові заготовки переважно виготовляються із сталей з низьким вмістом вуглецю, зокрема, з якісних конструкційних сталей марок 08кп, 08пс, 08, 10кп, 10пс, 10, 15кп ГОСТ 1050-74, із сталей звичайної якості марок Ст1, Ст2, Ст3 ГОСТ 380-71, із легованих конструкційних сталей марок 10Г2А, 20Г, 10Г, 20ХГСА, 14ХГС ГОСТ 1542-74, що володіють високою пластичністю і хорошою зварюваністю. У харчовій і хімічній промисловості застосовують гвинтові заготовки, виготовлені із сталей стійких до хімічних сполук, зокрема, використовують хромисті нержавіючі сталі марок 12Х13, 12Х17, 20Х13 та хромонікелеві нержавіючі сталі марок 08Х18Н10Т, 12Х18Н9, 12Х18Н12Т, 04Х18Н10 ГОСТ 5632-72. Крім цього, в теплообмінниках використовують гвинтові заготовки, виготовлені із сплавів кольорових металів на основі алюмінію марок Д16, Д16У, Д6, В95 і міді марок Л68, Л63, Л85, які володіють

					<i>ДР 18-533.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Островський</i>				АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								
						<i>ТНТУ каф. ТМ гр. МТмз -61</i>		

хорошою теплопровідністю і пластичністю.

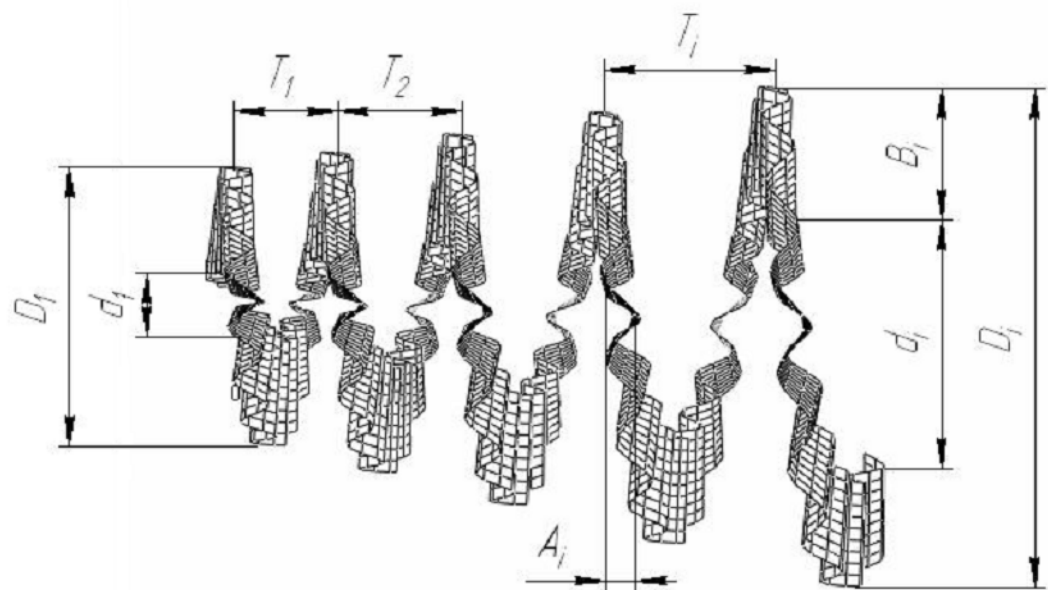


Рисунок 1.1 - Конструкція і геометричні параметри гвинтової заготовки [22]

У роботі [22] відмічено, що сучасні технічні системи, що включають у свій склад гвинтові заготовки, а також виробництво висувають підвищені вимоги до їх якості і точності. При виготовленні гвинтових заготовок методами деформування стрічкових або листових заготовок не завжди забезпечується необхідна точність їх зовнішніх і внутрішніх діаметрів. Відхилення від необхідних розмірів досягає до 2мм, а овальність і ексцентриситет до 1мм. Для прогресивних машин і конструкцій ці відхилення є не припустимими. Крім цього, для серійного виробництва аналіз розмірних ланцюгів показав, що граничні допуски на відхилення від розмірів і форми має бути не більше 0,5 мм для забезпечення стабільного процесу складання необхідних вузлів машин і механізмів, в склад яких входять гвинтові заготовки. Тому актуальним є введення операцій розточування в технологічний процес виготовлення гвинтових заготовок, а в деяких випадках і процесу шліфування.

Розточуванню гвинтових заготовок присвячено багато праць, серед яких варто виділити роботи Пилипця М.І., Гевка Б.М., Ляшука О.Л., Драгана А.П.,

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гудя В.З., Дячуна А.Є., Гупки А.Б. та інших [23, 24, 25, 26]. Особливість розточування гвинтових заготовок полягає у тому, що в процесі різання виникають ударні навантаження та деформації матеріалу гвинтової заготовки.

Експериментальні дослідження [23] показали, що згідно осцилограми, (рис. 1.2) чітко виділяються зони ударної та формоутворюючої взаємодій різця та спіралі.



$$t=1,0; \text{ мм}; S=0,4 \text{ м/хв}; V=150 \text{ м/хв}; Pz=400 \text{ Н}$$

Рисунок 1.2 - Осцилограма процесу проточування спіралі гвинтової заготовки [23]

Крім цього, характер деформації різця після зняття навантаження (закінчення різання) свідчить про значне розсіювання (дисипацію) механічної енергії й практично повне закінчення коливного процесу за один період.

В процесі проведення досліджень одержано графіки, що дозволили встановити закономірності зміни параметрів розточування - з підвищенням швидкості різання зусилля зменшуються, а із зростанням подачі, глибини різання та товщини стрічки – підвищуються. Значення сили різання визначали за формулою [24]:

$$Pz = C_{pz} V^{0,38} S^{0,4} t^{0,75} Kz, \quad (1.1)$$

де C_{pz} - коефіцієнт, який залежить від ширини стрічки, з якої виготовлено гвинтову заготовку; $C_{pz}=3800-4500$;

V - швидкість різання;

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

S - подача на один оберт;

t - глибина різання;

K_z - коефіцієнт, який залежить від товщини витка гвинтової заготовки по зовнішній крайці, $K_z = (h / 2,5) K_{напр} K_{знош}$, $K_{напр}$ - коефіцієнт, що залежить від напрямку подачі різця (для розточування за напрямком гвинтової лінії $K_{напр} = 1,1$; у випадку розточування в напрямку, протилежному гвинтовій лінії $K_{напр} = 0,9$); $K_{знош}$ - коефіцієнт, який враховує зношування різця, $K_{знош} = 0,8-1$.

В результаті 12 серій дослідів у роботі [27] отримано уточнені коефіцієнти для визначення стійкості різців, і відповідно кінцева формула прийняла вигляд:

$$T = \frac{2,65 \cdot 10^4}{V^{1,46} S^{0,47} t^{0,16}}, \text{ хв.} \quad (1.2)$$

Як видно із формули (1.2), на стійкість різців для ударного точіння спіралей шнеків суттєво впливає швидкість різання, а також режими різання.

Для чорнового обточування гвинтову заготовку з 30-50 витками установлювали на оправу, затискали на ній та обробляли одночасно. В процесі обточування кутове положення оправу з заготовкою на відміну від оброблення кільцевих заготовок не потрібно орієнтувати відносно копіра. Оброблення виконується на спеціальних багаторізцевих токарнокопірувальних верстатах. Принципові схеми оброблення подані на рис. 1.3 [23].

У роботі [28] представлено пристрій для розточування гвинтових заготовок (рис. 1.4), виконаний у вигляді корпусу 1. Між сусідніми витками гвинтової заготовки 2 встановлена підпірна гайка 3. Притиск здійснюється торцем фланця 4, який вставляється в отвір корпусу 1 і кріпиться до нього болтами 5, що розміщені рівномірно по колу. В торцевій частині корпусу 1 виконано циліндричну виїмку 6 для центрування підпірної гайки 3 глибиною достатньою для виходу різця. Для виходу стружки в корпусі 1 рівномірно по колу виконані наскрізні пази.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

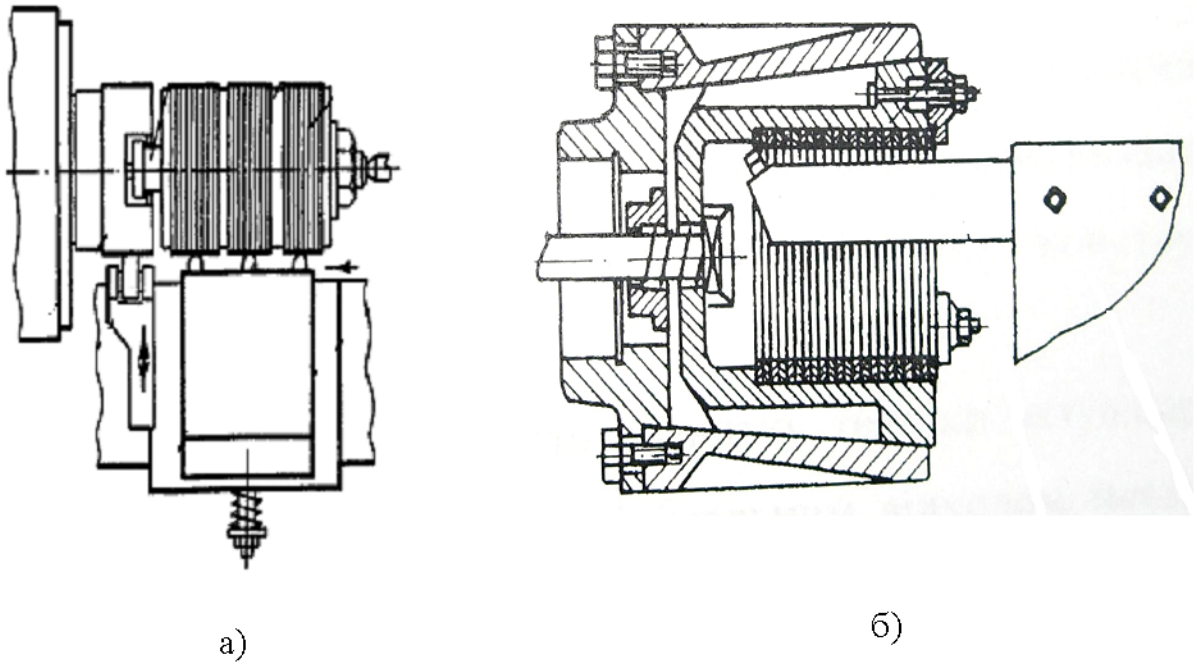


Рисунок 1.3 - Схеми оброблення гвинтових заготовок: а) проточування;
б) розточування [23].

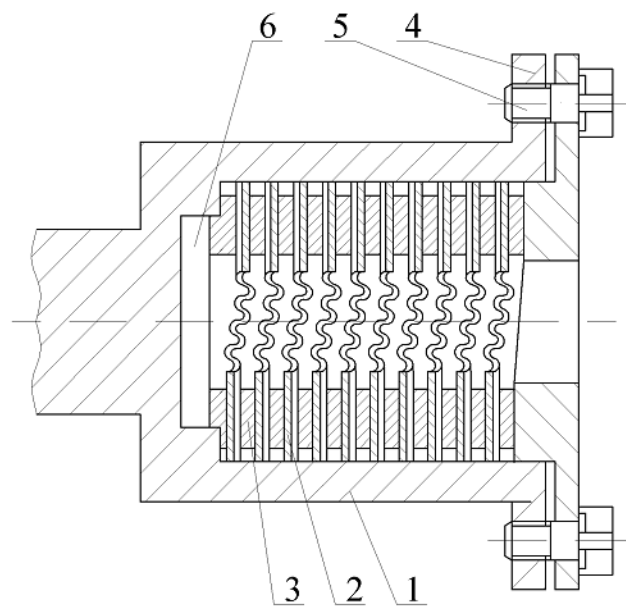


Рисунок 1.4 - Пристрій для розточування профільних гвинтових заготовок
[28]

У роботі [29] визначено три способи підвищення точності виготовлення
ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК:

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зменшення коефіцієнта уточнення k_{yt} , тобто вибір оптимальних режимів оброблення;

- підвищення точності оброблення на попередньому переході, тобто використання високоточного спорядження;

- застосування систем із зворотнім зв'язком, тобто компенсація зміщень формотворних елементів спорядження шляхом силових і кінематичних впливів.

Відомі методи виготовлення гвинтових заготовок [29] дають змогу одержувати діаметральні розміри, що відповідають допускам 12-14 квалітетів точності та кроку з граничною похибкою ± 1 мм. Підвищити точність за кроком можливо калібруванням витків роликівими калібрами. За діаметром точність підвищується проточуванням країв витків. Підібравши оптимальні методи, режими виготовлення гвинтових заготовок і максимальні режими її оброблення, можна реалізувати підвищення точності гвинтових заготовок.

Як відомо з [29], значення швидкості різання під час проточування циліндричних гвинтових заготовок знаходиться в межах 250-400м/хв, із зниженням якої процес проточування порушується і зовнішня гвинтова поверхня деформується.

Дослідженнями обточування конусних поверхонь [29] встановлено, що в діапазоні швидкостей 250-400 м/хв для відношення діаметрів конуса $D/d > 1,6$ швидкість різання виходить за межі заданого діапазону, тобто проточування гвинтових заготовок неможливе. Тому проточування гвинтових заготовок можливе на верстатах з ЧПК з регулюванням швидкості різання в процесі робочого ходу.

За експериментальними даними у роботі [30] на ЕОМ виведено апроксимаційні залежності для визначення режимів різання в процесі проточування зовнішнього діаметра гвинтової заготовки.

Глибина різання t призначається залежно від вимог точності розмірів і шорсткості обробленої поверхні: для виготовлення гвинтових заготовок 7-9

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

квалітетів точності з шорсткістю поверхонь $Rz = 10 - 20$ мкм глибина різання $t = 0,4 - 1,5$ мм. Залежно від товщини краю витка максимальна глибина різання становить $t = 2$ мм.

Подачу S визначають залежно від параметра шорсткості Ra і товщини краю витка h за формулою [29]:

$$S = 0,018Ra^{1,5}r_p^{0,5}V^{0,28}h^{0,5}(90 + \gamma)^{-0,2}, \quad (1.3)$$

де r_p – радіус біля вершини різця;

V – швидкість різання;

γ – передній кут різця.

Швидкість різання V визначається за формулою [29]:

$$V = \frac{280}{T^{0,2}S^{0,2}t^{0,15}}K_sK_\phi K_m, \quad (1.4)$$

де T – стійкість різця;

K_s – коефіцієнт, що враховує товщину крайки витка гвинтової заготовки;

K_ϕ – коефіцієнт, що враховує форму різця, $K_\phi = 1$ для $r = 2$ мм;

K_m – коефіцієнт, що враховує матеріал гвинтової заготовки, $K_m = 350/\sigma_B$;

де σ_B – допустиме напруження на розтяг.

Значення сили різання визначається за формулою [29]

$$P_z = 3500 \cdot V^{-0,18} S^{0,95} 0,25h \cdot K_{напр} \cdot K_{спр}, \quad (1.5)$$

де $K_{напр}$ – коефіцієнт, що залежить від напрямку гвинтової лінії витка гвинтової заготовки; $K_{напр} = 1,1$ – для проточування у напрямку гвинтової лінії; $K_{напр} = 0,9$ проти напрямку гвинтової лінії;

$K_{спр}$ – коефіцієнт, що враховує спрацювання різця, $K_{спр} = 0,8-1$.

Для підвищення точності еліптичних гвинтових поверхонь застосовують їх проточування, розточування або шліфування [29].

					ДР 18-533.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спосіб проточування і розточування перервних еліпсних гвинтових поверхонь рис. 1.5, за яким оброблюваній деталі надається обертовий рух навколо своєї осі, а різцю – поступальне переміщення паралельно осі оброблюваної деталі, представлено в роботі [29].

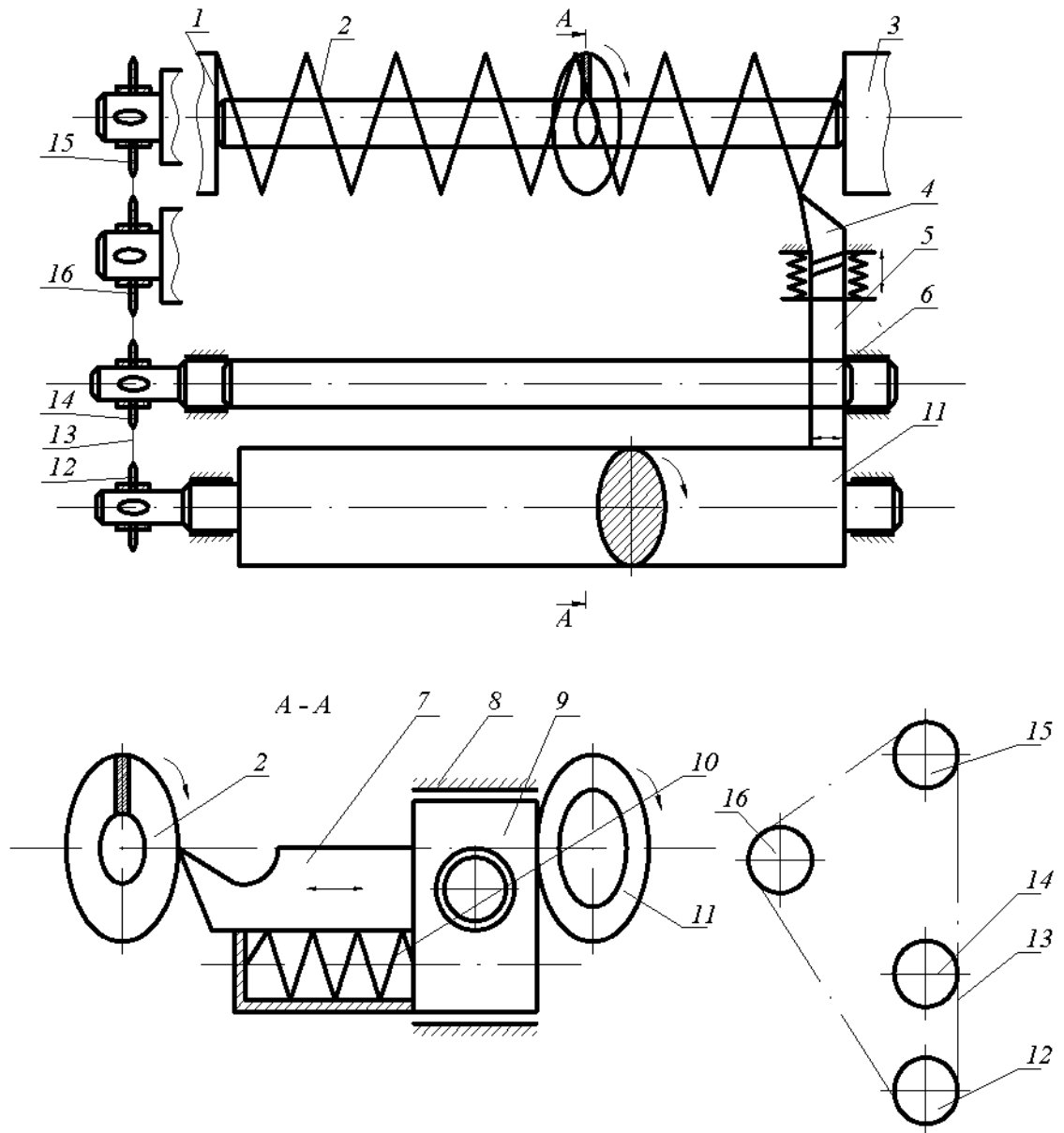


Рисунок 1.5 - Технологічна схема проточування еліпсних гвинтових поверхонь [29].

У роботі [29] встановлено, що в процесі розточування отворів з невеликим внутрішнім діаметром у нежорстких гвинтових заготовках із в'язких матеріалів, які утворюють виту стружку, спостерігається тертя стружки до обробленої

поверхні та заклинювання її в отворі, тобто якість обробленої поверхні залежить від характеру закручування стружки. Тому необхідно передбачити заходи зменшення радіуса R_3 завивання стружки до умови: $R_3 < R_0$, де R_0 – радіус оброблюваного отвору (рис. 1.6.)

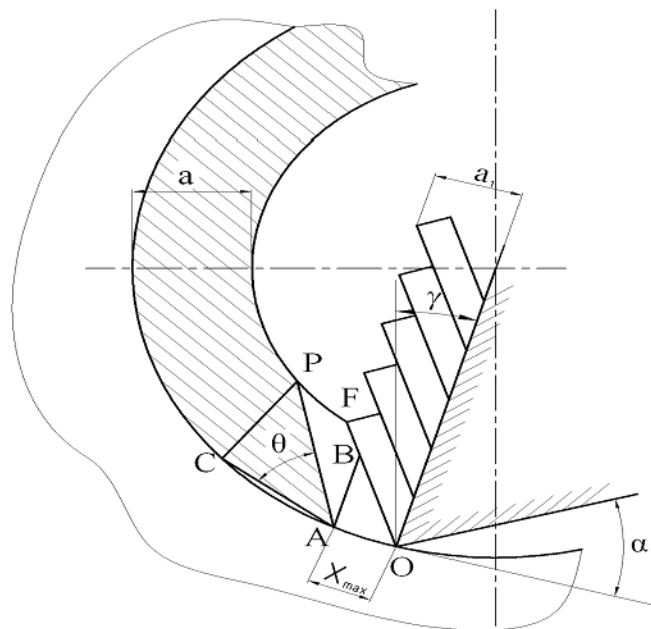


Рисунок 1.6 - Схема стружкоутворення при розточуванні гвинтової заготовки [29]

У роботі [29] відмічено, що процес розточування внутрішньої поверхні гвинтової заготовки (ГЗ) характеризується перервним точінням із значними динамічними навантаженнями, які виникають у елементах конструкції верстату, різцетримача, інструменту (різця) та оброблюваної деталі (нежорсткої гвинтової деталі). Наявність вказаних навантажень значно погіршує процес оброблення, якість та точність внутрішньої поверхні, негативно впливає на стійкість інструменту. Тому на основі схеми рис. 1.7 проведено дослідження динаміки процесу розточування гвинтових заготовок.

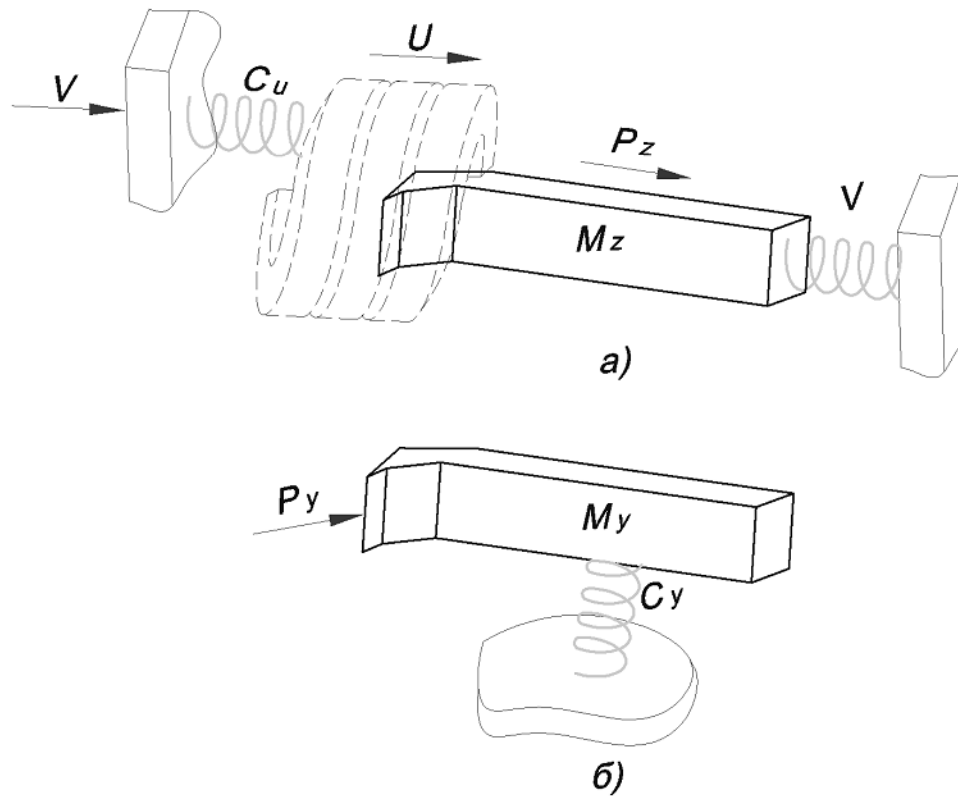


Рисунок 1.7 - Розрахункова схема динамічної моделі розточування гвинової заготовки в площині дії:

а) тангенційної сили P_z ; б) радіальної сили P_y [29]

Отримані результати чисельного інтегрування для даних, представлених у таблиці 1.1, наведено на графіках (рис. 1.8 - 1.11).

На графіку (рис. 1.10) зображено відповідні деформації різцетримача у тангенційному (крива 1) та радіальному (крива 2), які за характером відповідають зусиллям (рис. 1.11).

Таблиця 1.1 – Числові значення коефіцієнтів у рівняннях [29]

c_U	1 000 000 Н/м	C_{Pz}	10 000 000 Н/м
c_z	100 000 000 Н/м	C_{Py}	5 000 000 Н/м
c_y	10 000 000 Н/м	v	3.15 м/с
M_U	0.1 кг	R_1	0.03 м
M_z	30 кг	R_2	0.06 м
M_y	30 кг	t_0	0.001 м
h	0.005 м	γ	0.5

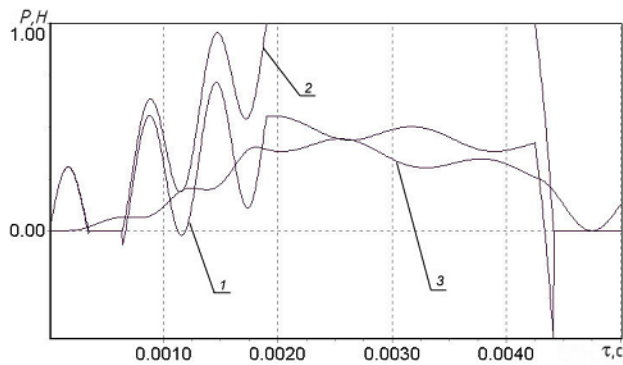


Рисунок 1.8 - Зміна дійсної глибини різання (1), відхилення ГЗ (2) та розрахункової глибини різання (3) у часі [29]

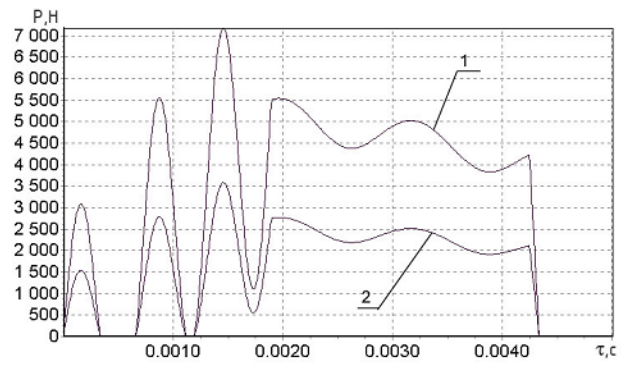


Рисунок 1.9 - Зміна тангенційної (1) та радіальної (2) сил різання в часі [29]

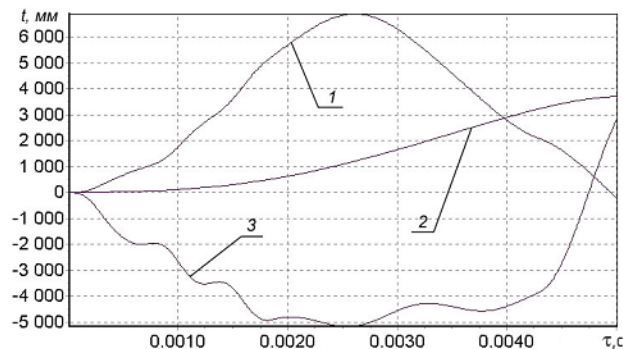


Рисунок 1.10 - Зміна тангенційної (1) та радіальної (2) складових динамічних зусиль у пружних елементах різцетримача та зусиль у тілі ГЗ (3) у часі [29]

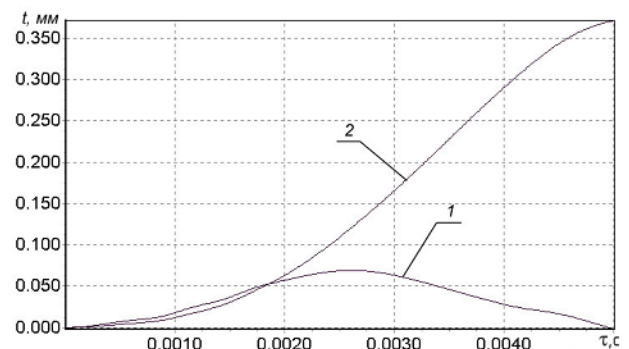


Рисунок 1.11 - Деформація різцетримача у тангенційному (1) та радіальному (2) напрямках у часі [29]

1.2. Висновки та постановка задач на дипломну роботу магістра

Аналіз процесів проточування і розточування гвинтових заготовок показав про значну зацікавленість ними в наукових колах. Зокрема, запропоновано конструкції пристроїв та досить широко досліджено сили різання та стійкість різця, представлено динамічні моделі даних процесів. Проте, питанню якості обробленої поверхні присвячено мало уваги, а динамічні моделі досліджують коливання лише різця. Тому вивченню впливу технологічних параметрів на шорсткість обробленої поверхні та на величину деформації матеріалу гвинтової заготовки потрібно присвятити особливу увагу.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-533.00.00

Арк.

Для досягнення мети в роботі поставлені такі завдання:

- підібрати обладнання, затискні пристрої, заготовки та різці для розточування внутрішніх діаметрів гвинтових заготовок, а також прилади для вимірювання шорсткості обробленої поверхні;

- провести експериментальні дослідження шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування від зміни трьох основних технологічних та конструктивних факторів: подачі розточного різця, товщини витка гвинтової заготовки та швидкості різання.

- провести трьохмірне моделювання гвинтових заготовок та визначити напруження та деформації методом кінцевих елементів, що виникають у гвинтовій заготовці під час токарної обробки;

- вдосконалити існуючий технологічний процес виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1. Експериментальні дослідження шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки після розточування

Відповідно до поставлених завдань, проведених попередніх практичних досліджень, літературного огляду програма експериментальних досліджень складалась із таких етапів:

1. Підібрати обладнання, затискні пристрої, заготовки та різці для розточування внутрішніх діаметрів гвинтових заготовок, а також прилади для вимірювання шорсткості обробленої поверхні.

2. Провести експериментальні дослідження шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування від зміни трьох основних технологічних та конструктивних факторів: подачі розточного різця, товщини витка гвинтової заготовки та швидкості різання.

Для розточування внутрішніх діаметрів гвинтових заготовок використовувались стандартні розточні різці із швидкорізальної сталі Р6М5, що здатні протистояти ударним навантаженням навідну від різців з пластинами із твердого сплаву, передній кут різця становив $\gamma=10^\circ$, задній кут - $\alpha=10^\circ$, радіус заокруглення при вершині різця $\rho=1,0\text{мм}$.

Обробка проводилась на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16К20 із стандартним трьохкулачковим патроном. Оскільки відбувалось розточування попередньо сформованої гвинтової заготовки з кроком 50 мм, прийнято рішення стиснути її в осьовому напрямку, досягнувши кроку, що відповідає товщині витків. Для зменшення витрат при проведенні експерименту не проводилось проектування та виготовлення спеціального затискного

					<i>ДР 18-533.00.00</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Островський</i>				<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>						
<i>Реценз.</i>					НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТНТУ каф. ТМ гр. МТмз -61		
<i>Н. контр.</i>							
<i>Затв.</i>							

пристрою, а для фіксації витків у стиснутому стані проводилось їх зварювання в трьох точках на діаметрі витка. Фотографія сформованої заготовки представлена на рис. 2.1



Рисунок 2.1 – Фотографія стиснутої та звареної гвинтової заготовки:
1 – витки гвинтової заготовки; 2 – місця зварювання витків; 3 – розточена поверхня гвинтової заготовки

Процес розточування гвинтової заготовки на токарно-гвинторізному верстаті 16К20 представлено на рис. 2.2

Після затуплення різців проводилось їх періодичне заточування. Також забезпечувалась постійна глибина різання 1 мм.

Шорсткість обробленої поверхні визначали за даними профілограм, одержаних за допомогою профілографа-профілометра V-314 з подальшим розшифруванням та статистичним обробленням результатів.

Фотографію процесу вимірювання шорсткості розточеної поверхні гвинтової заготовки профілографом-профілометром представлено на рис. 2.3.



Рисунок 2.2 – Процес розточування гвинтової заготовки на токарно-гвинторізному верстаті 16К20: 1 – трьохкулачковий патрон; 2 – гвинтова заготовка у стиснутому стані; 3 – різцетримач; 4 – розточний різець



Рисунок 2.3 – Фотографія процесу вимірювання шорсткості розточеної поверхні гвинтової заготовки профілографом-профілометром: 1 – гвинтова заготовка; 2 – профілограф-профілометр

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-533.00.00

Арк.

Для визначення впливу технологічних та конструктивних факторів процесу розточування гвинтових заготовок із сталі 08 (незалежних факторів x_i) на шорсткість обробленої поверхні (параметр оптимізації Ra) проведено повнофакторні експерименти, тобто встановлення шорсткості обробленої поверхні гвинтових заготовок від зміни трьох основних факторів: подачі розточного різця S , товщини витка гвинтової заготовки h та швидкості різання V , тобто $Ra=f(S,h,V)$.

Експеримент в одній точці плану повторювали три рази. Експериментальні дані оброблено на основі загальновідомих методик регресійного аналізу [31].

Функцію відгуку, тобто шорсткість обробленої поверхні гвинтових заготовок $Ra=f(S,h,V)$, визначену експериментальним методом, представлено у вигляді повного квадратичного полінома, використовуючи програмне забезпечення математичне моделювання. Результати вибору рівнів зміни і кодування факторів наведено у табл. 2.1.

Формування початкової таблиці проведено на основі попередніх даних розточування заготовок. Змінними факторами експерименту ПФЕ 3^3 були величини:

- подача розточного різця S , яку кодували індексом x_1 ;
- товщина витка гвинтової заготовки h , яку кодували індексом x_2 ;
- швидкість різання V , яку кодували індексом x_3 .

Під час експериментів також проводилась вибірка для встановлення стабільності процесу проточування та точності вимірювання обробленої поверхні і розсіювання одержаних даних.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 - Результати вибору рівнів варіювання та кодування факторів при встановлення шорсткості обробленої поверхні гвинтових заготовок після розточування

Фактори	Позначення		Інтерв. варіюв.	Рівні варіювання, натур.(кодовані)		
	натур.	код.				
Подача розточного різця	S , мм/об	x_1	0,05	0,2 (+1)	0,15 (0)	0,1 (-1)
Товщина витка гвинтової заготовки	h , мм	x_2	0,5	2 (+1)	1,5 (0)	1,0 (-1)
Швидкість різання	V , м/хв	x_3	50	200 (+1)	150 (0)	50 (-1)

Значення коефіцієнтів регресії, що встановлені після розточування поверхні гвинтових заготовок та їх вимірювання, а також обробки даних, представлено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 - Значення встановлених коефіцієнтів рівнянь регресії

Коеф.	b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{11}	b_{22}	b_{33}
Сталь 08	7,28	0,384	-0,603	-0,598	-0,031	-0,031	0,049	-0,054	0,101	0,086

Загальний вигляд рівняння шорсткості обробленої поверхні гвинтових заготовок після розточування залежно від зміни: подачі розточного різця S , товщини витка гвинтової заготовки h та швидкості різання V , тобто $Ra_{(x_1, x_2, x_3)} = f(S, h, V)$ за результатами проведених експериментів у кодованих значеннях дорівнює:

- під час розточування гвинтових заготовок із сталі 08:

$$Ra_{(x_1, x_2, x_3)} = 7,28 + 0,384x_1 - 0,603x_2 - 0,598x_3 - 0,031x_1x_2 - 0,031x_1x_3 + 0,049x_2x_3 - 0,054x_1^2 + 0,101x_2^2 + 0,086x_3^2, \quad (2.1)$$

де x_1 - кодоване значення подачі розточного різця x_2 - кодоване значення товщини витка гвинтової заготовки; x_3 - кодоване значення швидкості різання.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усі коефіцієнти рівняння регресії (2.1) є значущими.

Після перетворення та спрощення у фізичних величинах рівняння регресії (2.1) записано в кінцевому вигляді:

- під час розточування гвинтових заготовок із сталі 08:

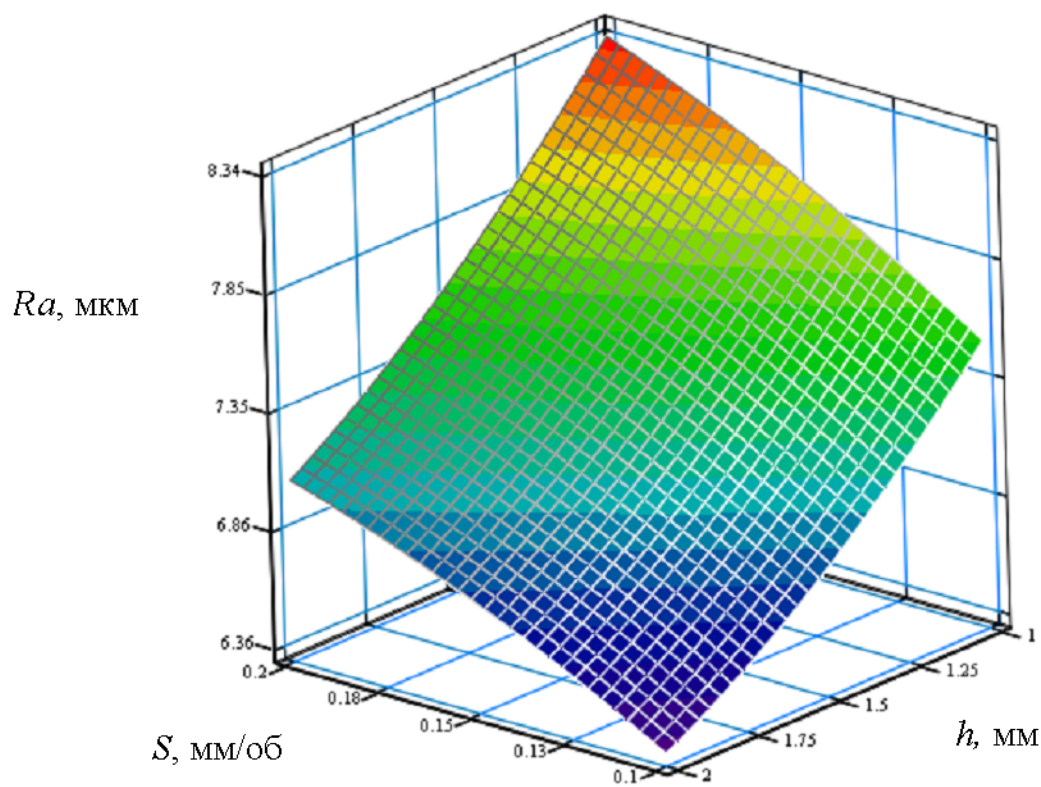
$$Ra_{(S,h,V)} = 10,81 + 17,88S - 2,52h - 0,023V - 1,24Sh - 0,0124SV + 0,00196hV - 21,6S^2 + 0,4h^2 + 3,44 \cdot 10^{-5}V^2. \quad (2.2)$$

Одержані рівняння регресії (2.1) та (2.2) можна використовувати для прогнозування шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування залежно від подачі розточного різця S , товщини витка гвинтової заготовки h та швидкості різання V у таких межах змінних початкових факторів:

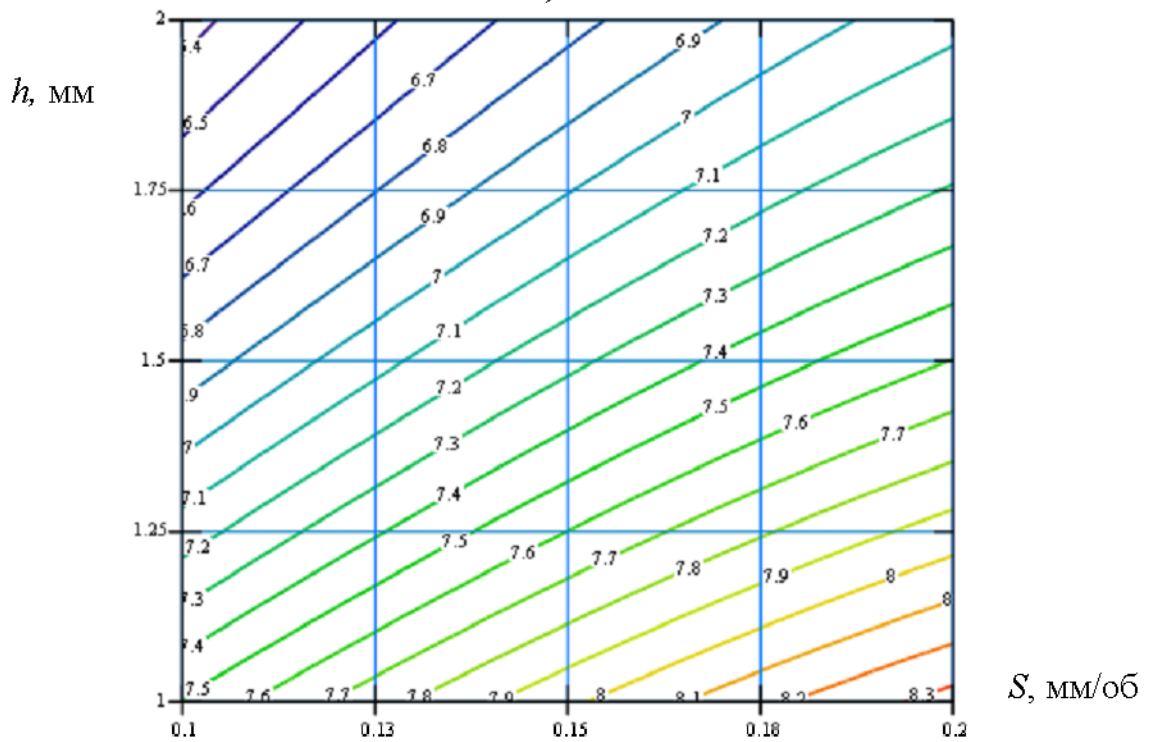
$$0,1 \leq S \leq 0,2 \text{ (мм/об)}; 1 \leq h \leq 2 \text{ (мм)}; 100 \leq V \leq 200 \text{ (м/хв)}.$$

Графічні значення результатів залежності шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування, одержаних із застосуванням програмного забезпечення, представлено на рис. 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а)



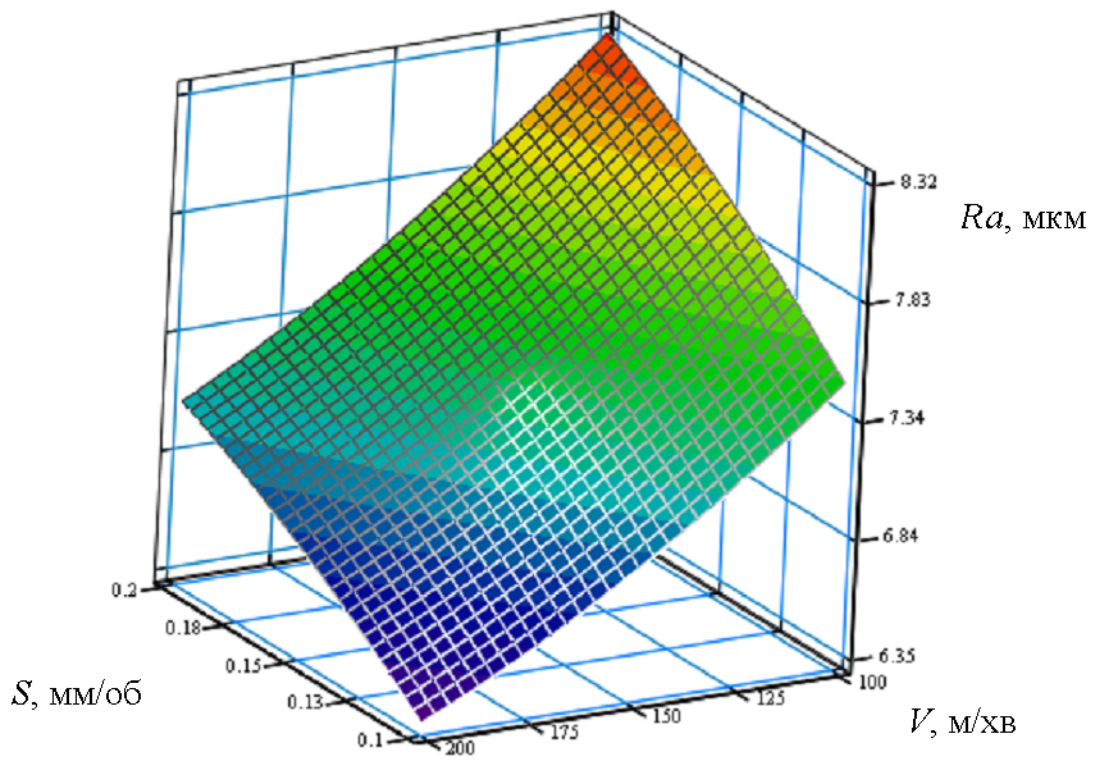
б)

Рисунок 2.4 - Поверхня відгуку (а) та двовірний переріз поверхні відгуку (б) залежності шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування від подачі розточного різця S та товщини витка гвинтової заготовки h ($V=150\text{м/хв}$)

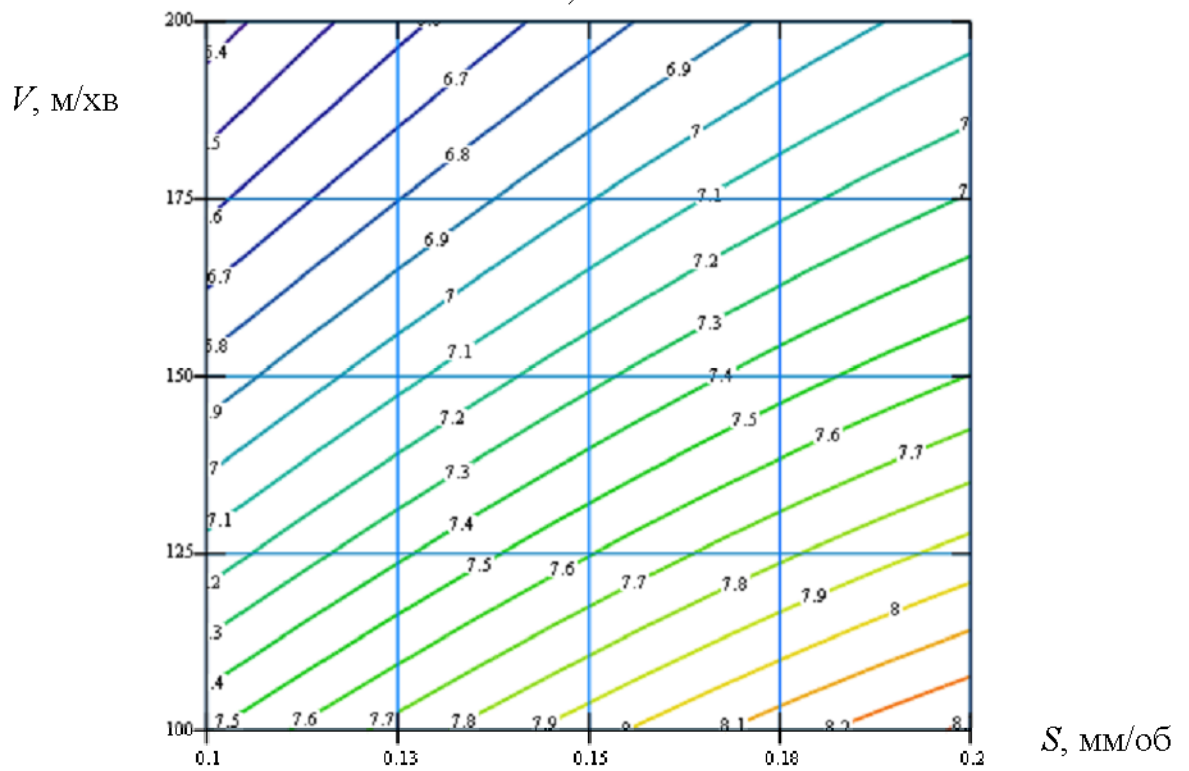
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-533.00.00

Арк.



а)



б)

Рисунок 2.5 - Поверхня відгуку (а) та двовірний переріз поверхні відгуку (б) залежності шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування від подачі розточного різця S та швидкості різання V ($h=1,50\text{мм}$)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-533.00.00

Арк.

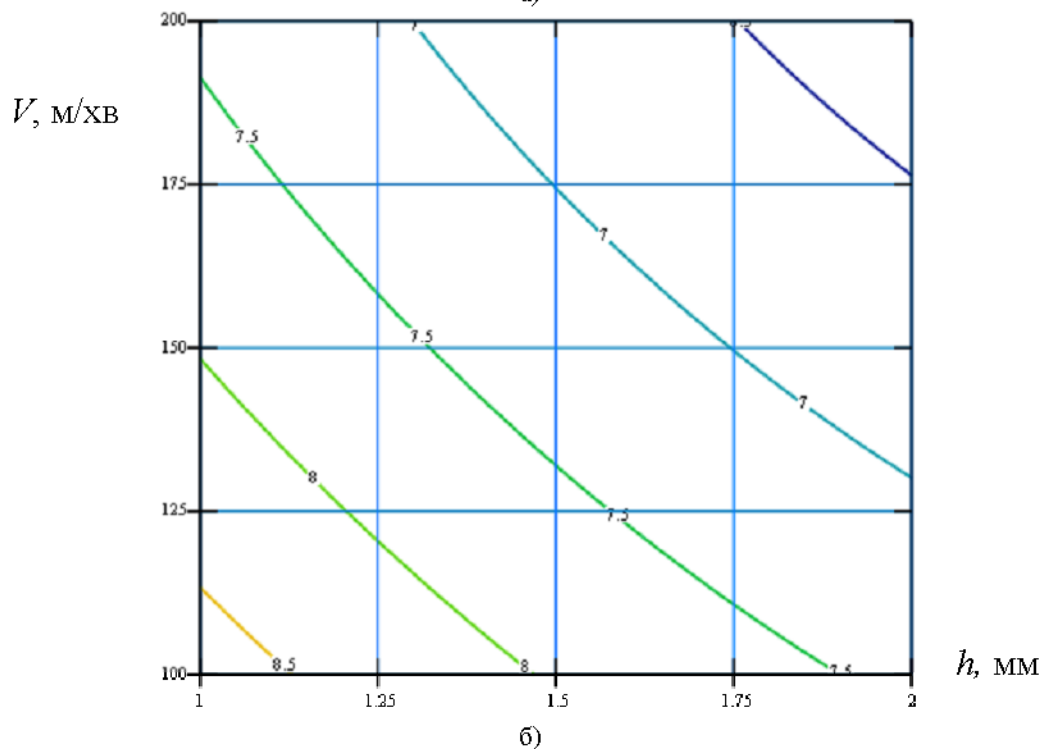
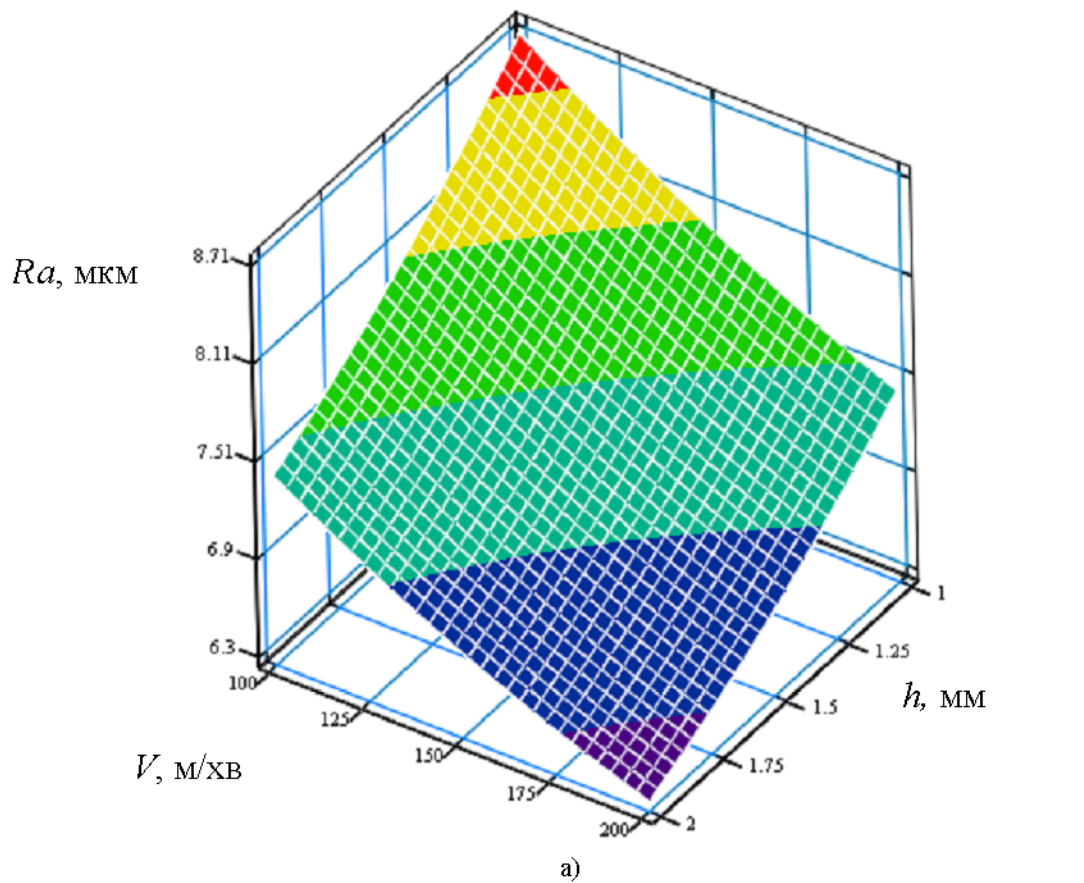


Рисунок 2.6 - Поверхня відгуку (а) та двовірний переріз поверхні відгуку (б) залежності шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування від товщини витка гвинтової заготовки h та швидкості різання V ($S=0,15\text{мм/об}$)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-533.00.00

Арк.

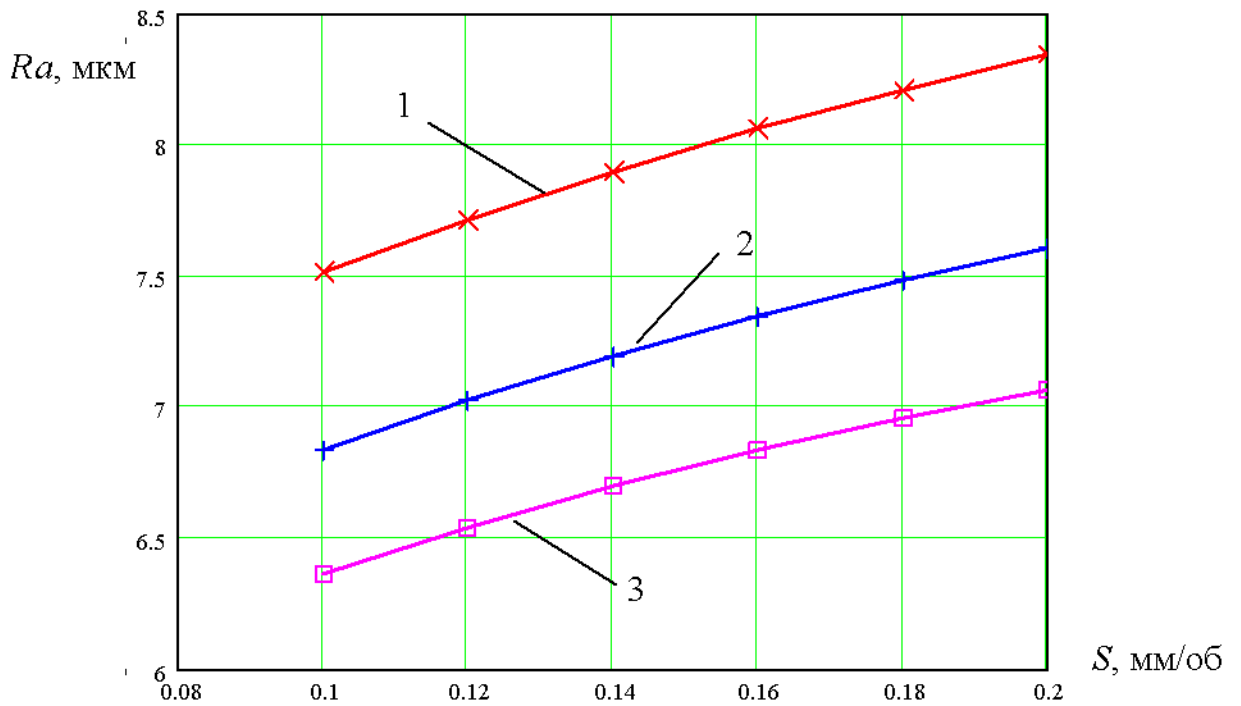


Рисунок 2.7 – Графіки залежності шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування від подачі розточного різця S , $V=150$ м/хв: 1) $h=1$ мм; 2) $h=1,5$ мм; 3) $h=2$ мм

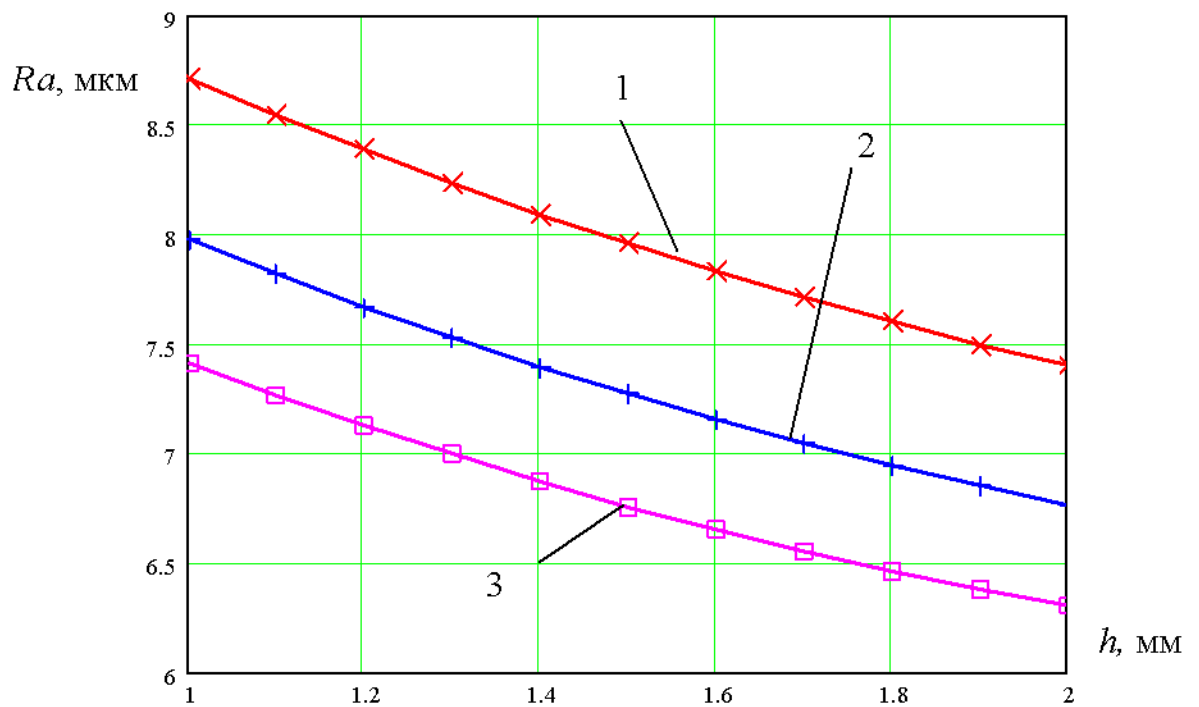


Рисунок 2.8 – Графіки залежності шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування від товщини витка гвинтової заготовки h , $S=0,15$ м/об: 1) $V=100$ м/хв; 2) $V=150$ м/хв; 3) $V=200$ м/хв

З рисунків 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, та на основі аналізу рівняння регресії (2.2) встановлено, що із збільшенням товщини витка гвинтової заготовки h та швидкості різання V шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування зменшується, при цьому збільшення подачі розточного різця S призводить до збільшення шорсткості обробленої поверхні.

Максимальне значення шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування становить 9,11 мкм, а мінімальне – 5,93 мкм. Збільшення подачі розточного різця S від 0,1 мм/об до 0,2 мм/об призводить до зростання шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки в 1,11 рази. Збільшення товщини витка гвинтової заготовки h від 1 мм до 2 мм створює передумови для зниження шорсткості розточеної поверхні в 1,18 рази, а збільшення швидкості різання V від 100 до 2000 м/хв надає зменшення шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки в 1,17 рази. Тому внутрішні поверхні гвинтових заготовок доцільно розточувати при підвищених частотах обертання шпинделя із зменшенням подачі розточного різця.

2.2. Визначення напружень та деформацій методом кінцевих елементів, що виникають у гвинтовій заготовці під час токарної обробки

В процесі теоретичних досліджень проведено 3D моделювання гвинтової заготовки за допомогою прикладної програми. У вікні програми задано матеріал заготовки сталь 08, товщина витка гвинтової заготовки складала 2 мм. Під час розрахунків на створену модель накладалась обмеження та зовнішні навантаження у вигляді сил різання, що виникають під час токарної обробки, після цього створена кінцево-елементна сітка на створену трьохмірну модель.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У результаті числового моделювання отримали у вигляді графічного відображення стан напружень та деформацій гвинтової заготовки в процесі токарної обробки. Моделювання при дослідженнях проводилось для таких трьох випадків:

1. Проточування гвинтової заготовки без центрального вала із закріпленням на двох опорах: в патроні та обертовому задньому центрі. Такі заготовки використовуються у гнучких гвинтових конвеєрах.

2. Проточування гвинтової заготовки з центральним валом із закріпленням на двох опорах: в патроні та обертовому задньому центрі. Такі заготовки використовуються у шнекових транспортерах.

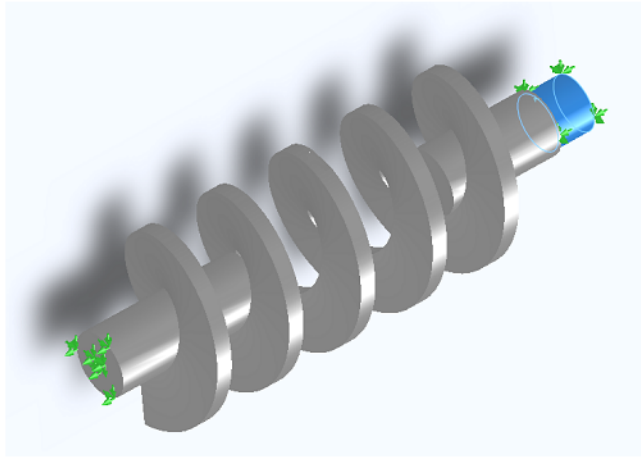
3. Проточування гвинтової заготовки з центральним валом із консольним закріпленням в патроні.

Проведена послідовність моделювання включала створення 3-D моделі гвинтової заготовки із сталі 08, генерування на її основі кінцево-елементної сітки, накладання зовнішніх граничних умов, що визначають закріплення заготовки (рис. 2.9), формування зовнішнього навантаження силами різання (рис. 2.10). Сила різання становила 150 Н. У вікнах програми одержували графічне відображення напружень (рис. 2.11, 2.13, 2.15) та деформацій (рис. 2.12, 2.14, 2.16), що виникають у гвинтовій заготовці під час дії на неї сили різання в процесі токарної обробки.

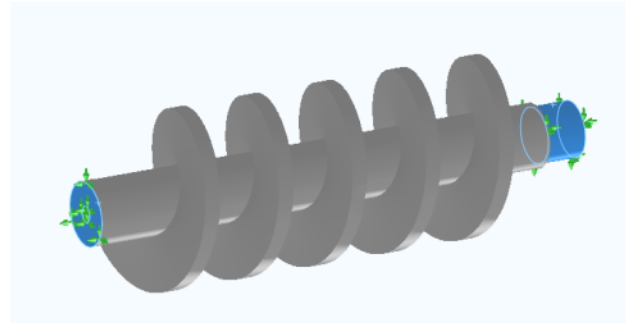
В результаті аналізу результатів моделювання встановлено, що при проточуванні гвинтової заготовки без центрального вала із закріпленням в патроні та обертовому задньому центрі максимальні напруження досягають 220 МПа при основі витків, максимальні деформації – 0,13 мм, при цьому запас міцності становив 1,28.

При проточуванні гвинтової заготовки з центральним валом із закріпленням в патроні та обертовому задньому центрі максимальні напруження досягають 41,8 МПа у місці дії сили різання, максимальні деформації – 0,005 мм, при цьому запас міцності становив 6,75.

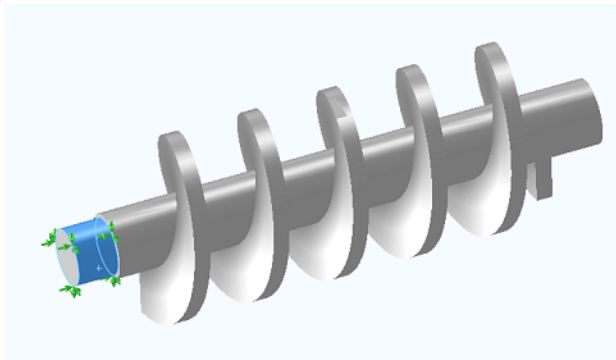
					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



а)

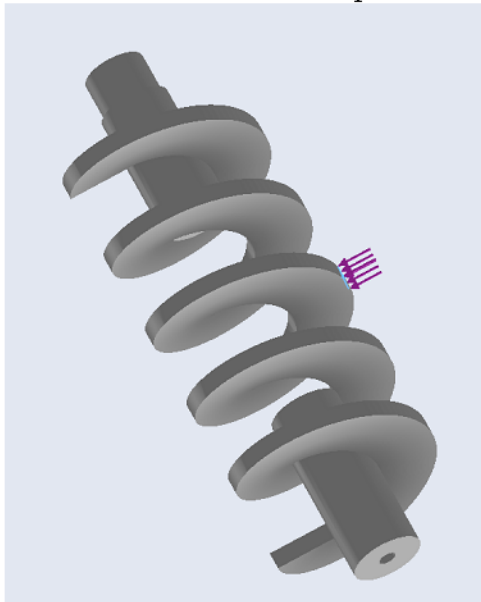


б)

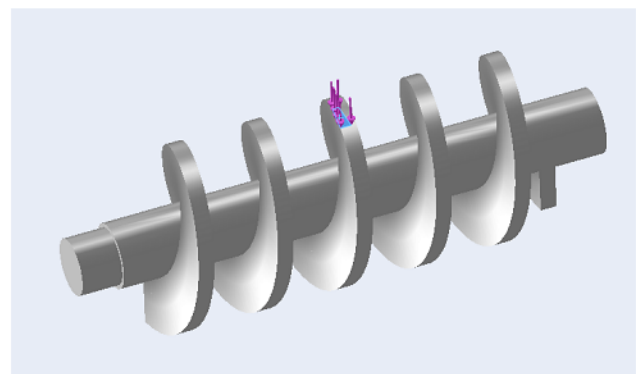


в)

Рисунок 2.9 – Накладання граничних умов на гвинтову заготовку: а) закріплення гвинтової заготовки без центрального вала на двох опорах; б) закріплення гвинтової заготовки із центральним валом на двох опорах; в) консольне закріплення гвинтової заготовки



а)



б)

Рисунок 2.10 - Формування навантаження силами різання: а) на гвинтову заготовку без центрального вала; б) з центральним валом

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-533.00.00

Арк.

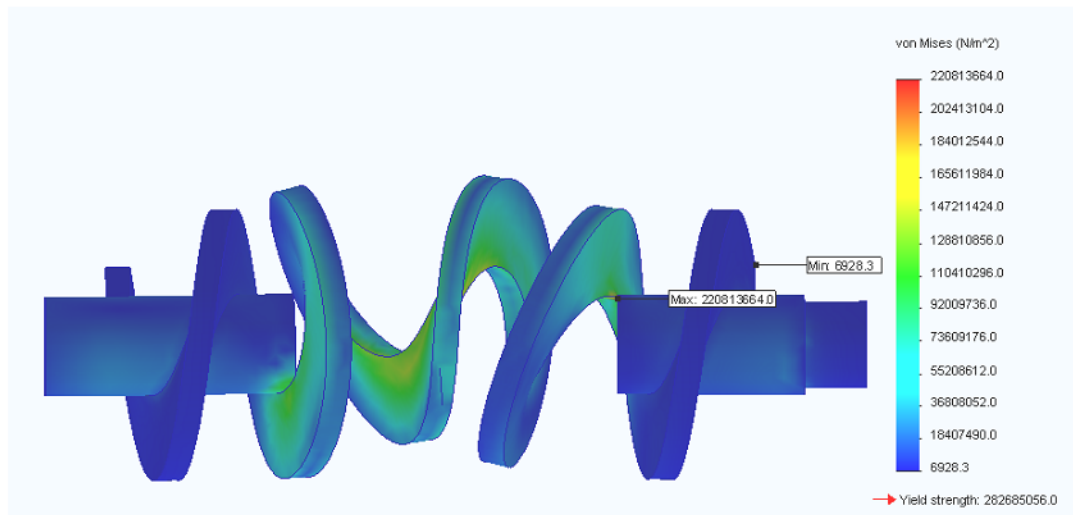


Рисунок 2.11 - Напруження, що виникають у гвинтовій заготовці без центрального вала на двох опорах

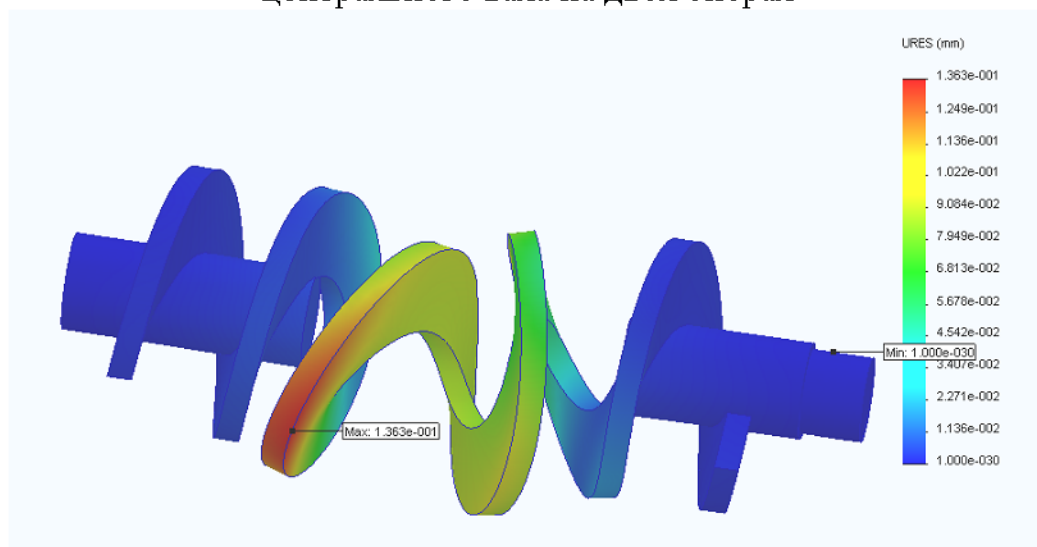


Рисунок 2.12 – Деформації, що виникають у гвинтовій заготовці без центрального вала на двох опорах

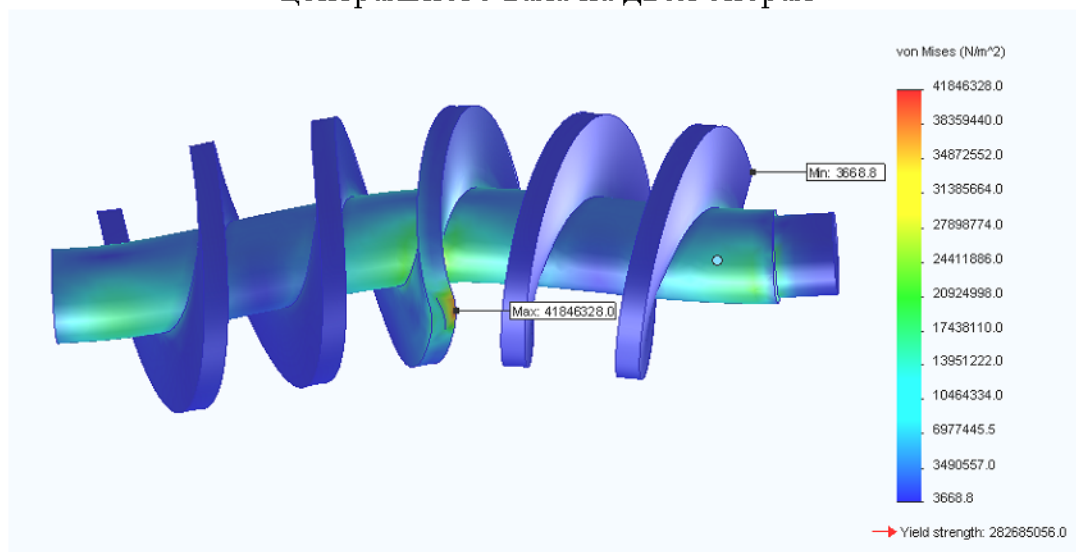


Рисунок 2.13 - Напруження, що виникають у гвинтовій заготовці із центральним валом на двох опорах

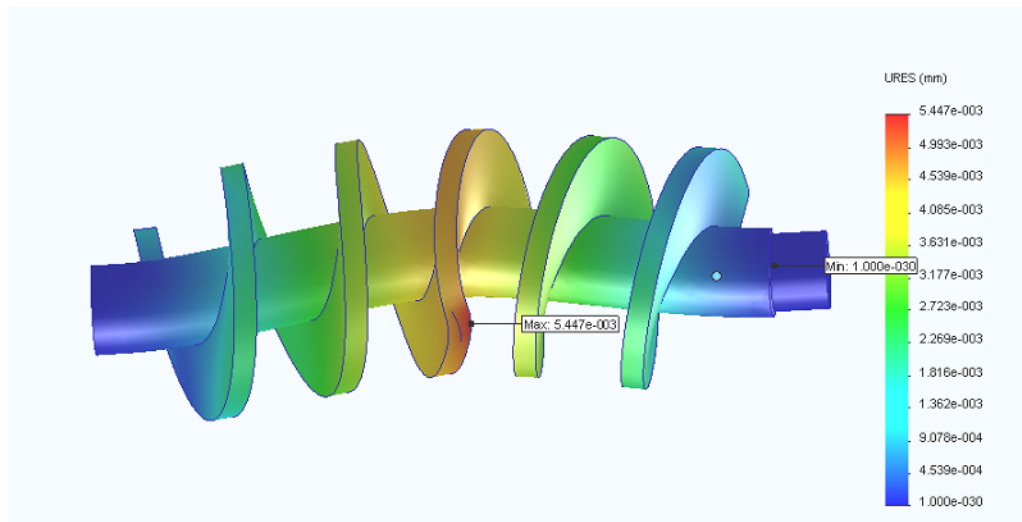


Рисунок 2.14 – Деформації, що виникають у гвинтовій заготовці із центральним валом на двох опорах

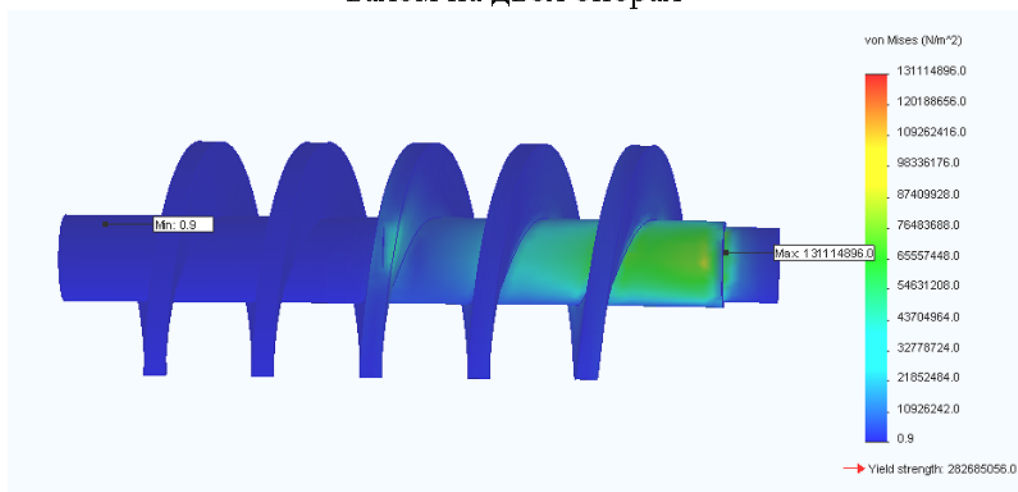


Рисунок 2.15 - Напруження, що виникають у гвинтовій заготовці із центральним валом та консольним закріпленням

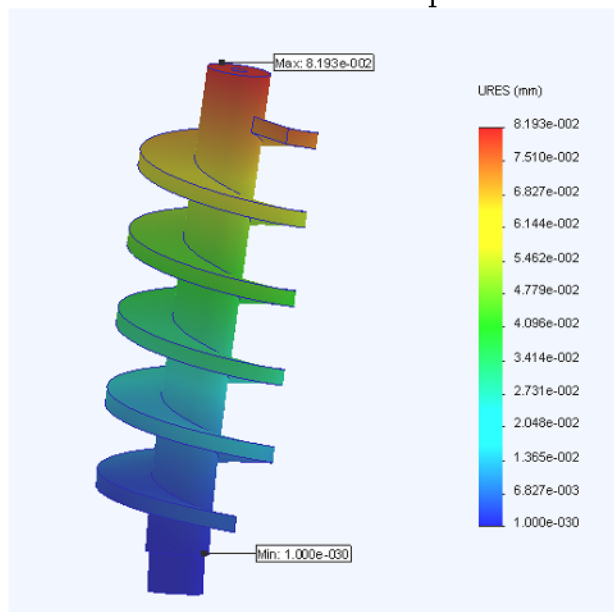


Рисунок 2.16 - Деформації, що виникають у гвинтовій заготовці із центральним валом та консольним закріпленням

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При проточуванні гвинтової заготовки з центральним валом із консольним закріпленням в патроні максимальні напруження досягають 131МПа у місці закріплення вала в патроні, максимальні деформації – 0,08 мм, при цьому запас міцності становив 2,15.

Отже, найкращим варіантом є проточування гвинтової заготовки з центральним валом із закріпленням в патроні та обертовому задньому центрі, оскільки порівняно із проточуванням гвинтової заготовки без центрального вала із закріпленням в патроні та обертовому задньому центрі та проточуванням гвинтової заготовки з центральним валом із консольним закріпленням в патроні максимальні напруження зменшуються у 5,26 та 1,68 рази відповідно, а деформації - у 26 та 16 разів відповідно.

2.3. Висновки

У розділі під час експериментальних досліджень встановлено, що із збільшенням товщини витка гвинтової заготовки h та швидкості різання V шорсткість поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування зменшується, при цьому збільшення подачі розточного різця S призводить до збільшення шорсткості обробленої поверхні.

Максимальне значення шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування становить 9,11 мкм, а мінімальне – 5,93 мкм. Збільшення подачі розточного різця S від 0,1 мм/об до 0,2 мм/об призводить до зростання шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки в 1,11 рази. Збільшення товщини витка гвинтової заготовки h від 1 мм до 2 мм створює передумови для зниження шорсткості розточеної поверхні в 1,18 рази, а збільшення швидкості різання V від 100 до 2000 м/хв надає зменшення шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки в 1,17 рази. Тому внутрішні поверхні гвинтових заготовок доцільно

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розточувати при підвищених частотах обертання шпинделя із зменшенням подачі розточного різця.

Також в результаті моделювання та аналізу результатів встановлено, що при проточуванні гвинтової заготовки без центрального вала із закріпленням в патроні та обертовому задньому центрі максимальні напруження досягають 220 МПа при основі витків, максимальні деформації – 0,13 мм, при цьому запас міцності становив 1,28.

При проточуванні гвинтової заготовки з центральним валом із закріпленням в патроні та обертовому задньому центрі максимальні напруження досягають 41,8 МПа у місці дії сили різання, максимальні деформації – 0,005 мм, при цьому запас міцності становив 6,75.

При проточуванні гвинтової заготовки з центральним валом із консольним закріпленням в патроні максимальні напруження досягають 131МПа у місці закріплення вала в патроні, максимальні деформації – 0,08 мм, при цьому запас міцності становив 2,15.

Отже, найкращим варіантом є проточування гвинтової заготовки з центральним валом із закріпленням в патроні та обертовому задньому центрі, оскільки порівняно із проточуванням гвинтової заготовки без центрального вала із закріпленням в патроні та обертовому задньому центрі та проточуванням гвинтової заготовки з центральним валом із консольним закріпленням в патроні максимальні напруження зменшуються у 5,26 та 1,68 рази відповідно, а деформації - у 26 та 16 разів відповідно.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Службове призначення та характеристика об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб

Деталь “Корпус підшипника” КС6В-48.307, входить у вузол “Шнек КС6В-48.000”, який є частиною бурякозбиральної машини КС6В, і відповідає за його закріплення на рамі, тому виготовлення даної деталі повинно бути ретельно підготовленим і продуманим. Деталь “Корпус підшипника” виготовляється з матеріалу Сталь 35Л ГОСТ 977-88, заготовкою є виливок.

У відповідності із класифікатором ЄСКД [2] деталь “Корпус підшипника” КС6В-48.307 відноситься до 73 класу. Даний клас деталей містить наступну номенклатуру: “не тіла обертання: корпусні, опорні, ємкісні.”

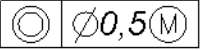
Основними поверхнями деталі для службового призначення деталі, є: внутрішня сферична поверхня $\varnothing 85H7 (+0,035)$, Ra 1,6, яка забезпечує посадку радіального кулькового підшипника кочення; внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 95H13 (+0,54)$, Ra 12,5 – призначена для базування ущільнень; два отвори $\varnothing 13H14 (+0,43)$, $130\pm 0,5$, Ra 25 – призначені для кріплення даної деталі болтами до кронштейнів, забезпечуючи точне її базування у вузлі.

До другорядних відносяться всі решта поверхонь, зокрема: два внутрішніх пази $\varnothing 86$ мм.; R35; h = 26 мм, Ra 25 – призначені для запресування підшипника в корпус; торцеві поверхні 52мм, Ra 25; різевий отвір M10×1-7H – для загвинчування маслянки, яка призначена для подачі мастила до поверхонь тертя (зовнішнього кільця підшипника та корпусу).

Результати аналізу технічних вимог зводимо в таблицю 3.1.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Островський</i>				ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								
						<i>ТНТУ каф. ТМ гр. МТмз -61</i>		

Таблиця 3.1 – Аналіз технічних вимог

Позначення поверхні (поверхонь)	Зміст технічної вимоги	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
1, 11	Торцева поверхня 52h14 _(-0,74) ; Ra 25	Точіння однократне	Шаблон лінійний (52 _{-0,74}) спеціальний
2, 8	Отвір \varnothing 95H13 ^(+0,54) ; L=12 мм; Ra 12,5 	Напівчистове розточування	Калібр-пробка (\varnothing 95) прохідний 8136-0072 H13 ГОСТ 14817-69 Калібр-пробка (\varnothing 95) непрохідний 8136-0119 H13 ГОСТ 14816-69
3, 9	Канавка внутрішня \varnothing 98,5H14 ^(+0,87) ; Ra 12,5 R 0,3; b = 2,2 ^{+0,25} ; Ra 6,3	Розточування канавочним різцем b = 2,2 ^{+0,25} ; R 0,3	Шаблон (2,2 мм) спеціальний Спец. штангенциркуль
4, 10	Внутрішня фаска 1×45°; Ra 25	Розточування	Фаскомір 1×45° спеціальний
7	Сфера \varnothing 85H7 ^(+0,035) ; Ra 1,6	Розточування тонке	Нутромір 50-100-1 ГОСТ 9244-75 Головка 2ИГ ГОСТ 18833-73 Взірці шорсткості ГОСТ 9378-75
5, 6	Внутрішня канавка R 35 ^{+0,35} ; 26 мм; Ra 25	Фрезерування однократне	Шаблон (R 35 мм) спеціальний ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89
12	Отвір під різь M10×1-7H; \varnothing 8,95 мм, 14,5 мм; Ra 25	Свердління по кондуктору	ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-533.00.00

Арк.

Закінчення таблиці 3.1

1	2	3	4
13	Внутрішня фаска 1×45°; Ra 25	Зенкування	Фаскомір 1×45° спеціальний
14	Різь М10×1-7Н; l = 14,5 мм; Ra 12,5	Нарізання різі мітчиком	Пробка (М10×1) 8221-3046 7Н ГОСТ 166-80
15	Плоска поверхня 160h14; 50h14; 15±0,3; Ra 25	Фрезерування однократне	Шаблон лінійний (15±0,3) спеціальний
16,17	Отвір Ø 13Н14 ^(+0,43) мм, 130±0,5; Ra 25	Свердління по кондуктору	Калібр-пробка двостороній двограничний (Ø13) 8136-0110Н14 ГОСТ 14810-69 Калібр розташування спеціальний А=130±0,5

Деталь “Корпус підшипника” КС6В-48.307 виготовляється з вуглецевої сталі 35Л ГОСТ 977-75 згідно креслення деталі.

В нижченаведених таблицях приводимо хімічний склад, механічні властивості, технологічні властивості даного матеріалу згідно [3].

Таблиця 3.2 – Хімічний склад вуглецевої сталі 35Л ГОСТ 977-75, %

Хімічний елемент	%
(Si)	0,20-0,52
(Cu), не більше	0,30
(Mn)	0,40 – 0,90
(Ni), не більше	0,30
(P), не більше	0,04
(Cr), не більше	0,30
(S), не більше	0,045

Таблиця 3.3 – Механічні властивості сталі 35Л ГОСТ 977-75

Термообробка, стан поставки	Переріз, мм	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU, Дж/м ²	НВ
Нормалізація 860-880 °С. Відпуск 600-630 °С.	<100	280	500	15	25	35	
Гартування 860-880 °С. Відпуск 600-630 °С.	<100	350	550	16	20	30	
Відпал 850 °С, піч	30	255	530	19	34	49	146
Відпал 950 °С, піч.	30	255	530	22	39	64	143

Таблиця 3.4 – Технологічні властивості сталі 35Л ГОСТ 977-75

Зварюваність	Обмежено зварювана
Способи зварювання:	РДЗ, АДЗ під газовим захистом, ЕШЗ. Рекомендується підігрів і наступна термообробка.
Оброблюваність різанням	В термообробленому стані при НВ 160 $K_{vTB.cпл.} = 1,2$; $K_{vшв.ст.} = 0,9$.
Схильність до відпускнуї здатності	не схильна

Таблиця 3.5 – Межа витривалості сталі 35Л ГОСТ 977-75

σ_{-1} , МПа	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	Термообробка, стан сталі
216	490	270	НВ 137-166

Таблиця 3.6 – Лінійні властивості сталі 35Л ГОСТ 977-75

Лінійна усадка, %	1480 – 1490
Показник стійкості до тріщин, Кт.с.	2,2 – 2,3
Рідиннотекучість, Кр.т.	0,8
Схильність до утворення усадочної раковини, Ку.р.	1,0
Схильність до утворення усадочної пористості, Ку.п.	1,2

3.2. Аналіз технологічності конструкції деталі

Дані зведено у таблицю 3.7

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.7 – Кількісні показники технологічності

Назва поверхні. Позначення на кресленні	Кількість поверхонь	Кількість уніфікованих поверхонь	Квалітет точності	Параметр шорсткості по ГОСТ 2789-73	Клас шорсткості (чистоти поверхні)
1	2	3	4	5	6
Торцева поверхня 98h14 _(-0,87)	2	2	14	Rz40	4
Внутрішня ци- ліндрична поверхня Ø76H14 ^(+0,74)	1	1	14	Rz80	3
Зовнішня ци- ліндрична поверхня Ø90h8 _(-0,054)	1	1	8	Ra2,5	6
Торцева поверхня 17±0,2	1	1	14	Rz40	4
Зовнішня циліндрична поверхня Ø110	1	1	16	Rz200	1
Торцева поверхня 10±0,5	1	1	16	Rz200	1
Зовнішня циліндрична поверхня Ø90	1	1	16	Rz200	1
Зовнішня циліндрична поверхня Ø85	1	1	16	Rz200	1
Торцева поверхня 12±0,2	1	1	14	Rz40	4
Радіус заокруглення зовнішній R1,5	1	1	14	Rz40	4
Зовнішня циліндрична поверхня Ø75h12 _(-0,3)	1	1	12	Rz40	4
Фаска зовнішня 1,6×45°	1	1	14	Rz40	4

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закінчення таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 62H12(^{+0,3})$;	1	1	12	Ra6,3	4
Канавка внутрішня $b=1,9^{+0,25} \varnothing 65^{+0,4}$	1	—	14	Rz20	5
Торець внутрішній $8\pm 0,2$	1	1	14	Rz40	4
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 60H10(^{+0,120})$	1	1	10	Ra2,5	6
Торець внутрішній $19\pm 0,2$	1	1	14	Rz40	4
Фаска внутрішня $1,6\pm 0,1 \times 30^\circ$	1	—	14	Rz80	3
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 70H14(^{+0,74})$	1	1	14	Rz80	3
Торець внутрішній $62H15(^{+1,2})$	1	1	15	Rz40	4
Фаска зовнішня $1,6 \times 45^\circ$	1	1	14	Rz80	3
Канавка зовнішня $b=4H12; \varnothing 85,3h11$ $\left[\begin{array}{c} \nearrow \\ 0,06 \\ A \end{array} \right]$	1	—	12	Rz20	5
Отвір наскрізний $\varnothing 12H14(^{+0,43}) l=10$; $\left[\begin{array}{c} \oplus \\ 0,4 \\ A \end{array} \right]$	3	3	14	Rz80	3
Отвір наскрізний $\varnothing 4H14(^{+0,3}) l=14$; $120^\circ \pm 30'$, Ra12,5	3	3	14	Ra12,5	4
Лиски 52h14 $(-0,74)$; Ra12,5	3	3	14	Ra12,5	4
Разом	32	30			

Арк.

ДР 18-533.00.00

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Коефіцієнт точності обробки

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{T_{\text{cp}}}, \quad (3.1)$$

$$T_{\text{cp}} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{14 \cdot 12 + 13 \cdot 5 + 7 \cdot 1}{18} = 13,3;$$

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{13,3} = 0,92.$$

При $K_{\text{т.ч.}} = 0,92 > 0,8$ деталь технологічна.

Коефіцієнт шорсткості.

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{B_{\text{cp}}}, \quad (3.2)$$

$$B_{\text{cp}} = \frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{6 \cdot 1 + 4 \cdot 2 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 12}{18} = 2,6.$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{2,6} = 0,38.$$

При $K_{\text{ш}} = 0,38 > 0,16$ деталь технологічна.

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів

$$K_{\text{у.е.}} = \frac{N_{\text{у.е.}}}{N_e} = \frac{15}{18} = 0,83. \quad (3.3)$$

Деталь технологічна.

3.3. Аналіз типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва – крупносерійний [1] відповідно до завдання
 $N = 90000$ шт. і маси деталі $m = 1,95$ кг.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4. Вибір способу одержання заготовки

Приймаємо для порівняння такі методи отримання заготовки:

- 1) лиття в кокінь;
- 2) лиття в піщані форми при машинній формовці по металевих моделях із складанням стержнів.

Для лиття в кокінь згідно додатку [1] С. 95, дод. Е 8.1: класи точності розмірів і мас – 7 кл; ряд припусків на механічну обробку – 2.

Для лиття в піщані форми при машинній формовці: класи точності розмірів і мас – 11 кл; ряд припусків на механічну обробку – 4.

Визначаємо масу заготовки:

$$Q = V_{\text{заг}} \cdot \rho, \quad (3.4)$$

де ρ – густина сталі 35Л ГОСТ 977-75 $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$.

Загальні табличні припуски в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Загальні припуски і розміри заготовки

Оброблювана поверхня, її розмір, точність	Параметр шорсткості деталі, мкм	Допуск заготовки, мм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки із граничними відхиленнями
1) Лиття в кокінь 7 кл. точності розмірів і мас, 2 ряд припусків				
Торцева поверхня 52h14 _(-0,74)	Ra 25	1,0	1,4 × 2 = 2,8	54,8±0,5
Сферичний отвір Ø80,26	Ra 1,6	1,1	2,4 × 2 = 4,8	Ø75,46±0,55
Плоска 55±0,3	Ra 25	1,0	1,4	56,4±0,5
2) Лиття в піщані форми при машинній формовці по металевих моделях із складанням стержнів 11 кл. точності розмірів і мас, 4 ряд припусків				
Торцева поверхня 52h14 _(-0,74)	Ra 25	4,0	5,0 × 2 = 10,0	62±2,0
Сферичний отвір Ø80,26	Ra 1,6	4,4	7,5 × 2 = 15,0	Ø65,26±2,2
Плоска 55±0,3	Ra 25	4,0	5,0	60±2,0

Об'єм припусків для першого методу:

$$V_{\text{ц}} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot H}{4}; \quad (3.5)$$

$$V_{\text{п}} = a \cdot b \cdot c, \quad (3.6)$$

Об'єм заготовки для першого методу.

$$V_1 = \frac{\pi \cdot (85^2 - 75,46^2) \cdot 28}{4} = 33646,7 \text{мм}^3,$$

$$V_2 = \frac{2 \cdot \pi \cdot (95^2 - 75,46^2) \cdot 13,4}{4} = 70073,13 \text{мм}^3,$$

$$V_3 = 50 \cdot 40 \cdot 1,3 = 2600 \text{мм}^3,$$

$$V_{\text{заг}} = V_1 + V_2 + V_3 = 33646,7 + 70073,13 + 2600 = 106319,83 \text{мм}^3 = 106,3 \text{см}^3.$$

Визначаємо об'єм заготовки для другого методу отримання заготовки.

$$V_1 = \frac{\pi \cdot (85^2 - 65,26^2) \cdot 28}{4} = 65195,6 \text{мм}^3,$$

$$V_2 = \frac{2 \cdot \pi \cdot (95^2 - 65,26^2) \cdot 17}{4} = 127208,1 \text{мм}^3,$$

$$V_3 = 50 \cdot 40 \cdot 4,2 = 8400 \text{мм}^3,$$

$$V_{\text{заг}} = V_1 + V_2 + V_3 = 65195,6 + 127208,1 + 8400 = 200803,7 \text{мм}^3 = 200,8 \text{см}^3.$$

Визначаємо масу припусків:

$$m_{\text{пр}} = V_{\text{пр}} \cdot \rho, \quad (3.7)$$

Для першого типу заготовки:

$$m_{\text{пр1}} = 106,3 \cdot 7,8 = 829,14 \text{г} \approx 0,83 \text{кг}.$$

Для другого типу заготовки:

$$m_{\text{пр2}} = 200,8 \cdot 7,8 = 1566,27 \text{г} \approx 1,56 \text{кг}.$$

Маси заготовок:

$$Q = q + m_{\text{пр}}, \quad (3.8)$$

Отже:

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_1 = 1,95 + 0,83 = 2,78 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 1,95 + 1,56 = 3,51 \text{ кг.}$$

Розраховуємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{q}{Q}$$

$$K_{\text{в.м1}} = \frac{1,95}{2,78} = 0,7.$$

$$K_{\text{в.м2}} = \frac{1,95}{3,51} = 0,55.$$

3.5. Вибір методів оброблення і технологічних баз

При обробці деталі “Корпус підшипника” КС6В-48.307 на токарних операціях 015, 020 і 025, а також на вертикально-свердлильних операціях 035, 040 в якості пристосувань використовується спеціальне пристосування з базуванням деталі по площині та двох отворах на циліндричний та зрізаний пальці з пневмозатиском. Установчі бази чисто оброблені – два отвори $\varnothing 13\text{H9}^{(+0,043)}$, $130 \pm 0,5$; Ra 12,5 і плоска поверхня $15 - 160 \times 50 \pm 0,3$, при цьому для підвищення точності базування у конструкції деталі заміняємо два отвори $\varnothing 13\text{H14}^{(+0,4)}$ на $\varnothing 13\text{H9}^{(+0,043)}$.

На 005 вертикально-фрезерній операції використовується спеціальне двохмісне пристосування з базуванням деталі по плоскій поверхні, торцю та боковій поверхні з пневмозатиском. Установчі бази на цій операції чорнові.

Деталь на 010 вертикально-свердлильній операції встановлюється в кондукторі двомісному спеціальному з її базуванням по зовнішній поверхні на призму та упором в торець з пневмозатиском.

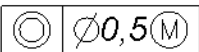
На 030 вертикально-фрезерній операції деталь встановлюється у спеціальному пристосуванні з базуванням по торцю та двох плоских поверхнях з пневмозатиском.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6. Формування маршрутно-операційного технологічного процесу виготовлення виробу з вибором технологічного обладнання

Зводимо в таблицю 3.9.

Таблиця 3.9 – Методи і маршрути обробки поверхонь деталі

№ пов.	Вид поверхні, позначення	Вихідні параметри деталі		Варіанти методів, маршрутів обробки поверхонь	
		Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	1	2
1	2	3	4	5	6
1,11	Торцева поверхня 52h14 _(-0,74)	14	Ra 25	Точіння однократне	Фрезерування
2,8	Отвір Ø95H13 ^(+0,54) ; L=12 мм; 	13	Ra 12,5	Напівчистове розточування	
3,9	Канавка внутрішня Ø 98,5H14 ^(+0,87) ; Ra 12,5 R 0,3; b = 2,2 ^{+0,25}	14	Ra 6,3	Розточування канавочним різцем b = 2,2 ^{+0,25} ; R 0,3 однократне	Фрезерування
4,10	Внутрішня фаска 1×45°	14	Ra 25	Розточування однократне	
7	Сфера Ø85H7 ^(+0,035)	7	Ra 1,6	1. Розточування напівчистове 2. Розточування чистове 3. Розточування тонке	1. Розточування напівчистове 2. Шліфування напівчистове 3. Шліфування чистове
5, 6	Внутрішня канавка R 35 ^{+0,35} ; 26 мм	13	Ra 25	Фрезерування однократне	
12	Отвір під різь M10×1-7H; Ø 8,95 мм, 14,5 мм	14	Ra 25	Свердління по кондуктору	

Закінчення таблиці 3.9

1	2	3	4	5	6
13	Внутрішня фаска $1 \times 45^\circ$	14	Ra 25	Зенкування	Формування комбінованим інструментом
14	Різь M10×1-7H; $l = 14,5$ мм	13	Ra 12,5	Нарізання різі мітчиком	
15	Плоска поверхня 160h14; 50h14; $15 \pm 0,3$	14	Ra 25	Фрезерування однократне	
16, 17	Отвір $\varnothing 13H9^{(+0,043)}$ мм, $130 \pm 0,5$	9	Ra 6,3	1. Свердління та зенкерування комбінованим інструментом по кондуктору 2. Розвертання чорнове	1. Свердління 2. Зенкерування 3. Розвертування чорнове

Розробляємо операційну технологію.

Операція 005. Вертикально-фрезерна.

1. Фрезерувати плоску поверхню 15, витримуючи розміри $52 \pm 0,3$; $160 \pm 0,6$.

Операція 010. Вертикально-свердлильна.

1. Свердлити і зенкерувати два отвори 16, 17, витримуючи розміри $\varnothing 12H14^{(+0,43)}$, $\varnothing 12,79H12^{(+0,11)}$ одночасно.

2. Розвертати остаточно два отвори 16, 17 витримуючи розміри $\varnothing 13H9^{(+0,043)}$; $130 \pm 0,5$ одночасно.

Операція 015. Токарно-револьверна.

1. Встановити заготовку, закріпити.

2. Підрізати торець 1, витримуючи розмір $53,4h14_{(-0,74)}$ з поперечного переднього супорта.

3. Розточити попередньо отвір 7, витримуючи розміри $\varnothing 79,85H11^{(+0,22)}$; $l = 53,4$ мм; розточити попередньо отвір 2 з підрізкою торця, витримуючи розміри $\varnothing 87,85H14^{(+0,87)}$; $l = 12$ мм одночасно з револьверної головки.

Арк.

ДР 18-533.00.00

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

4. Розточити попередньо отвір 2 з підрізкою торця, витримуючи розмір $\varnothing 93,85H14(^{+0,87})$; $l = 12$ мм, розточити внутрішню фаску 4, витримуючи розмір $1,5 \times 45^\circ$ одночасно з револьверної головки.

5. Розточити остаточно отвір 2 з підрізкою торця, витримуючи розміри $\varnothing 95H13(^{+0,54})$; $l = 12$ мм. з револьверної головки.

6. Розточити внутрішню канавку 3, витримуючи розміри $\varnothing 98,5H14(^{+0,87})$; $b = 2,2^{+0,25}$; $R0,3$ з поперечного заднього супорта.

7. Зняти деталь.

8. Перевірити розміри: $53,4h14(-0,74)$; $\varnothing 79,85H11(^{+0,22})$; $l = 53,4$ мм; $1 \times 45^\circ$; $\varnothing 95H13(^{+0,54})$; $\varnothing 98,5H14(^{+0,87})$; $b = 2,2^{+0,25}$; $R0,3$.

9. Контроль 30%.

Операція 020. Токарно-револьверна.

1. Встановити заготовку, закріпити.

2. Підрізати торець 11, витримуючи розмір $52h14(-0,74)$ з поперечного переднього супорта.

3. Розточити попередньо отвір 8 з підрізкою торця, витримуючи розміри $\varnothing 87,85H14(^{+0,87})$; $l = 12$ мм з револьверної головки.

4. Розточити попередньо отвір 8 з підрізкою торця, витримуючи розмір $\varnothing 93,85H14(^{+0,87})$; $l = 12$ мм, розточити внутрішню фаску 10, витримуючи розмір $1,5 \times 45^\circ$ одночасно з револьверної головки.

5. Розточити остаточно отвір 8 з підрізкою торця, витримуючи розміри $\varnothing 95H13(^{+0,54})$; $l = 12$ мм. з револьверної головки.

6. Розточити внутрішню канавку 9, витримуючи розміри $\varnothing 98,5H14(^{+0,87})$; $b = 2,2^{+0,25}$ мм; $R0,3$ з поперечного заднього супорта.

7. Зняти деталь.

8. Перевірити розміри: $52h14(-0,74)$; $1 \times 45^\circ$; $\varnothing 95H13(^{+0,54})$; $\varnothing 98,5H14(^{+0,87})$; $b = 2,2^{+0,25}$; $R0,3$.

9. Контроль 30%.

Операція 025. Сферотокарна.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Розточити попередньо сферу 7, витримуючи розмір $\varnothing 84,92H8^{(+0,054)}$; $l = 28$ мм.

2. Розточити остаточно сферу 7, витримуючи розмір $\varnothing 85H7^{(+0,035)}$; $l = 28$ мм.

Операція 030. Вертикально-фрезерна.

1. Фрезерувати послідовно дві канавки 5,6, витримуючи розміри $\varnothing 90$; $R35H13^{(+0,39)}$; $l = 16$ мм.

Операція 035. Вертикально-свердлильна.

Свердлити отвір 12 під різь і зенкувати фаску 13, витримуючи розміри $\varnothing 8,95H14^{(+0,36)}$; $l = 14,5$ мм; $1 \times 45^\circ$ одночасно.

Операція 040. Вертикально-свердлильна.

Нарізати різь 14, витримуючи розміри $M10 \times 1-7H$; $l = 14,5$ мм.

Операція 045. Контроль.

Таблиця 3.10 – Вибір обладнання та оснащення

№ операції	Назва операції	Назва і модель верстату	Пристосування
1	2	3	4
005	Вертикально-фрезерна	Вертикальний консольно-фрезерний верстат мод. 6P12	Спеціальне двохмісне пристосування з базуванням деталі по плоскій поверхні, торцю та боковій поверхні з пневмозатиском
010	Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат мод. 2H135C	Кондуктор спеціальний двомісний з базуванням деталі по зовнішній поверхні на призму та упором в торець з пневмозатиском Двохшпindelна свердлильна головка
015	Токарно-револьверна	Токарно-револьверний напівавтомат мод. 1416	Спеціальне пристосування з базуванням деталі по площині та двох отворах на циліндричний та зрізаний пальці з пневмозатиском

Закінчення таблиці 3.10

1	2	3	4
020	Токарно-револьверна	Токарно-револьверний напівавтомат мод. 1416	Спеціальне пристосування з базуванням деталі по площині та двох отворах на циліндричний та зрізаний пальці з пневмозатиском
025	Сферотокарна	Спеціальний сферотокарний верстат МК6031	Спеціальне пристосування з базуванням деталі по площині та двох отворах на циліндричний та зрізаний пальці з пневмозатиском
030	Вертикально-фрезерна	Вертикально-фрезерний напівавтомат мод. ЛГ-27	Спеціальне пристосування з базуванням деталі по торцю та двох плоских поверхнях з пневмозатиском
035	Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат мод. 2Н135А	Спеціальне пристосування з базуванням деталі по площині та двох отворах на циліндричний та зрізаний пальці з пневмозатиском
040	Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат мод. 2Н135А	Спеціальне пристосування з базуванням деталі по площині та двох отворах на циліндричний та зрізаний пальці з пневмозатиском
045	Контроль		Стіл контролера

3.7. Визначення припусків на оброблення і розмірів заготовки

Припуски визначаємо за формулою [8]:

$$2Z_{i\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y_i}^2}). \quad (3.9)$$

Даний розрахунок ми проведемо для внутрішньої сферичної поверхні $\varnothing 85H7 (+0,035)$; Ra 2,5. Враховуючи те, що дана поверхня – $\varnothing 85H7$ має почат-

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ковий розмір – $\varnothing 80,26$, то для розрахунку припусків розрахунково-аналітичним методом приймаємо умовний діаметр, який буде складати $\varnothing 80,26H7(+0,035)$.

Технологічні переходи обробки цієї поверхні наступний:

1. Розточування напівчистове H11.
2. Розточування чистове H8.
3. Розточування тонке H7.

Заготовкою деталі “Корпус підшипника” є виливок, виготовлений литтям в кокіль 7 класу точності. Обробка поверхні $\varnothing 80,26H7(+0,035)$ виконується в спеціальному пристосуванні з пневмозатиском при установці деталі по чистообробленим поверхням 16,17 – $\varnothing 13H9$ на два пальці – циліндричний і зрізаний.

Розточування напівчистове виконується на 015 токарно-револьверній операції. Розточування чистове і тонке – на 025 сферотокарній операції.

Визначаємо складові формули для кожного переходу:

Для розточування напівчистового:

$$R_{z_{i-1}} = 200 \text{ мкм} \quad T_{i-1} = 300 \text{ мкм} \quad [8] \text{ С. 18, табл. А1.2.}$$

З літератури [8] “похибка установки заготовки в спеціальному пристосуванні з пневмозатиском при установці деталі по чистообробленим поверхням на два пальці” складе $\varepsilon_{y1} = 80 \text{ мкм}$. [8] С. 23, табл. А4.7.

Просторові відхилення при обробці внутрішньої поверхні ливарної заготовки, встановленої по двох отворах [8]:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\text{жол.}}^2 + \rho_{\text{зм.}}^2}, \quad (3.10)$$

$$\rho_{\text{жол.}} = \sqrt{(\Delta_K D)^2 + (\Delta_K L)^2}, \quad (3.11)$$

$$\rho_{\text{зм.}} = \sqrt{\left(\frac{\delta_B}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_D}{2}\right)^2}. \quad (3.12)$$

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\Delta_K = 0,7$ мкм/мм; [8] С. 28, табл. А6;

D – оброблюваний діаметр, $D = 80,26$ мм;

L – довжина деталі, $L = 52$ мм;

δ_B – допуск розміру B , мм; $\delta_B = 0,6$ мм = 600 мкм;

δ_D – допуск розміру D , мм; $\delta_D = 0,035$ мм = 35 мкм;

B – розмір деталі від торця до вісі симетрії (задається кресленням деталі),

$B = 55$ мм.

$$\rho_{\text{жол.}} = \sqrt{(0,7 \cdot 80,26)^2 + (0,7 \cdot 52)^2} = 67 \text{ мкм},$$

$$\rho_{\text{зм.}} = \sqrt{\left(\frac{600}{2}\right)^2 + \left(\frac{35}{2}\right)^2} = 300,5 \text{ мкм}.$$

$$\rho_{i-1} = \sqrt{67^2 + 300,5^2} = 307,88 \text{ мкм}.$$

Для розточування чистового:

$R_{z_{i-2}} = 20$ мкм, $T_{i-2} = 30$ мкм. [8] С. 20, табл. А 2.2.

Похибка установки заготовки на 025 операції в спеціальному пристосуванні з пневмозатиском при установці деталі по чистообробленим поверхням на два пальці складе $\varepsilon_{y1} = 80$ мкм. [8] С. 23, табл. А4.7.

Просторові відхилення при чистовій обробці [8]:

$$\rho_{i-2} = \rho_1 \cdot k_y, \quad (3.13)$$

де $k_y = 0,05$.

$$\rho_{i-2} = 307,88 \cdot 0,05 = 15,4 \text{ мкм}.$$

Для розточування тонкого:

$R_{z_{i-3}} = 15$ мкм, $T_{i-3} = 15$ мкм. після чистового розточування [8] С. 20, табл. А 2.2.

Похибка установки заготовки:

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_2 \cdot k_y, \quad (3.14)$$

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $k_y = 0,04$.

$$\varepsilon_3 = 80 \cdot 0,04 = 3,2 \text{ мкм.}$$

Просторові відхилення при тонкому розточуванні:

$$\rho_{i-3} = \rho_2 \cdot k_y,$$

де $k_y = 0,04$.

$$\rho_{i-3} = 15,4 \cdot 0,04 = 0,6 \text{ мкм.}$$

Мінімальні припуски кожного переходу:

1. Для розточування напівчистового:

$$2Z_{1\min} = 2 \cdot (200 + 300 + \sqrt{307,88^2 + 80^2}) = 2 \cdot 818 = 1636 \text{ мкм} = 1,636 \text{ мм.}$$

2. Для розточування чистового:

$$2Z_{2\min} = 2 \cdot (20 + 30 + \sqrt{15,4^2 + 80^2}) = 2 \cdot 131,5 = 263 \text{ мкм} = 0,263 \text{ мм.}$$

3. Для розточування тонкого:

$$2Z_{3\min} = 2 \cdot (15 + 15 + \sqrt{0,6^2 + 3,2^2}) = 2 \cdot 33,5 = 67 \text{ мкм} = 0,067 \text{ мм.}$$

Розрахункові розміри для переходів:

$$D_{p\ i-1} = D_{\max. \text{деталі}} - 2Z_{i\min}. \quad (3.15)$$

1. Для тонкого розточування:

$$D_{p3} = 80,295 \text{ мм.}$$

2. Для чистового розточування:

$$D_{p2} = D_{p3} - 2Z_{3\min} = 80,295 - 0,067 = 80,228 \text{ мм.}$$

3. Для напівчистового розточування:

$$D_{p1} = D_{p2} - 2Z_{2\min} = 80,228 - 0,263 = 79,965 \text{ мм.}$$

4. Для заготовки:

$$D_{p\text{заг.}} = D_{p1} - 2Z_{1\min} = 79,965 - 1,636 = 78,329 \text{ мм.}$$

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допуски для переходів за таблицями “Економічної точності” та по таблицях ЄСДП [1] С. 78, дод. Г1.

Заготовка (7-тий клас точності розмірів) $\rightarrow \delta_{\text{заг.}} = 1,1$ мм.

1. Розточування напівчистове Н11 $\rightarrow \delta_1 = 0,22$ мм.

2. Розточування чистове Н8 $\rightarrow \delta_2 = 0,054$ мм.

3. Розточування тонке Н7 $\rightarrow \delta_3 = 0,035$ мм.

Граничні розміри $D_{\text{max},i}$ за переходами:

Для тонкого розточування : $D_{\text{max},3} = 80,295$ мм.

Для чистового розточування : $D_{\text{max},2} = 80,228$ мм

Для напівчистового розточування : $D_{\text{max},1} = 79,97$ мм.

Для заготовки: $D_{\text{max,заг.}} = 78,3$ мм.

Граничні розміри $D_{\text{min},i}$ за переходами:

$$D_{\text{min},i} = D_{\text{max},i} - \delta_i. \quad (3.16)$$

Для тонкого розточування : $D_{\text{min},3} = 80,295 - 0,035 = 80,26$ мм.

Для чистового розточування : $D_{\text{min},2} = 80,228 - 0,054 = 80,174$ мм.

Для напівчистового розточування : $D_{\text{min},1} = 79,97 - 0,22 = 79,75$ мм.

Для заготовки: $D_{\text{min,заг.}} = 78,3 - 1,1 = 77,2$ мм.

Граничні значення припусків $2Z_{i \text{ min}}$, $2Z_{i \text{ max}}$ для кожного переходу:

$$2Z_{i \text{ max}} = D_{\text{min},i} - D_{\text{min},i-1}, \quad (3.17)$$

$$2Z_{i \text{ min}} = D_{\text{max},i} - D_{\text{max},i-1}.$$

Для тонкого розточування:

$$2Z_{3 \text{ max}} = 80,26 - 80,174 = 0,086 \text{ мм.}$$

$$2Z_{3 \text{ min}} = 80,295 - 80,228 = 0,067 \text{ мм.}$$

Для чистового розточування:

$$2Z_{2 \text{ max}} = 80,174 - 79,75 = 0,424 \text{ мм.}$$

$$2Z_{2 \text{ min}} = 80,228 - 79,97 = 0,258 \text{ мм.}$$

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для напівчистового розточування:

$$2Z_{1 \max} = 79,75 - 77,2 = 2,55 \text{ мм.}$$

$$2Z_{1 \min} = 79,97 - 78,3 = 1,67 \text{ мм.}$$

Загальні припуски:

$$2Z_{\text{заг. max.}} = \Sigma 2Z_{i \text{ max.}} = 0,086 + 0,424 + 2,55 = 3,06 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\text{заг. min.}} = \Sigma 2Z_{i \text{ min.}} = 0,067 + 0,258 + 1,67 = 1,995 \text{ мм.}$$

Загальний номінальний припуск $2Z_{\text{заг. ном.}}$ та номінальний розмір заготовки $D_{\text{заг. ном.}}$ [8]:

$$2Z_{\text{заг. ном.}} = 2Z_{\text{заг. min.}} + ES_{\text{заготовки}} - ES_{\text{деталі}} \quad (3.18)$$

$$D_{\text{заг. ном.}} = D_{\text{дет. ном.}} - 2Z_{\text{заг. ном.}}$$

Відповідно:

$$2Z_{\text{заг. ном.}} = 1,995 + 0,55 - 0,035 = 2,51 \text{ мм;}$$

$$D_{\text{заг. ном.}} = 80,26 - 2,51 = 77,75 \text{ мм. Приймаємо } 77,75 \text{ мм.}$$

Перевіряємо розрахунки:

$$2Z_{i \max} - 2Z_{i \min} = \delta_{D_{i-1}} - \delta_{D_i}$$

Для напівчистового розточування:

$$2,55 - 1,67 = 0,88 \text{ мм;}$$

$$1,1 - 0,22 = 0,88 \text{ мм.}$$

Для чистового розточування:

$$0,424 - 0,258 = 0,166 \text{ мм;}$$

$$0,22 - 0,054 = 0,166 \text{ мм.}$$

Для тонкого розточування:

$$0,086 - 0,067 = 0,019;$$

$$0,054 - 0,035 = 0,019.$$

Номінальний діаметр заготовки $\varnothing 77,75 \pm 0,55$.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заносимо всі визначені величини в розрахункову таблицю 3.11.

Таблиця 3.11 – Розрахункові припуски і граничні розміри на механічну обробку поверхні $\varnothing 80,26H7$

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 80,26H7$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір D_{pr} , мм	Допуск δ_a , мм	Граничні розміри, мм		Розрахункові граничні припуски, мкм	
	R_z	T	ρ	ε_y				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка (7 кл. точн.)	200	300	307,88			78,329	1,1	77,2	78,3		
Розточування напівчистове H11	20	30	15,4	80	1636	79,965	0,22	79,75	79,97	1,67	2,55
Розточування чистове H8	15	15	0,6	80	263	80,228	0,054	80,174	80,228	0,258	0,424
Розточування тонке H7	6,4	–	–	3,2	67	80,295	0,035	80,26	80,295	0,067	0,086
Загальний припуск										1,995	3,06

Схема графічного розташування припусків та допусків для поверхні $\varnothing 80,26H7$ (рис. 3.1).

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

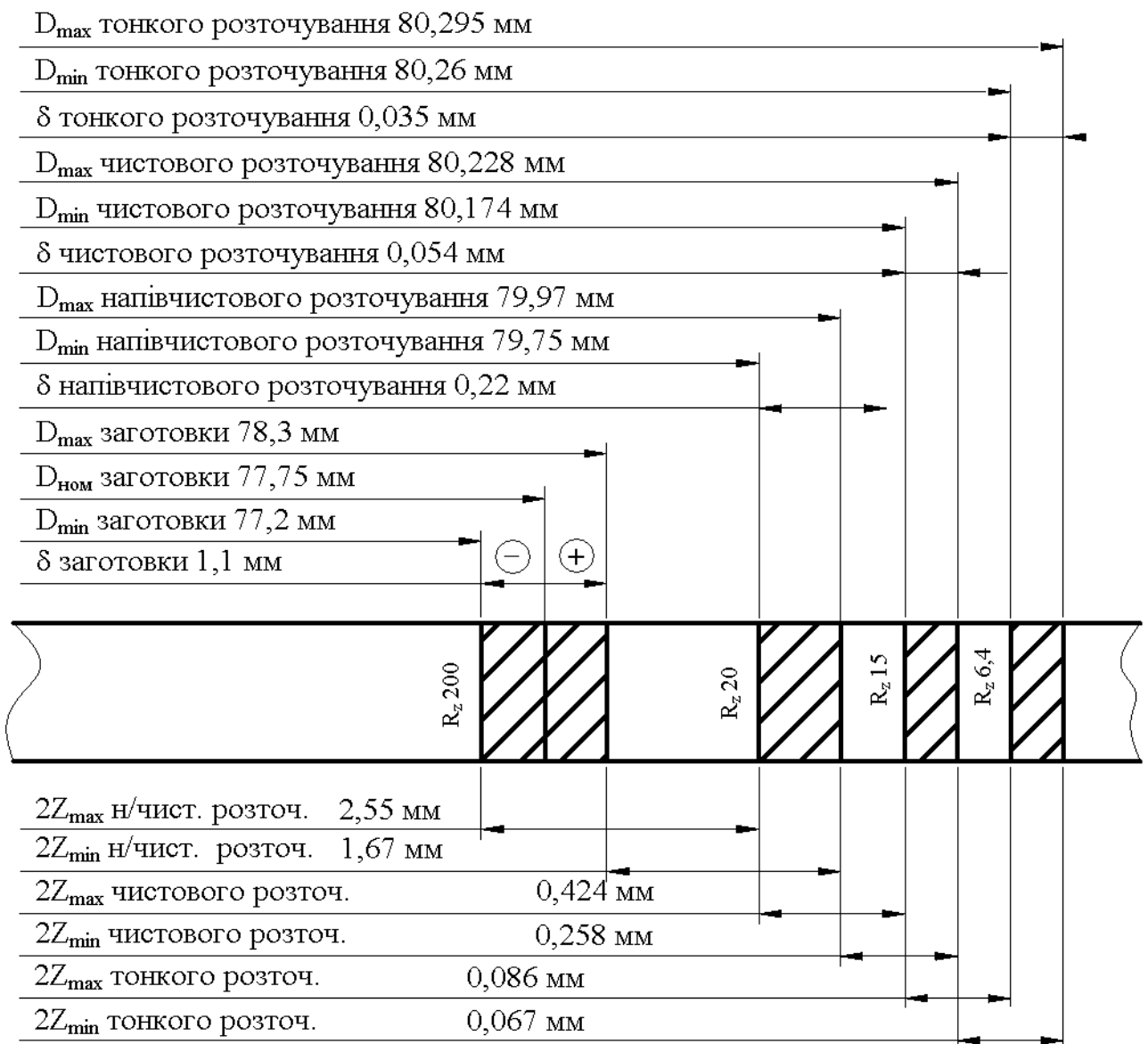


Рисунок 3.1 – Схема графічного розташування припусків та допусків на обробку поверхні $\varnothing 80,26H7$

Таблиця 3.12 – Розрахункові припуски і розміри табличним методом на механічну обробку

Технологічні операції і переходи обробки поверхонь деталі	Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	Допуск, мм	Припуск, мм	Операційні (проміжні) розміри із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5	6
Торцева поверхня 52h14 _(-0,74)					
Напівчистове точіння	14	Ra25	0,74		52 _{-0,74}
Заготовка	7-мий кл. точн. розм.	Rz200	1,0	1,4×2=2,8	54,8±0,5
Плоска поверхня 55±0,3					
Фрезерування торцевою фрезою	14	Ra25	0,6		55±0,3
Заготовка	7-мий кл. точн. розм.	Rz200	1,0	1,3	56,4±0,5
Отвір Ø95H13 ^(+0,54)					
Напівчистове розточування	13	Ra12,5	0,54	0,575×2=1,15	Ø95 ^{+0,54}
Попереднє розточування (2 переходи – зняття напуску)	14	Ra25	0,87	3,0×2 = 6,0 4,0×2 = 8,0	Ø93,85 ^{+0,87} Ø87,85 ^{+0,87}
Заготовка – попередньо-оброблена поверхня	11	Rz20	1,1	7,575×2=15,15	Ø79,85 ^{+0,22}
Отвір Ø13H9 ^(+0,043)					
Розвертання чорнове	9	Ra6,3	0,043	0,105×2=0,21	Ø13 ^{+0,043}
Зенкерування	12	Ra12,5	0,11	0,395×2=0,79	Ø12,79 ^{+0,11}
Свердління по кондуктору	14	Ra25	0,43	6,5×2=13	Ø12 ^{+0,43}
Заготовка	7-мий кл. точн. розм.	Rz200	–	суцільний матеріал	
Отвір під різь Ø8,95H14 ^(+0,36)					

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ДР 18-533.00.00

Арк.

Закінчення таблиці 3.12

1	2	3	4	5	6
Свердління по кондуктору	14	Ra25	0,36	4,475×2=8,95	Ø8,95 ^{+0,36}
Заготовка	7-мий кл. точн. розм.	Rz200	–	суцільний матеріал	
Різь М10×1-6Н					
Нарізання різи мітчиком	6 ступінь точності	Ra12,5	0,15		М10×1-6Н
Отвір	14	Ra25	0,36	0,525×2=1,05	Ø8,95 ^{+0,36}

Різальні та вимірювальні інструменти представлено в додатках.

3.8. Визначення режимів різання та технічних норм часу

Розрахунок режимів різання представлено в додатках.

Таблиця 3.13 – Зведена таблиця режимів різання

Номер, назва операції, зміст переходу	t, мм	L, мм	i	T _м , хв	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	S _м , мм/хв	T _о , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Операція 005. Вертикально-фрезерна										
Перехід 2 Фрезерувати плоску поверхню 15, витримуючи розміри 52±0,3; 160±0,6	1,4	380	1	240	0,09	160	125,6	201,6	1,88	2,2
Операція 010. Вертикально-свердлильна										
Перехід 2 Свердлити і зенкерувати два отвори 16, 17, витримуючи розміри Ø12Н14 ^(+0,43) , Ø12,79Н12 ^(+0,11) одночасно	6	36	1	45	0,137	392	14,8	–	0,67	3,1
Перехід 3 Розвертати остаточно два отвори 16, 17 витримуючи розміри Ø13Н9 ^(+0,043) одночасно	0,10 5	21	1	40	0,72	270	11	–	0,1	–

					ДР 18-533.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Операція 015. Токарно-револьверна										
Перехід 2										
Підрізати торець 1, витримуючи розмір 53,4h14 _(-0,74) з поперечного переднього супорта	1,4	25,1	1	60	0,8	258	89	–	0,12	1,74
Перехід 3										
Розточити попередньо отвір 7, витримуючи розміри $\varnothing 79,85H11^{(+0,22)}$; l = 53,4 мм; розточити попередньо отвір 2 з підрізкою торця, витримуючи розміри $\varnothing 87,85H14^{(+0,87)}$; l = 12 мм. одночасно з револьверної головки	1,05	57,4	1	90	0,1	430	108	–	1,3	2,3
Перехід 4										
Розточити попередньо отвір 2 з підрізкою торця, витримуючи розмір $\varnothing 93,85H14^{(+0,87)}$; l = 12 мм., розточити внутрішню фаску 4, витримуючи розмір 1,5×45° одночасно з револьверної головки	3,0	15	1	90	0,1	333	98	–	0,45	2,2
Перехід 5										
Розточити остаточно отвір 2 з підрізкою торця, витримуючи розміри $\varnothing 95H13^{(+0,54)}$; l = 12 мм. з револьверної головки	0,575	15	1	60	0,2	555	165,5	–	0,135	0,43
Перехід 6										

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-533.00.00

Арк.

Продовження таблиці 3.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Розточити внутрішню канавку 3, витримуючи розміри $\varnothing 98,5H14^{(+0,87)}$; $b = 2,2^{+0,25}$ мм; R0,3 з поперечного заднього супорта	1,75	4,75	1	60	0,18	430	133	–	0,06	1,6
Операція 020. Токарно-револьверна										
Перехід 2										
Підрізати торець 11, витримуючи розмір $52h14_{(-0,74)}$ з поперечного переднього супорта	1,4	25,125	1	60	0,8	258	89	–	0,12	1,74
Перехід 3										
Розточити попередньо отвір 8 з підрізкою торця, витримуючи розміри $\varnothing 87,85H14^{(+0,87)}$; $l = 12$ мм. з револьверної головки	4,0	15	1	60	0,1	430	118,6	–	0,28	1,8
Перехід 4										
Розточити попередньо отвір 8 з підрізкою торця, витримуючи розмір $\varnothing 93,85H14^{(+0,87)}$; $l = 12$ мм., розточити внутрішню фаску 10, витримуючи розмір $1,575 \times 45^\circ$ одночасно з револьверної головки	3,0	15	1	90	0,1	333	98	–	0,45	2,2
Перехід 5										
Розточити остаточно отвір 8 з підрізкою торця, витримуючи розміри $\varnothing 95H13^{(+0,54)}$; $l = 12$ мм. з револьверної головки	0,575	15	1	60	0,2	555	165,5	–	0,135	0,43
Перехід 6										

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-533.00.00

Арк.

Продовження таблиці 3.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Розточити внутрішню канавку 9, витримуючи розміри $\varnothing 98,5H14^{(+0,87)}$; $b = 2,2^{+0,25}$ мм; R0,3 з поперечного заднього супорта	1,75	4,75	1	60	0,18	430	133	–	0,06	1,6
Операція 025. Сферотокарна										
Перехід 2										
Розточити попередньо сферу 7, витримуючи розмір $\varnothing 84,92H8^{(+0,054)}$; $l = 28$ мм	0,165	33	1	60	0,144	200	52,7	–	1,15	0,24
Перехід 3										
Розточити остаточно сферу 7, витримуючи розмір $\varnothing 85H7^{(+0,035)}$; $l = 28$ мм	0,04	33	1	60	0,09	200	53,4	–	1,83	–
Операція 030. Вертикально-фрезерна										
Перехід 2										
Фрезерувати послідовно дві канавки 5,6, витримуючи розміри $\varnothing 90$, $R35H13^{(+0,39)}$; $l = 16$ мм.	3,0	46	2	80	0,06	560	37	35	2,6	1,65
Операція 035. Вертикально-свердлильна										
Перехід 2										
Свердлити отвір 12 під різь і зенкувати фаску 13, витримуючи розміри $\varnothing 8,95H14^{(+0,36)}$; $l = 14,5$ мм; $1 \times 45^\circ$ одночасно	4,475	20	1	25	0,08	355	10	–	0,7	3,1
Операція 040. Вертикально-свердлильна										
Перехід 2										
Нарізати різь 14, витримуючи розміри M10×1-7H; $l = 14,5$ мм.	0,5	20	1	60	1	125	3,52	–	0,37	–

Розрахунок технічних норм часу представлено в додатках.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Результати розрахунку зводимо в таблицю таблиця 3.14.

Таблиця 3.14 – Норми часу по операціях

Номер та назва операції	T _о , хв	Допоміжний час, T _д хв			T _{оп} , хв	Час обслуговування, T _{об} , хв			T _{шт} , хв.
		T _у	T _{кер}	T _{вим}		T _{тех.об.}	T _{орг.об.}	T _{відп.}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005 Вертикально-фрезерна	1,88								2,84
010 Вертикально-свердлильна	0,52								1,0
015 Токарно-револьверна	2,065	0,075	0,39	0,174	2,704	0,0413	0,0352	0,162	2,95
020 Токарно-револьверна	1,045	0,075	0,39	0,141	1,651	0,0209	0,02	0,099	1,79
025 Сферотокарна	2,98								4,05
030 Вертикально-фрезерна	2,6								3,93
035 Вертикально-свердлильна	0,7								0,91
040 Вертикально-свердлильна	0,37								0,48

3.9. Визначення кількості обладнання. Побудова графіків завантаження та використання обладнання

Кількість верстатів на кожній операції :

$$M_p = \frac{T_{шт.} \cdot N_{пр.}}{\Phi_d \cdot 60}, \quad (3.19)$$

$$N_{пр} = n_{пр} \cdot 257, \quad (3.20)$$

де $n_{пр} = 317$ шт;

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\text{пр}} = 317 \cdot 257 = 81469 \text{ шт.}$$

Приймаємо $N_{\text{пр}} = 132\,000$ шт.

Проектний варіант

$$M_{\text{р.005}} = \frac{2,84 \cdot 132000}{4000 \cdot 60} = 1,56; \text{ Приймаємо } M_{\text{р.005}} = 2 \text{ верст.}$$

$$M_{\text{р.010}} = \frac{1,0 \cdot 132000}{4000 \cdot 60} = 0,55; \text{ Приймаємо } M_{\text{р.010}} = 1 \text{ верст.}$$

$$M_{\text{р.015}} = \frac{2,95 \cdot 132000}{4000 \cdot 60} = 1,62; \text{ Приймаємо } M_{\text{р.015}} = 2 \text{ верст.}$$

$$M_{\text{р.020}} = \frac{1,79 \cdot 132000}{4000 \cdot 60} = 0,98; \text{ Приймаємо } M_{\text{р.020}} = 1 \text{ верст.}$$

$$M_{\text{р.025}} = \frac{4,05 \cdot 132000}{4000 \cdot 60} = 2,22; \text{ Приймаємо } M_{\text{р.025}} = 3 \text{ верст.}$$

$$M_{\text{р.030}} = \frac{3,93 \cdot 132000}{4000 \cdot 60} = 2,16; \text{ Приймаємо } M_{\text{р.030}} = 3 \text{ верст.}$$

$$M_{\text{р.035}} = \frac{1,39 \cdot 132000}{4000 \cdot 60} = 0,76; \text{ Приймаємо } M_{\text{р.035}} = 1 \text{ верст.}$$

Коефіцієнт завантаження обладнання:

$$K_{\text{з.о.}} = \frac{M_{\text{р.}}}{M_{\text{пр}}}, \quad (3.21)$$

Проектний варіант

$$K_{\text{з.о.005}} = \frac{1,56}{2} = 0,78.$$

$$K_{\text{з.о.010}} = \frac{0,55}{1} = 0,55.$$

$$K_{\text{з.о.015}} = \frac{1,62}{2} = 0,81.$$

$$K_{\text{з.о.020}} = \frac{0,98}{3} = 0,98.$$

$$K_{\text{з.о.025}} = \frac{2,22}{3} = 0,74.$$

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{з.о.030} = \frac{2,16}{3} = 0,72.$$

$$K_{з.о.035} = \frac{0,76}{1} = 0,76.$$

Середній коефіцієнт завантаження обладнання:

$$K_{з.о.сер.} = \frac{\sum M_p.}{\sum M_{пр.}}. \quad (3.2)$$

Проектний варіант

$$K_{з.о.сер.} = \frac{1,56 + 0,55 + 1,62 + 0,98 + 2,22 + 2,16 + 0,76}{2 + 1 + 2 + 1 + 3 + 3 + 1} = 0,76.$$

Будуємо графік завантаження обладнання (рис. 3.2)

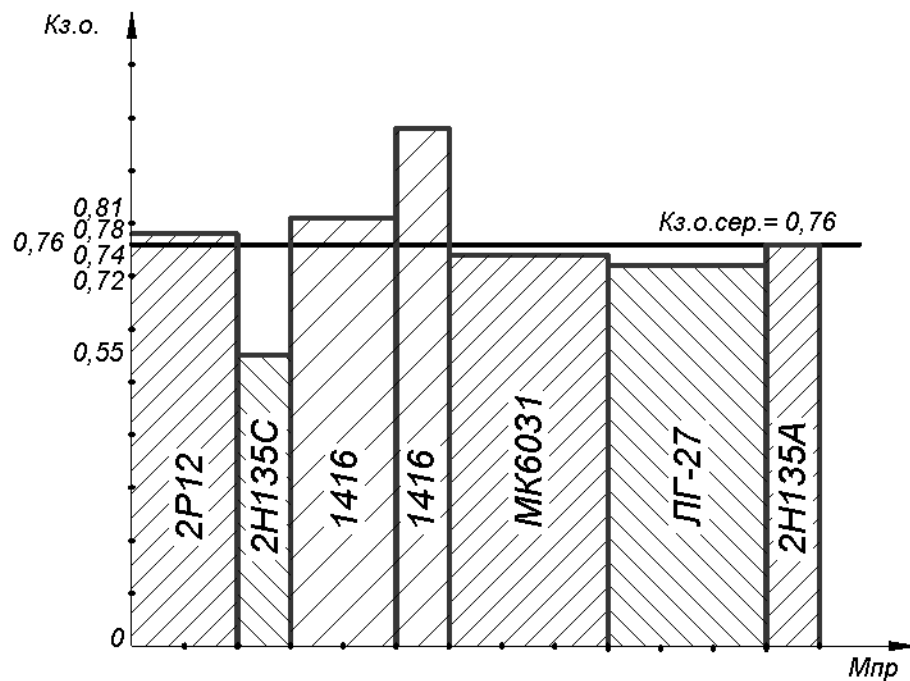


Рисунок 3.2 - Графік завантаження обладнання

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1. Розрахунок похибки встановлення деталі в запропонованому пристосуванні

Похибка установки заготовки в пристосуванні обчислюється згідно [9].

$$\Delta \epsilon_y = \sqrt{\Delta \epsilon_6^2 + \Delta \epsilon_3^2 + \Delta \epsilon_{\text{пр}}^2}, \text{ мм.} \quad (4.1)$$

де $\Delta \epsilon_6$ – похибка базування;

$\Delta \epsilon_3$ – похибка закріплення;

$\Delta \epsilon_{\text{пр}}$ – похибка пристосування.

Для виконання точності розмірів в даному пристосуванні і на даній операції необхідно, щоб виконувалась наступна умова:

$$\Delta \epsilon_y \leq \Delta \epsilon_{y, \text{доп.}}, \quad (4.2)$$

де $\Delta \epsilon_{y, \text{доп.}}$ – допустима похибка установки при виконанні даного розміру на даному обладнанні.

Тобто, похибка установки розраховується для конкретного розміру, що отримується на даній операції.

На операції 015 токарно-револьверній проводиться обробка діаметральних розмірів: $\varnothing 95\text{H}13^{(+0,54)}$; $\varnothing 98,5\text{H}14^{(+0,87)}$; $\varnothing 79,85\text{H}11^{(+0,22)}$ при витримуванні відстаней від баз $55 \pm 0,3$; $130 \pm 0,5$ ($65 \pm 0,5$).

Точність діаметральних розмірів: $\varnothing 95\text{H}13^{(+0,54)}$; $\varnothing 98,5\text{H}14^{(+0,87)}$; $\varnothing 79,85\text{H}11^{(+0,22)}$ витримується за рахунок налагодження роботи токарно-револьверного верстата мод. 1416. Тому на ці розміри похибка $\Delta \epsilon_{y\varnothing} = 0$.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Островський				Літ.	Аркуш	Аркушіє
Перевір.	Дячун						
Реценз.					КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА ТНТУ, каф. ТМ гр. МТмз-61		
Н. контр.							
Затв.							

Похибка установки буде складати тільки на розміри $55 \pm 0,3$; $65 \pm 0,5$. Приводимо схему для розрахунку похибка установки на токарно-револьверній операції 015. Виходячи з конструкції пристосування та схеми базування, похибка базування $\Delta \varepsilon_{655}$ на розмір 55 буде рівна нулю, так як технологічна та вимірні бази співпадають, тобто $\Delta \varepsilon_{655} = 0$.

Похибка закріплення, що виникатиме через зміщення технологічної бази при прикладанні сили Q вибираємо по [12] С.82, табл. 40.

При установці заготовки в затискне пристосування із пневмозатиском на чистооброблені поверхні із найбільшим поперечним розміром до 180 мм похибка закріплення складе $\Delta \varepsilon_{35} = 100$ мкм.

Похибка пристосування $\varepsilon_{пр}$ виникає за рахунок похибок виготовлення та похибок зношення опорних елементів пристосування. Згідно [13] С.267 для середньої точності пристосувань приймаємо: $\Delta \varepsilon_{пр} = 0,015$ мм.

Таким чином, похибка установки на розмір 55 буде становити:

$$\Delta \varepsilon_{y55} = \sqrt{\Delta \varepsilon_3^2 + \Delta \varepsilon_{пр}^2} = \sqrt{0,1^2 + 0,015^2} = 0,1 \text{ мм.}$$

Допустима похибка установки $\Delta \varepsilon_{у, доп.}$ при виконанні розміру $\varnothing 79,85H11(^{+0,22})$ буде становити:

$$\Delta \varepsilon_{у, доп.} = \delta - \Delta = 0,6 - 0,22 = 0,38 \text{ мм.} \quad (4.3)$$

де δ – допуск на розмір, що виконується, тобто допуск симетричності $\delta = 0,6$ мм.

Δ – точність виконання розміру по таблицях економічної точності. Згідно [1] С.128, табл. И1 для розточування напівчистового $\varnothing 79,85H11(^{+0,22})$ точність становить 11 квалітет ЄСДП, тобто $\Delta = 0,22$.

Відповідно, $\varepsilon_{у, доп.} = 0,38$ мм.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, $\Delta\epsilon_{y55} = 0,1 \text{ мм} < \Delta\epsilon_{y,\text{доп.}} = 0,38 \text{ мм.}$, відповідно обробка можлива із заданою точністю.

Аналогічно визначаємо похибку установки для виконання розміру $130\pm 0,5$ ($65\pm 0,5$), тобто симетричності вісі центрального отвору, зокрема $\varnothing 79,85\text{H}11(^{+0,22})$ відносно центру деталі або відносно технологічних баз. А технологічними базами є циліндричний та зрізаний пальці згідно креслення пристосування. Як видно із схеми (рис. 4.1), похибка базування на розмір 65 буде дорівнювати:

$$\Delta\epsilon_{y65} = S_{\text{max}}$$

де S_{max} – максимальний зазор між отвором корпусу і циліндричним пальцем.

$$S_{\text{max}} = D_{\text{max}} - d_{\text{min}}. \quad (4.4)$$

де D_{max} – максимальний діаметр отвору $\varnothing 13\text{H}9(^{+0,043})$.

d_{min} – мінімальний діаметр циліндричного пальця $\varnothing 13\text{d}9(^{-0,050}_{-0,093})$.

$$D_{\text{max}} = 13,043 \text{ мм}$$

$$d_{\text{min}} = 13 + (-0,043) = 12,957 \text{ мм.}$$

$$\text{Таким чином, } \Delta\epsilon_{y65} = 13,043 - 12,957 = 0,086 \text{ мм.}$$

Похибка закріплення на розмір 65 згідно схеми буде рівна нулю, так як сили прикладаються перпендикулярно до розміру, тобто $\Delta\epsilon_{z65} = 0$.

Похибка пристосування $\epsilon_{\text{пр}}$ виникає за рахунок похибок виготовлення та похибок зношення опорних елементів пристосування. Згідно [13] С.267 для середньої точності пристосувань приймаємо: $\Delta\epsilon_{\text{пр}} = 0,015 \text{ мм.}$

Тоді похибка установки на розмір 65 буде дорівнювати:

$$\Delta\epsilon_{y65} = \sqrt{\Delta\epsilon_{\text{бб5}}^2 + \Delta\epsilon_{\text{пр65}}^2} = \sqrt{0,086^2 + 0,015^2} = 0,087 \text{ мм.}$$

Допустима похибка установки $\Delta\epsilon_{y,\text{доп.}}$ при виконанні розміру $\varnothing 79,85\text{H}11(^{+0,22})$ буде становити:

$$\Delta\epsilon_{y,\text{доп.}} = \delta - \Delta = 0,3 - 0,22 = 0,38 \text{ мм.} \quad (4.5)$$

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де δ – допуск на розмір, що виконується, тобто допуск симетричності $(130 \pm 0,5) \delta = 1,0$ мм.

Δ – точність виконання розміру по таблицях економічної точності. Згідно [1] С.128, табл. И1 для розточування напівчистового $\varnothing 79,85H11(^{+0,22})$ точність становить 11 квалітет ЄСДП, тобто $\Delta = 0,22$.

Відповідно, $\varepsilon_{y, \text{доп.}} = 0,38$ мм.

Отже, $\Delta \varepsilon_{y65} = 0,087$ мм $<$ $\Delta \varepsilon_{y, \text{доп.}} = 0,38$ мм., відповідно обробка можлива із заданою точністю.

4.2. Розрахунок і вибір приводу пристосування

Для розрахунку сил затиску деталі на токарно-револьверній операції 015 приводимо розрахункову схему дії сил при обробці внутрішньої поверхні.

Заготовка базується на два пальці і чистооброблену площину і притискається двома притискачами. При цьому сила затиску Q через плечі та два притискачі притискають заготовку до установочної обробленої поверхні пристосування. На заготовку діє крутний момент M різ від сили P_z , що намагається повернути її навколо вісі.

Тоді необхідна сила для затиску деталі, щоб заготовку не вирвало визначається за формулою згідно схеми:

$$Q_1 \cdot f_1 \cdot R + Q_2 \cdot f_2 \cdot R = K \cdot M_{\text{різ}} , \quad (4.6)$$

де f_1 – коефіцієнт тертя заготовки в місцях затиску;

R – радіус заготовки, що затискається. Згідно креслення

$$R = \frac{D_1}{2} = \frac{110}{2} = 55 \text{ мм} = 0,055 \text{ м.}$$

$M_{\text{різ}}$ – момент різання, що залежить від P_z , Н·м.

$$M_{\text{різ}} = P_z \cdot R_0, \quad (4.7)$$

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де R_0 – розмір, що обробляється; $R_0 = \frac{D_2}{2} = \frac{79,85}{2} = 39,925\text{мм} \approx 0,040\text{м}$.

P_z – сила різання, яка виникає під час чорнового розточування на другому переході 015 операції, згідно [п. 2.8] $P_z = 1309\text{ Н}$.

K – коефіцієнт запасу. Вибирається згідно [6] С.85

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

де K_0 – коефіцієнт гарантованого запасу, $K_0 = 1,5$;

K_1 – коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях, $K_1 = 1,2$;

K_2 – коефіцієнт, який характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту, $K_2 = 1,0$;

K_3 – коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання внаслідок переривистості різання, $K_3 = 1,0$;

K_4 – коефіцієнт, який характеризує постійність сили закріплення в затискному пристрої, $K_4 = 1,0$ – для пневмоприводів подвійної дії;

K_5 – коефіцієнт, який характеризує ергономічність ручних затискних пристроїв, $K_5 = 1,0$;

K_6 – коефіцієнт, який враховують при наявності крутного моменту, який намагається повернути заготовку, встановлену плоскою поверхнею на постійні опори, $K_6 = 1,0$;

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8.$$

Так як в результаті розрахунку коефіцієнт запасу вийшов менше 2,5

($K = 1,8$), тоді приймаємо $K = 2,5$.

$f_1 = 0,2$ [6] С.85, табл. 10. – коефіцієнт тертя необробленої поверхні заготовки із поверхнями затискного механізму.

Так як $Q_1 = Q_2$, тоді $2Q \cdot f_1 \cdot R = K \cdot P_z \cdot R_0$.

Отже, сила затиску, яку необхідно прикласти на двох притискачах складе:

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q = \frac{K \cdot P_z \cdot R_o}{2 \cdot f_1 \cdot R} = \frac{2,5 \cdot 1309 \cdot 0,040}{2 \cdot 0,2 \cdot 0,055} = 5950 \text{ Н.} \quad (4.8)$$

Сила затиску на одному притискачі складе:

$$Q_1 = Q_2 = \frac{Q}{2} = \frac{5950}{2} = 2975 \text{ Н.}$$

Перевірочний розрахунок елементів силового приводу для затиску.

Перевірочний розрахунок зводиться до того, що необхідно перевірити умову:

$$Q_1 \leq F_{\text{шт.тяг.}} \cdot i, \quad (4.9)$$

де $F_{\text{шт}}$ – сила на штоці пневмоциліндра;

i – передаточне відношення, яке залежить від типу проміжного механізму затискного пристрою. Воно може зменшувати або збільшувати силу приводу.

Враховуючи базову конструкцію пристосування нами був вибраний стандартний одинарний обертовий пневмоциліндр двохсторонньої дії за ГОСТ 21821-76 діаметром циліндра $D = 200$ мм, діаметром штоку $d = 32$ мм. Пневмоциліндри даного типу призначені для роботи на стисненому повітрі при тиску 0,4 МПа; 0,63 МПа; температурі від $+5^\circ$ до 50° із швидкістю переміщення штоку не більше 0,5 м/с; при частоті обертання до 3000 об/хв.

Для даних пневмоциліндрів тягова сила на штоці буде визначатися за формулою згідно [14] С. 222:

$$F_{\text{шт.тяг.}} = 0,785 \cdot (D_{\text{ц}}^2 - d_{\text{шт}}^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (4.10)$$

де $D_{\text{ц}}$ – діаметр пневмоциліндра, м; $D_{\text{ц}} = 0,2$ м;

$d_{\text{шт}}$ – діаметр штока, м; $d_{\text{шт}} = 0,032$ м;

p – тиск стиснутого повітря в системі [14] С. 223; $p = 0,4$ Мпа = $0,4 \cdot 10^6$ Па;

η – коефіцієнт корисної дії пневмоциліндра [14] С. 222; $\eta = 0,9$.

Тоді $F_{\text{шт.тяг.}} = 0,785 \cdot (0,2^2 - 0,032^2) \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 11014,6$ Н.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо передаточне відношення силового механізму і затискного пристрою, враховуючи конструкцію пристосування. Для сумарної сили W на коромислі формула буде мати вигляд із рівняння рівноваги моментів:

$$W = \frac{F_{\text{шт.тяг.}} \cdot l \cdot f_3}{l_1 \cdot f_4} \cdot \eta, \quad (4.11)$$

де l – довжина плеча важеля; $l = 88$ мм ;

l_1 – діаметр штока, м; $l_1 = 88$ мм ;

$f_3 = f_4 = 0,1$ – коефіцієнт тертя в місцях руху важеля;

η – коефіцієнт, що враховує втрати на тертя в ущільненнях поршня і штока,
 $\eta = 0,9$.

$$\text{Тоді } W = \frac{11014,6 \cdot 0,088 \cdot 0,1}{0,088 \cdot 0,1} \cdot 0,9 = 9913,14 \text{ Н.}$$

Для надійності закріплення необхідно, щоб виконувалась умова:

$$W > Q.$$

В нашому випадку $W = 9913,14 \text{ Н} > Q = 5950 \text{ Н}$.

Висновок: заготовка надійно буде закріплена при одночасній розточці отворів $\varnothing 79,85\text{H}11(^{+0,22})$; $\varnothing 87,85\text{H}14(^{+0,87})$ на 015 токарно-револьверній операції.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1. Послідовність проведення моделювання у середовищі програм із методами кінцевих елементів

Комп'ютерне моделювання окремих операцій технологічного процесу можна здійснювати в такій послідовності [34]: побудова 3-D аналога деталі, що обробляється на визначеній операції; визначення відповідно до робочого креслення певних фізико-механічних властивостей матеріалу; встановлення ступені вільності та розташування деталі в просторі; генерування кінцево-елементного аналогу деталі; призначення навантаження, що діють на деталь під час проведення операції, та час їх дії, тощо; проведення розрахунку результуючих величин (температура, деформації, напруження, тощо), із наступним виводом отриманих даних у вигляді графіків, таблиць, полів та ін.

Створена модель записується у пам'яті комп'ютера у вигляді файлу. На об'єм створених файлів, а отже і на час проведення розрахунків впливає кількість скінчених елементів, на які розбивається 3-D аналог деталі. Більш детальне розбиття деталі, тобто більша кількість скінчених елементів підвищує точність розрахунків, проте значно збільшує час їх проведення та об'єм файлів. Так, при кількості скінчених елементів у деталі в декілька сотень тисяч (200000...300000), об'єм файлу створеної моделі може сягати 10...20 Гбайт, а час на його обрахунок досягає декількох годин.

Розглянемо більш детально моделювання операції технологічного процесу [34].

Для спрощення процесу моделювання, з метою визначення оптимальних схем та режимів проведення операції технологічного процесу, що спричиняють найменші температурні деформації та напруження, а отже підвищують точність

					<i>ДР 18-533.00.00</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА		
<i>Розроб.</i>	<i>Островський</i>						
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>						
<i>Консульт.</i>							
<i>Н. контр.</i>							
<i>Затв.</i>					ТНТУ, каф ТМ гр. МТмз-61		

поверхонь деталі після їх механічної обробки, використовується деталь-представник.

Першим етапом є створення 3-D твердотільної моделі деталі. Для її побудови можна використати як модуль самих програм кінцево-елементного аналізу, так і імпортувати попередньо створену модель із переважної більшості CAD-систем, зокрема КОМПАС-3D або SolidWorks.

На даному етапі також вводяться властивості матеріалу деталі, що аналізується (густина, коефіцієнт теплопровідності та ін.), або обирається матеріал із бази даних програми із наперед визначеними властивостями. Визначаються його основні характеристики (ізотропність, тощо).

Після створення твердотільної моделі генерується її кінцево-елементний аналог, тобто сітка вузлів та елементів. З метою підвищення точності розрахунків доцільним є більш детальне розбиття на елементи тієї області деталі, що безпосередньо межує із областю прикладання навантаження.

Наступним кроком є обрання виду процесів, що аналізуються. Доцільним є аналіз теплових процесів та деформацій і напружень, що виникають внаслідок теплової дії в процесі обробки деталі. У програмах кінцево-елементного аналізу моделювання зазначених процесів виконується шляхом застосування модуля Thermal-Stress, що містить в собі дві системи Transient Thermal та Transient Structural.

Першою системою (рис. 5.1, А) є аналіз динамічних теплових процесів у деталі внаслідок дії навантаження у вигляді теплового потоку - Transient Thermal. Другою системою (рис. 5.1, В) є аналіз динамічних процесів напружено-деформованого стану деталі Transient Structural, що спричинений впливом нерівномірного розповсюдження тепла у деталі під час його нагрівання.

Між двома системами існує взаємозв'язок, адже в них використовуються такі спільні данні, як 3-D твердотільна модель, її фізико-механічні властивості та кінцево-елементний аналог. Проте у вигляді навантаження для другої системи є

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

результати розрахунків першої, тобто температурне поле в деталі, що було визначене (6 Solution A → 5 Setup B).

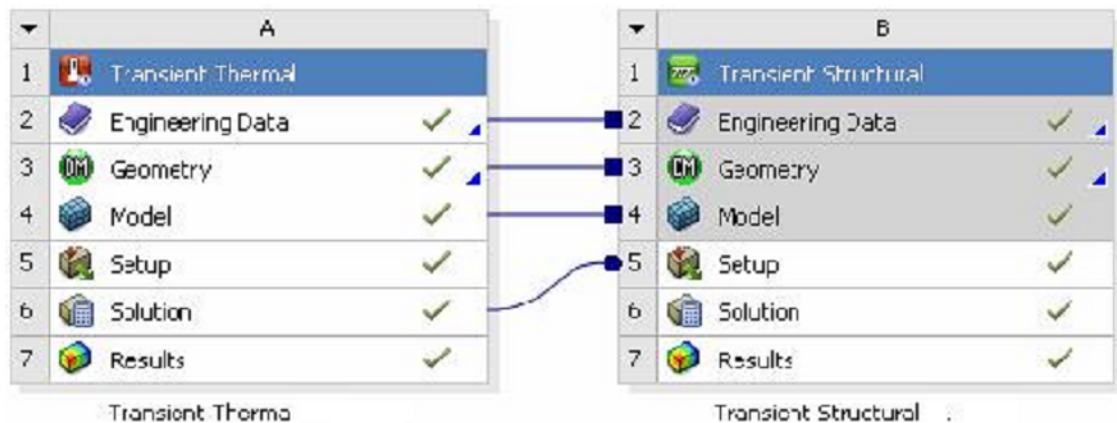


Рисунок 5.1 - Приклад визначення системи, що аналізується [34]

У якості навантаження, для аналізу процесу обробки деталі розглянуто рухомий тепловий потік визначеної потужності, що діє на деталь від електричної дуги. Рухомість теплового потоку імітується таким чином. Розбивається розрахунковий процес на кроки. Навантаження на першому кроці у вигляді теплового потоку застосовуємо для певної ділянки поверхні. Вводиться величина теплового потоку, що перераховується із потужності джерела, а також час його дії на даній ділянці. На наступному кроці призначається тепловий потік для сусідньої ділянки поверхні, при цьому знімається з попередньої, і т.д. Процес покрокового навантаження передбачає врахування розрахункових величин, що накопичуються від дії попередніх кроків.

Результатом розрахунку першої системи - Transient Thermal є температурне поле, яке може бути показане у графічному вигляді та чисельних масивах, що формуються автоматично. Ці масиви даних є основою для розрахунку деформацій та напружень в матеріалі деталі. Тобто результати розрахунку системи Transient Thermal є вхідними даними, що вводяться у систему Transient Structural у вигляді навантаження.

5.2. Підготовка вихідних даних для автоматизованого проектування технологічного процесу

Для проектування технологічних процесів виготовлення деталей і складання виробів можна використовувати систему “Техно Про” .

Для формування маршруту механічної обробки деталі використано її повний опис. Цей опис оформлено у вигляді таблиці 5.1., в яку занесено дані про матеріал, масу деталі і заготовки, а також розміри поверхонь, які обробляються.

Таблиця 5.1 – Вихідна інформація для автоматизованого проектування

Позначення тех. процесу	Деталь		
	Позначення	Назва	Маса, кг
40112.00227	КС6В-48.307	Корпус підшипника	1,95
Матеріал	Заготовка		
	Вид	Профіль і розміри	Маса, кг
Сталь 35Л ГОСТ 977-88	Виливок	160±0,6 × ×112±0,6×54,8±0,5	2,78

Приклад частини сформованого технологічного процесу виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307 представлено на рис. 5.2.

ГОСТ 3.1404-86										Форма 1		САПР			
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
ТехноПро										Корпус світильника		1			
Разраб.	Бартошик			ВЕКТОР			ЖИЦД 712442.019								
Проверил	Паливода														
Нормир.															
Метролог															
Н.контр.	Дячун			Кільце											
М 1 Слав АК12 ГОСТ 1583-89															
Код		ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код заготовки		Профиль и размеры			КД	МЗ		
М 2			12.5				відливка						12.856		
А		Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа							
В		Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тшт
Р		ПИ	Д	или	В	Л	Т	і	С	Н	Y	U	То/мин	ТВ/мин	
A01	24	17	8	005	Токарно-револьверна										
02															
B03					Токарно-револьверний верстат 1П365		1520	13						55 5.22	
04															
T05	ПР. Приспосіблення 7172-4008														
06	1 Розточити отвір в розмір 1, 2														
07	1 Розточити отвір в розмір 1, 2														
08	ВИ. Державка 6300-4040; РИ. Резець T15K6 2136-0707 ГОСТ 18875-73														
10															
P11							3.25	1	0.17				44.4		
12															
O13	2 Точити поверхню в розмір 1 4														
14															
T15	ВИ. Державка 6300-4049; РИ. Різець T15K6 2146-4005-07; СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-89														
16															
P17							1	1	0.17			188	29.8		
18															
O19	3 Підрізати торець в розмір 3														
20															
T21	РИ. Різець T15K6 2128-4024; СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-89														
22															
P23							3	1	0.12			188	51.9		
КТП															

Рисунок 5.2 – Перша сторінка технологічного процесу виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307 в системі “Техно Про”

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ДР 18-533.00.00

Арк.

82

6 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

6.1. Уточнення розгорнутої програми виробництва на дільниці

Згідно літератури [37] виробничу програму дільниці визначають виходячи з виробничої програми заводу з урахуванням встановленого проценту запасних частин. При цьому необхідно мати на увазі, що часто деталі та складальні одиниці виготовляють заводи-суміжники.

Таблиця 6.1 – Подетальна річна виробнича програма

№ з/П	№ креслення		Назва деталі	Марка матеріалу	Вид заготовки	Кількість деталей на виріб	% на запасні частини	Кількість деталей			Маса, кг		Маса на програму, т	
	вузла	деталі						на основну програму	на запасні частини	всього	Заготовки	деталі	заготовок	деталей
1	КС6В-48.000	КС6В-48.307	Корпус підшипника	Сталь 35 ГОСТ 977-88	Виливок	1	10	90000	9000	99000	2,78	1,95	275,22	193,05

6.2. Розрахунок трудомісткості виготовлення виробів

Згідно рекомендацій [37] трудомісткість механічної обробки при детальному проектуванні визначається за технологічним процесом згідно рекомендацій, як сума штучних часів по всіх операціях :

					<i>ДР 18-533.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Островський</i>				ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								
						<i>ТНТУ каф. ТМ гр. МТмз -61</i>		

$$T_M = \sum T_{шт.} \quad (6.1)$$

$$T_M = 2,84 + 1,0 + 2,95 + 1,79 + 4,05 + 3,93 + 0,91 + 0,48 = 17,95 \text{ хв.}$$

6.3. Визначення річної потреби в технологічному обладнанні. Складання зведеного переліку обладнання

Специфікація основного технологічного обладнання дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307 наведена в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Специфікація основного технологічного обладнання дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307

№ п/п	Тип і модель верстата	M _{пр.} , шт.	K _{з.о.}	Потужність, кВт		Габаритні розміри (l×b), мм.
				одного	всіх	
1	2	3	4	5	6	10
1	6P12	1	0,78	7,5	7,5	2305×1950
2	2Н135С	1	0,55	4,0	4,0	1245×790
3	1416	1	0,81	5,5	5,5	4330×1600
4	1416	1	0,98	5,5	5,5	4330×1600
5	МК6031	1	0,74	11,0	11,0	2536×1200
6	ЛГ-27	1	0,72	7,5	7,5	2510×2660
7	2Н135А	2	0,76	4,0	8,0	1245×790
	Всього:	8	0,76	45	49	

Крім основного на дільниці розміщується допоміжне обладнання:

- установка для промивання деталей;
- контрольний стіл.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.4. Вибір типу і розрахунок кількості вантажопідійомних і транспортних засобів

В даному випадку для потреб ділянки в якості міжопераційного транспорту приймемо електрокари з підйомною платформою вантажопідійомністю 0,5 т.

Визначимо кількість електрокарів [37]:

$$E = \frac{Q \cdot k_n \cdot T_{\text{пр}}}{Q_e \cdot k_v \cdot F_d \cdot 60}, \quad (6.2)$$

де Q – річний вантажообіг, $Q = 275,22$ т;

k_n – коефіцієнт нерівномірності виконання рейсів, $k_n = 1,25$;

$T_{\text{пр}}$ – загальний час пробігу одиниці транспортного обладнання, $T_{\text{пр}} \approx 20$ хв.;

Q_e – вантажопідійомність одного транспортного засобу, $Q_e = 0,2$ т.;

k_v – коефіцієнт використання вантажопідійомності транспорту, $k_v = 0,8$;

F_d – дійсний річний фонд часу роботи транспортного засобу, $F_d = 4015$ год.

$$E = \frac{275,22 \cdot 1,25 \cdot 20}{0,2 \cdot 0,8 \cdot 4015 \cdot 60} = 0,18 \text{ шт.}$$

– отже приймаємо 1 електрокар.

Для переміщення деталей між позиціями механічної обробки використовуються підвісний ланцюговий конвеєр з вантажопідійомністю однієї каретки 150 кг і швидкістю транспортування 10 м/хв.

Згідно рекомендацій [37] кількість підйомних кранів для складальних робіт може визначатися розрахунковим методом, але доцільніше кількість підйомних засобів приймати на основі графіків складання, у яких наводиться тривалість роботи крана на кожній операції.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У нашому випадку кількість мостових кранів можна визначити за формулою [37]:

$$K = \frac{N \cdot i \cdot T_{\text{кр}}}{m \cdot T_{\text{зм}}}, \quad (6.3)$$

де N – кількість деталей, що транспортуються за зміну, $N = 359$ шт.;

i – середня кількість транспортних операцій на одну деталь, $i = 6$;

$T_{\text{кр}}$ – загальний час пробігу крана, $T_{\text{кр}} = 20$ хв.;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, $T_{\text{зм}} = 480$ хв.;

m – кількість деталей, що переміщуються одночасно, $m = 40$ шт.

$$K = \frac{359 \cdot 6 \cdot 20}{40 \cdot 480} = 2,24 \approx 3 \text{ шт.}$$

Укрупнено кількість кранів можна приймати [37]: для механічних цехів один кран на 40...80 м довжини прольоту; в складальних цехах – на 30...50 м.

6.5. Проектування допоміжних відділень цеху

Площа складу матеріалів та заготовок визначається за залежністю [37]:

$$F_3 = \frac{M_{\Sigma} \cdot t}{260 \cdot q \cdot k_B}, \quad (6.4)$$

де M_{Σ} – маса матеріалу і заготовок річного об'єму випуску, $M_{\Sigma} = 468,27$ т.;

t – кількість робочих днів зберігання заготовок на складі, $t = 6$;

q – допустиме навантаження на 1 м² площі підлоги складу, $q = 1,4$ т/м²;

k_B – коефіцієнт використання площі складування, $k_B = 0,3 \dots 0,4$.

$$F_3 = \frac{468,27 \cdot 6}{260 \cdot 1,4 \cdot 0,39} = 19,79 \text{ м}^2.$$

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо $F_3 = 20 \text{ м}^2$.

– проміжний склад;

Проміжний склад [37] призначений для міжопераційного нагромадження вузлів і деталей і його площа визначається за формулою 6.4.

$$F_3 = \frac{468,27 \cdot 1}{260 \cdot 1,4 \cdot 0,3} = 4,29 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $F_3 = 10 \text{ м}^2$.

– відділення для приготування і роздачі охолоджуючих рідин, склад масел;

Площа цього відділення визначається за рекомендаціями в залежності від кількості верстатів і приймається рівною 67 м^2 .

– відділення для збирання і переробки стружки;

Площа цього відділення визначається аналогічно до попереднього і приймається рівною 97 м^2 .

– інструментально-роздавальна комора;

Згідно рекомендацій [37] норми для розрахунку площі цього відділення залежать від кількості верстатів механічного відділення. Приймаємо площу рівною 40 м^2 .

Площа службово-побутових приміщень приймається рівною $25\text{...}30\%$ площі цеху. Приймаємо площу рівною 25% , а отже – 780 м^2 .

Площа ділянки для виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307 залежить від [37] розмірів та маси верстатів і приймається для легких верстатів в межах $14\text{...}18 \text{ м}^2$, для середніх – $18\text{...}22 \text{ м}^2$, для важких – $22\text{...}30 \text{ м}^2$.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.3 – Площа ділянки для виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307

Обладнання (верстат)	Модель	Габарити, мм	Тип	Прийнята питома площа, м ²
1	2	3	4	5
Вертикальний консольно-фрезерний	6P12	2305×1950	середній	20
Вертикально-свердлильний	2Н135С	1245×790	середній	18
Токарно-револьверний напівавтомат	1416	4330×1600	середній	22
Токарно-револьверний напівавтомат	1416	4330×1600	середній	22
Спеціальний сферотокарний верстат	МК6031	2536×1200	середній	20
Вертикально-фрезерний напівавтомат	ЛГ-27	2510×2660	середній	21
Вертикально-свердлильний	2Н135А	1245×790	середній	18
Слюсарний верстак	—	1500×1000	—	6
Промивочна машина	—	1500×1000	—	6
Контрольний стіл	—	2000×1000	—	6
Місця склад. заг. і дет.	—	—	—	19
Загальна площа ділянки механічної обробки				178

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

7.1. Визначення економічної ефективності прийнятих в проекті рішень

Організаційно-економічна частина дипломної роботи передбачає розрахунок кількості основного технологічного обладнання та кількісного складу працюючих в цеху на основі даних, отриманих в технологічній частині, визначення розмірів всіх грошових затрат на будівництво, оснащення цеху (дільниці) та його експлуатацію. Розрахунки, які виконують за загальновідомою методикою, дозволяють зробити висновки про технічну доцільність і економічну ефективність розробок. При цьому визначають: величину капітальних вкладень; втрати виробництва; собівартість одиниці продукції; величину нормованих оборотних засобів; техніко-економічні показники цеху. Усі розрахунки проводимо за загально відомою методикою [38].

Вихідними даними для розрахунку є: річна програма випуску; тип виробництва; кількість операцій механічної обробки; характеристика операцій: штучний час, потужність, вартість і категорія ремонтної складності обладнання, розряд робіт; маса деталі, вид заготовки, вартість матеріалу та відходів; ціни на електроенергію, воду, пару, стиснене повітря.

Результати розрахунків представлено в додатку А.

Характеристику варіантів технологічного процесу і склад технологічного обладнання оформляють у вигляді таблиць А.1, А.2.

Розрахункову кількість робочих місць визначають за формулою:

$$C_p = T / t_B \quad (7.1)$$

					<i>ДР 18-533.00.00</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>					
<i>Розроб.</i>	<i>Островський</i>				<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>		
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>								
<i>Консульт</i>					ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ				
<i>Н. контр.</i>				ТНТУ каф. ТМ гр. МТмз -61					
<i>Затв.</i>									

де T – трудомісткість механічної обробки;

t_B – такт випуску, визначений в технологічній частині.

Отримане розрахункове значення округляють до найближчого більшого цілого і на основі цих даних визначають коефіцієнт завантаження обладнання.

Кількість основних виробничих робітників визначають за формулою:

$$P_c = \frac{C_n \cdot \Phi_\delta \cdot k_3}{\Phi_{\delta p} \cdot k_6}, \quad (7.2)$$

де C_n – прийнята кількість обладнання;

k_3 – коефіцієнт завантаження обладнання;

Φ_δ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

$\Phi_{\delta p}$ – дійсний річний фонд часу роботи робітників;

k_6 – коефіцієнт багатостатного обслуговування.

Результати розрахунків представлені в таблиці А.3

Розрахунок капітальних витрат на основні виробничі фонди виконують за групами:

а) будівлі виробничого, допоміжного і адміністративно-побутового призначення;

б) споруди і передавальні пристрої;

в) обладнання (виробниче, допоміжне, енергетичне, піднімально-транспортне і контрольно-вимірювальне);

г) цінні інструменти і пристрої;

д) виробничий і господарський інвентар.

Витрати на будівлі визначають за вартістю 1 м² площі з врахуванням усіх комунікацій: вентиляції, опалювання, водопроводу і каналізації. Вартість будівель виробничого, допоміжного та адміністративно-побутового призначення розраховують за питомою вартістю 1 м³ об'єму будівлі або 1 м² площі.

Внутрішню виробничу площу цеху (дільниці, лінії) визначають за

					ДР 18-533.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

питомою площею (м²), яка припадає на одиницю обладнання і приймають за даними розрахунків, виконаних в проектній частині.

Питому вартість м² площі будівель виробничого призначення приймають за даними базових підприємств.

Площу допоміжних приміщень та адміністративно-побутових приміщень та висоту промислової будівлі приймають за даними розрахунків, які виконані в проектній частині.

Вартість споруд і передавальних пристроїв приймають укрупнено в розмірі 5...7% від вартості будівель.

Вартість виробничого обладнання визначається згідно виконаних раніше розрахунків. Вартість силових машин і обладнання, з врахуванням витрат на їх транспортування, монтаж і налагодження приймають за даними базового підприємства.

Вартість піднімально-транспортних засобів при укрупнених розрахунках може бути прийнята в розмірі 10...15% від вартості технологічного (виробничого) обладнання або за даними базового підприємства.

Витрати на контрольньо-вимірвальне обладнання приймають в межах 2...5% від вартості виробничого обладнання. Витрати на інструмент і пристрої приймають: в масовому виробництві 25...30% від вартості виробничого обладнання; в серійному виробництві – 15...20% і в одиничному виробництві – 6...15% від вартості вказаного обладнання. З цієї суми в основні виробничі фонди включають 55...60%, а інші 40...45% витрат призначені для придбання малоцінного інструменту (пристроїв) і включають в статтю «Зношення малоцінного інструменту» витрат на утримання та експлуатацію обладнання.

Вартість виробничого і господарського інвентарю становить 1...2% від вартості виробничого обладнання.

Розрахунок амортизаційних відрахувань проводять за кожною групою основних виробничих фондів шляхом множення їх балансової вартості на норму амортизації. Норми амортизації за групами основних фондів встановлені чинним

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

законодавством.

Результати розрахунку капітальних витрат за варіантами зводять в табл. А.4.

Річний фонд прямої зарплати основних виробничих робітників при відрядній системі оплати праці визначають за формулою:

$$\Phi_{n.e.} = C_1 \cdot K_c \cdot T_{um} \cdot N_e, \quad (7.3)$$

де C_1 – годинна тарифна ставка робітника 1-го розряду відповідної професії, грн.;

T_{um} – сумарна трудомісткість оброблення одного виробу (деталі) за всіма технологічними операціями процесу, нормо-годин.

Річний фонд основної зарплати виробничих робітників-відрядників визначають за формулою:

$$\Phi_{o.e.} = \Phi_{n.e.} + D_e, \quad (7.4)$$

де D_e – сумарні річні доплати до прямої заробітної плати робітників-відрядників (грн.), які орієнтовно приймають 30...35% від тарифного заробітку (прямої зарплати).

Річний фонд прямої зарплати робітників-погодинників (допоміжних робітників) визначають на основі дійсного (ефективного) фонду робочого часу одного робітника і прийнятої кількості робітників:

$$\Phi_{n.n.} = P \cdot C_1 \cdot K_{cd} \cdot \Phi_{ef}, \quad (7.5)$$

де P – середня чисельність допоміжних робітників, чол.

Річний фонд основної зарплати робітників-погодинників визначають за формулою:

$$\Phi_{o.n.} = \Phi_{n.n.} + D_n, \quad (7.6)$$

					ДР 18-533.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де D_n – сумарні річні доплати до прямої заробітної плати робітників-погодинників, грн., які орієнтовно приймають в розмірі 25...30% від тарифного заробітку.

Річний фонд заробітної плати робітників кожної з категорій визначають за формулою:

$$\Phi_{zn} = \Phi_o + \Phi_{\text{доп}}, \quad (7.7)$$

де Φ_o – річний фонд основної заробітної плати робітників за категоріями;

$\Phi_{\text{доп}}$ – додаткова заробітна плата за категоріями робітників, грн.

До складу додаткової заробітної плати входять оплати чергових і додаткових відпусток, учбових відпусток, оплата часу виконання державних і суспільних обов'язків та інше. Величину додаткової заробітної плати можна визначити у відсотках від основного фонду заробітної плати. Орієнтовно для основних і допоміжних робітників вона становить 3...10% від основної заробітної плати.

Річний фонд заробітної плати інженерно-технічних працівників (ІТП), службовців і молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) визначають згідно посадових окладів:

$$\Phi_{zn.k} = O \cdot P_k \cdot 12, \quad (7.8)$$

де O – місячний оклад працівника відповідної категорії;

P_k – кількість працівників певної категорії, чол.

Посадові оклади ІТП, службовців і МОП включають в себе основну і додаткову заробітну плату.

Витрати на виробництво продукції крім річного фонду заробітної плати включають ще й соціальні нарахування. Нормативи нарахувань на заробітну плату приймають згідно норм чинного законодавства.

Результати розрахунку річного фонду заробітної плати та нарахувань

					ДР 18-533.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зводять в таблицю А.5.

Витрати на кожен вид сировини і матеріалу розраховують на основі норм їх витрат на одиницю продукції, річної програми випуску даної продукції та відповідних цін за формулою:

$$B_m = H_m \cdot N_{\text{зан}} \cdot C_m, \quad (7.9)$$

де H_m – норма витрат певного виду сировини або матеріалу на одиницю продукції (кг);

C_m – ціна одиниці сировини чи матеріалу, грн.

Із визначеної загальної вартості сировини і матеріалів вираховують вартість повернутих відходів, які підлягають реалізації. До одержаного результату слід додати транспортно-заготівельні витрати, що дорівнюють 6...10% від вартості сировини і матеріалів.

Потребу в допоміжних матеріалах визначають, виходячи з встановлених норм їх витрат на один верстат або одного робітника в процентному відношенні від вартості основних матеріалів (1.5...2%).

Результати розрахунку витрат на сировину і матеріали оформляють у вигляді таблиці А.6.

Витрати на електроенергію для технологічних потреб розраховують на основі часу роботи обладнання та загальної встановленої потужності споживачів:

$$B_{\text{ем}} = \frac{P_{\text{вст}} \cdot \Phi_{\text{д.о.}} \cdot K_{\text{ч}} \cdot K_{\text{п}}}{\eta_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{м}}} \cdot C_e, \quad (7.10)$$

де $P_{\text{вст}}$ – сумарна встановлена на ділянці потужність електрообладнання, кВт;

$K_{\text{ч}}$ – коефіцієнт, який враховує завантаження електроприводів по часу (0,4...0,7);

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт, який враховує завантаження електроприводів за потужністю (0,5...0,8);

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

η_0 – коефіцієнт корисної дії електродвигунів (0.9...0.96);

η_m – коефіцієнт, який враховує втрати в електромережах (0.86...0.9);

C_e – ціна однієї кВт/год. електроенергії, грн.

Витрати на освітлення визначають, виходячи з розміру площі, які освітлюється, питомих норм витрат електроенергії на освітлення одного м² і тривалості освітлення:

$$B_{eo} = \frac{1.05 \cdot H_{ee} \cdot T_{ocv} \cdot S_m}{1000} \cdot C_e, \quad (7.11)$$

де 1.05 – коефіцієнт, який враховує контрольне освітлення;

H_{ee} – питомі витрати електроенергії на освітлення м² площі (13...16Вт/год.);

T_{ocv} – тривалість освітлювального періоду за рік в годинах;

S_m – розмір площі, яка освітлюється, м².

Вода в цеху витрачається на виробничі і побутові потреби. Середні витрати води для приготування ЗОР становлять 14...18 м³ за рік на один верстат при двозмінній роботі. Витрати води в миючих машинах становлять 0.15...0.5 м³ на 1 тону деталей, що промиваються.

Розрахунок витрат води на побутові потреби проводять на основі таких норм: для господарсько-побутових потреб – 25л на кожного працюючого в зміну; для душових – 40л гарячої води на кожного, хто користується душем. Вартість 1 м³ холодної і гарячої води приймають згідно діючих тарифів.

Усереднені витрати пари приймають на рівні: на сушіння 1т деталей в сушильних камерах періодичної дії – 80...100 кг/год., в конвеєрних – 45...75 кг/год.; б) для нагрівання води в миючих машинах – 60...90 кг/год. на 1 т деталей.

Витрати на опалення приміщень визначають згідно з питомими нормами витрат та тривалістю опалювального сезону.

Усереднені питомі норми витрат стиснутого повітря при укрупнених

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розрахунках можна прийняти для пневматичних патронів – 1.5...2 м³/год., для пневматичних підйомників – 3,5 м³/год., для пневматичних пристосувань – 0,9 м³/год.

Вартість кошторису цехових витрат викликана необхідністю розрахунку проектної цехової собівартості одиниці продукції. В залежності від характеру утворення затрат, цехові витрати поділяють на дві групи: а) витрати на утримання та експлуатацію обладнання; б) загальноцехові витрати. Кошторис цехових витрат оформляють у вигляді таблиці А.7.

Загальновиробничі витрати включають: витрати на управління виробництвом; витрати на утримання і експлуатацію обладнання; витрати на вдосконалення технології та організації виробництва; витрати на обслуговування виробничого процесу; витрати на охорону праці, техніку безпеки і охорону навколишнього середовища; інші витрати: витрати від браку, оплата простоїв тощо.

До адміністративних витрат належать загальногосподарські витрати, які спрямовані на обслуговування та управління підприємством: загальні корпоративні витрати; витрати на службові відрядження і утримання апарату управління підприємством та іншого загальногосподарського персоналу; витрати на утримання основних засобів, інших матеріальних необоротних активів загальногосподарського використання (страхування майна, амортизація, ремонт, опалення, освітлення, водопостачання, охорона); винагороди за юридичні, аудиторські і т.п. послуги; витрати на зв'язок; амортизація нематеріальних активів загальногосподарського використання; витрати на врегулювання суперечок в судових органах та інші витрати загальногосподарського призначення.

Адміністративні витрати допускається приймати в розмірах 50...60 % від суми основної і додаткової заробітної плати основних робітників.

Позавиробничі витрати включають витрати на збут продукції та інші операційні витрати (оплату торгово-збутової та рекламної діяльності,

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

фінансування науково-дослідних робіт, створення фонду освоєння нових виробів та ін) та примаються в розмірі 3...6.5 % від виробничої собівартості.

Собівартість річного випуску та одиниці продукції визначають на основі проведених вище розрахунків. Для річного випуску складається кошторис за елементами витрат (таблиця А.8), а для визначення собівартості одиниці продукції розрахунок проводять за статтями калькуляції (таблиця А.9).

Калькуляцію собівартості одиниці продукції оформляють у вигляді табл. А.10.

Основним показником, який характеризує економічну ефективність виробництва і ступінь використання всіх ресурсів підприємства, є прибуток, який визначається шляхом зменшення суми скоригованого валового доходу за звітний період на суму валових витрат та амортизаційних відрахувань.

Прибуток визначають за спрощеною методикою як різницю між доходами та витратами підприємства за рік:

$$П = Д - В, \quad (7.12)$$

де $Д$ – дохід від реалізації продукції, грн.;

$В$ – витрати підприємства на виготовлення і реалізацію продукції, грн.

За умови, що підприємство реалізувало всю випущену за рік продукцію, дохід визначають за формулою:

$$Д = Ц - К, \quad (7.13)$$

де $Ц$ – ціна одиниці продукції, грн.

$$Ц = (1.1 \dots 1.15) - C_{од.min}, \quad (7.14)$$

де $C_{од.min}$ – менша з двох повних собівартостей (базова або проектна) одиниці продукції.

Витрати підприємства на виготовлення та реалізацію продукції

					ДР 18-533.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

визначають за формулою:

$$B = C_{од} - K, \quad (7.15)$$

де $C_{од}$ – повна собівартість одиниці продукції, грн.

Рентабельність виробництва P_{ϵ} (в %):

$$P_{\epsilon} = \frac{\Pi}{\Phi_{\epsilon.ос} + H_{оз}} \cdot 100\%, \quad (7.16)$$

де Π – прибуток підприємства до виплати податків, грн.;

$\Phi_{\epsilon.ос}$ – середньорічна вартість основних фондів, грн.;

$H_{оз}$ – середньорічна вартість нормованих оборотних, грн.

Рентабельність продукції $P_{прод}$ (в %):

$$P_{пр} = \frac{\Pi_{од}}{C_{од}} \cdot 100\%, \quad (7.17)$$

де $\Pi_{од}$ – прибуток, отриманий від реалізації одиниці продукції, грн.

Величина приведеної річної економії – економічний ефект на програму визначається за формулою:

$$E = (C_1 - C_2) \cdot N, \quad (7.18)$$

де C_1 , C_2 – собівартості деталей, виготовлених за базовим і проектним варіантами технологічних процесів.

$$E = (125,01 - 121,96) \cdot 90000 = 274500 \text{ грн.}$$

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1. Аналіз умов праці обслуговуючого персоналу обчислювального центру

Робота обслуговуючого персоналу обчислювального центру полягає в інсталяції необхідного програмного забезпечення і подальшому його використанні в діалоговому режимі роботи з ЕОМ. Іноді може виникати необхідність написання допоміжних програм для підвищення ефективності роботи або для зниження витрат. З погляду забезпечення умов праці і вимог техніки безпеки для роботи оператора необхідно таке: достатнє освітлення екрана дисплея і робочого місця; повна технічна справність устаткування, його електробезпечність; достатня пожежобезпечність приміщення; оптимальний мікроклімат, що сприяє продуктивній роботі; відповідність робочого місця вимогам ергономіки. До небезпечних і шкідливих чинників, впливу яких піддається оператор, можна віднести: можливість враження електричним струмом при електронесправності устаткування, порушенні заземлення або техніки безпеки; робота в мікрокліматі з неприпустимими параметрами; робота при недостатній освітленості екрана дисплея і робочого місця.

Відповідно до ГОСТ 12.1.038-82 приміщення вузла можна віднести до приміщень без підвищеної небезпеки, тому що це приміщення безпилоче, сухе, із нормальною температурою й підлогою, що не має заземлених металоконструкцій. Персональні ЕОМ можна віднести до першого класу електротехнічних виробів по засобі захисту людини від враження електричним струмом ГОСТ 12.2.007. 0-76, тому що їх корпуси зроблені з пластмаси і кожний пристрій має заземлення і вилку з заземленим контактом. Відповідно до правил влаштування електроустановок ЕОМ можна віднести до електроустановок із робочою напругою до 1000 В.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Островський</i>				ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Консульт.</i>								
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
						<i>ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТмз-61</i>		

Особам що допускаються до роботи з таким устаткуванням, присвоюється III - IV кваліфікаційна група по техніці безпеки.

Основними чинниками які характеризують метеорологічні умови є: температура і вологість повітря; рухливість повітря; теплове випромінювання. Ці умови впливають на теплообмін організму з навколишнім середовищем.

Рух повітря на робочому місці оператора виникає за рахунок конвенції і має швидкість порядку 0.01 – 0.05 м/с. Дія внутрішнього вентилятора ЕОМ на переміщення повітря на робочому місці значного впливу не робить внаслідок його малої продуктивності $Q = 32 \text{ м}^3/\text{год}$, що створює швидкість прямування повітря біля забірної шахти в бічній стінці корпусу приблизно 0,09 – 0.10 м/с. Виходячи з цього можна зробити висновок про наявність оптимальних умов, із погляду швидкості прямування повітря, на робочому місці оператора.

У якості джерела вологовиділення в приміщенні вузла можуть виступати користувачі мініЕОМ. Графік роботи вузла і кількість обслуговуючого персоналу передбачає максимальну кількість людей, що одночасно знаходяться в помешканні, рівним чотирьом.

Відповідно до СНіП II-68-78 площа кабінетів обчислювальної техніки з настільними обчислювальними машинами повинна задовольняти умові – не менше 3 м^2 на одне робоче місце. Кратність повітрообміну в приміщенні вузла також регламентується СНіП II-68-78, вона повинна складати $30 \text{ м}^3/\text{год}$ на одне місце. Виконання даних вимог забезпечить підтримку в приміщенні вузла оптимального значення вологості і складу повітря.

Відповідно до СНіП II-4-79 роботу оператора можна віднести до роботи з малою точністю (найменший розмір об'єкта розрізнення від 1 до 5 мм) V-ого розряду зорової роботи, із великою контрастністю об'єкта розрізнення (символів на екрані дисплея), із темним фоном (підрозряд зорової роботи V). Приміщення вузла можна віднести до 1 групи приміщень, у яких провадиться розрізнення об'єктів зорової роботи при фіксованому напрямку лінії зору працюючого на робочу поверхню. Для такого типу приміщень і розряду зорової роботи нормоване значення коефіцієнта природної освітленості (КЕО) робочої поверхні (при комбінованому освітленні), повинен складати 0,5%, освітленість при

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

штучному освітленні повинна складати 150 лк. За результатами виміру освітленості відділом охорони праці розмір освітленості від системи загального штучного освітлення лежить у межах 400 ... 500 лк, що відповідає вимогам, запропонованим до приміщення вузла.

Відповідно до ГОСТ 12.1.003-83 рівні звукового тиску в робочому приміщенні не повинні перевищувати в октавних смугах із середньгеометричними частотами значень, приведених у таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Рекомендовані значення частот

Робочі місця	Рівень звукового тиску, Дб, в октавних смугах з середньгеометричними частотами Гц								Рівні звуку, Дб
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ОЦ	71	61	54	49	45	42	40	38	50

В приміщенні вузла знаходяться такі джерела шуму: електродвигуни внутрішнього вентилятора мініЕОМ; працюючі принтери; працюючі дисководи. Шум, вироблений вентилятором можна класифікувати як постійний, всі інші джерела шуму, як імпульсні. Відповідно до паспорта на приміщення рівень звуку, д(А), вимірюваний по шкалі А шумоміра досягає розміру 28,3 д(А) при роботі всього устаткування вузла, включаючи і ксерокс. Це дозволяє зробити висновок про відповідність рівня звуку в приміщенні вимогам ГОСТ 12.1.003-83.

Ергономічні вимоги до робочого місця нормуються ГОСТ 12.2.032-78 (таблиця 8.2). Оптимальне положення тіла працюючого забезпечується відповідною конструкцією робочого місця, а також регулюванням висоти робочої поверхні, сидіння, простору і підставки для ніг.

Таблиця 8.2 – Ергономічні вимоги до робочого місця оператора ЕОМ

Ріст людини	Висота робочої поверхні стола, мм	Висота простору для ніг, мм	Висота сидіння, мм
175	765	655	450

Для забезпечення безпечних умов праці на робочому місці оператора

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідним є проведення ряду заходів.

З точки зору забезпечення електробезпеки до цих заходів можна віднести наступні: влаштування розподільних щитів спеціальними розетками з контактами, що заземлюють; організація заземлення всіх приладів і пристроїв; періодична перевірка справності заземлення всіх приладів і пристроїв; щорічна здача екзамену з техніки безпеки із занесенням результатів в журнал.

З точки зору забезпечення оптимальних умов мікроклімату, рівня звуку й освітленості до цих заходів можна віднести: організацію природної вентиляції за допомогою дефлектора для забезпечення необхідного повітрообміну в приміщенні вузла; організацію системи центрального опалення для підтримки оптимальної температури в холодний період року; організацію штучного загального освітлення для забезпечення необхідних умов зорової роботи, що відповідають СНІП II 4-79; оформлення паспорта на приміщення вузла із занесенням у нього вимірів освітленості і рівня звуку, зроблених відділом охорони праці.

З точки зору забезпечення пожежної безпеки до цих заходів можна віднести розробку схеми евакуації з приміщення вузла у випадку пожежі.

Для виконання вимог ергономіки можна запропонувати заміну нерегульованого сидіння на крісло з регульованими ергономічними параметрами, а також заміну використовуваного столу на робоче місце оператора ЕОМ, що відповідає ГОСТ 12.2.032-78.

8.2. Класифікація надзвичайних ситуацій

Постановою Кабінету Міністрів України № 1099 «Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій» затверджено «Положення про класифікацію надзвичайних ситуацій». Згідно з цим положенням, за характером походження подій, що зумовлюють виникнення надзвичайних ситуацій на території України, розрізняють 4 класи надзвичайних ситуацій: техногенного, природного, соціально-політичного та військового характеру. Кожен клас надзвичайних

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ситуацій поділяється на групи, які містять конкретні їх види.

Надзвичайні ситуації техногенного характеру – це наслідок транспортних аварій, катастроф, пожеж, неспровокованих вибухів чи їх загроза, аварій з викидом (загрозою викиду) небезпечних хімічних, радіоактивних, біологічних речовин, раптового руйнування споруд та будівель, аварій на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення, гідродинамічних аварій на греблях, дамбах тощо.

Надзвичайні ситуації природного характеру – це наслідки небезпечних геологічних, метеорологічних, гідрологічних, морських та прісноводних явищ, деградації ґрунтів чи надр, природних пожеж, змін стану повітряного басейну, інфекційних захворювань людей, сільськогосподарських тварин, масового ураження сільськогосподарських рослин хворобами чи шкідниками, зміни стану водних ресурсів та біосфери тощо.

Надзвичайні ситуації соціально-політичного характеру – це ситуації, пов’язані з протиправними діями терористичного та антиконституційного спрямування: здійснення або реальна загроза терористичного акту (збройний напад, захоплення і затримання важливих об’єктів ядерних установок і матеріалів, систем зв’язку та телекомунікації, напад чи замах на екіпаж повітряного чи морського судна), викрадення (спроба викрадення) чи знищення суден, встановлення вибухових пристроїв у громадських місцях, викрадення зброї, виявлення застарілих боєприпасів тощо.

Надзвичайні ситуації військового характеру – це ситуації, пов’язані з наслідками застосування зброї масового ураження або звичайних засобів ураження, під час яких виникають вторинні фактори ураження населення внаслідок зруйнування атомних і гідроелектричних станцій, складів і сховищ радіоактивних і токсичних речовин та відходів, нафтопродуктів, вибухівки, сильнодіючих отруйних речовин, токсичних відходів, транспортних та інженерних комунікацій.

Залежно від територіального поширення, обсягів, заподіяних або очікуваних економічних збитків, кількості людей, які загинули, розрізняють 4

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

рівні надзвичайних ситуацій – загальнодержавний, регіональний, місцевий та об’єктовий.

Надзвичайна ситуація загальнодержавного рівня – це надзвичайна ситуація, яка розвивається на території двох та більше областей або загрожує транскордонним перенесенням, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріали і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості окремої області, але не менше 1 % обсягів видатків відповідного бюджету.

Надзвичайна ситуація регіонального рівня – це надзвичайна ситуація, яка розвивається на території двох або більше адміністративних районів (міст обласного значення), або загрожує перенесенням на територію суміжної області, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості окремого району, але не менше 1 % обсягів видатків відповідного бюджету.

Надзвичайні ситуації місцевого рівня – це надзвичайна ситуація, яка виходить за межі потенційно-небезпечного об’єкта, загрожує поширенням самої ситуації або її вторинних наслідків на довкілля, сусідні населені пункти, інженерні споруди, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості об’єкта. До місцевого рівня також належать всі НС, які виникають на об’єктах житлово-комунальної сфери та інших, що не входять до затверджених переліків потенційно-небезпечних об’єктів.

Надзвичайна ситуація об’єктового рівня – це надзвичайна ситуація, яка не підпадає під зазначені вище визначення, тобто така, що розгортається на території об’єкта або на самому об’єкті, її наслідки не виходять за межі об’єкта або його санітарно-захисної зони.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

9 ЕКОЛОГІЯ

9.1. Забруднення довкілля, що виникає внаслідок виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307

В процесі реалізації технологічного процесу виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307 неминуче виникає забруднення навколишнього середовища промисловими відходами, до яких належать залишки сировини, матеріалів та напівфабрикатів, стружка, а також браковані деталі.

Механічний цех містить у своєму складі заготівельні та обробні виробництва, більшість з яких є в процесі виконання операцій технологічного процесу джерелом забруднення атмосферного повітря. Так, при заточуванні різального інструменту та при шліфуванні вала, у повітря виділятиметься пиломатеріал абразивний та абразивно-металевий.

Вода при обробленні корпусу використовується для охолодження інструмента, промивання деталей і при обробці приміщень, при цьому стічні води забруднюються мінеральними маслами, милами, металевим і абразивним пиломатеріалом і емульгаторами. Основне забруднення вносять мастильно-охолоджувальні рідини. В процесі механічної обробки деталей мастильно-охолодні рідини забруднюються механічними частками з концентрацією до 20 г/л.

Окремим джерелом забруднення є побутові стічні води машинобудівних підприємств. За складом і концентрацією забруднюючі речовини подібні міським стічним водам, що очищаються на міських станціях каналізації. До них належать води, що надходять із раковин, санітарних вузлів, душових тощо. Основні забруднювачі побутових стічних вод: крупні домішки (залишки їжі, ганчірки, пісок); домішки органічного та мінерального походження в нерозчиненому, колоїдному та розчиненому станах; різні, в тому числі хвороботворні, бактерії. Концентрація забруднень у побутових стічних водах залежить від ступеня

					<i>ДР 18-533.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Островський</i>			ЕКОЛОГІЯ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Дячун</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
						<i>ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТмз-61</i>		

розведення побутових стоків водопровідною водою.

9.2. Заходи зі зменшення забруднення довкілля

Для зменшення забруднення довкілля, яке виникає в результаті реалізації технологічного процесу виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307, необхідний цілий комплекс заходів, направлених як на розв'язування конкретних задач, наприклад, очищення повітря, води, ґрунту, так і на вирішення всієї проблеми в цілому.

Очищення забрудненого повітря від газів, які утворюються при технологічних процесах і викидаються в атмосферу, від отруйних речовин, які в них містяться, рідких і газоподібних домішок є основним способом охорони повітряного басейну від забруднення, що виникає в усіх випадках, коли використання активних методів поки неможливе або економічно не вигідне. Задача промислового газоочищення полягає у вилученні або нейтралізації шкідливих речовин з організованих газових викидів від стаціонарних джерел.

Першим етапом очищення викидів в атмосферу є вловлювання аерозолів і газоподібних домішок із забрудненого повітря і газів. Для цього використовують установки ЕФП 535 для затримання пилу і газів, які встановлюють в джерелі виділення забруднень. В цих установках здійснюється очищення газів за допомогою гідрофобних мембранних фільтруючих елементів з фторопласту з порогом затримки частинок 0.2 ... 0.2 мкм.

Найкращим рішенням задачі вловлювання пилу і газів є повне укриття джерела їх виділення кожухом, який забезпечує практично повну герметичність. Цим гарантується висока ефективність вловлювання пилу і газів при роботі системи з мінімальними витратами повітря.

Одним з варіантів вирішення проблеми очищення викидів в атмосферу, який вимагає менших затрат, є очищення газів, яке в даному випадку реалізується за допомогою циклонів типу ЦН 11. Використання циклонів є найбільш поширеним засобом очищення газів. В цих пристроях відокремлення від газу твердих та рідких частинок під дією відцентрової сили (при обертанні газового

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

поток). Оскільки відцентрова сила в багато разів перевищує силу тяжіння, в циклонах осідає дрібний пил з розміром частинок 10...20 мкм. Продуктивність циклона сягає 6500 м³/год.

Для очищення стічних вод машинобудівних підприємств використовують головним чином такі методи:

- механічні (проціджування, відстоювання, фільтрування);
- хімічні (нейтралізація, коагуляція, флокуляція);
- фізико-хімічні (флотація, електрохімічні методи);
- комбіновані.

Для попереднього видалення плаваючих крупних або волокнистих забруднень застосовують проціджування через решітки і сита.

Для видалення високодисперсних мінеральних домішок і легких органічних частинок застосовують відстійники і масловловлювачі. Конструкції застосовуваних в промисловості використовуються різні конструкції відстійників. Найбільш поширені горизонтальні відстійники, в яких частинки, осідаючи на дно чи спливаючи, рухаються горизонтально разом з водою. Застосовуються також радіальні відстійники, метод флотації, фільтрування через шар зернистого чи пористого матеріалу (найчастіше кварцового піску).

Для фільтрування стічних вод, забруднених мінеральними маслами, мазутом, застосовують в якості фільтра кварцову крихту, а також фільтруючі матеріали. Фільтри повинні піддаватись промивці водою, направленою в зворотному напрямку руху. Для видалення менших частинок застосовують реагентну обробку з допомогою коагулянтів, флокулянтів, десорбцію і віддування.

Як уже відмічалось, очищення викидів в атмосферу і стічних вод є вимушеним заходом, зумовленим недосконалістю технологічних процесів, що застосовуються на виробництві. Тому найбільш ефективний шлях рішення екологічних проблем виробництва – комплексне вдосконалення технології в напрямку мінімізації шкідливих відходів і широке впровадження екологічно чистих технологічних процесів.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

На шліфувальних і заточувальних операціях перспективно застосовувати алмазно-абразивний інструмент і крути з нового синтетичного матеріалу – ельбору, що дозволяє зменшити кількість абразивних відходів і збільшує терміни заміни змащувально-охолоджувальних рідин, які містять шкідливі речовини.

При розробці нових технологічних процесів необхідно передбачити знешкодження відходів на стадії виходу з технологічних процесів. Проте, навіть при сучасному розвитку науки і техніки, неможливо виключити утворення твердих відходів, які не підлягають знешкодженню чи нейтралізації. В цьому випадку доцільно передбачити зберігання відходів в спеціальних сховищах.

При виготовленні корпуса підшипника КС6В-48.307 основним типом твердих відходів є металева стружка. Оскільки в технологічному процесі використовується мастильно-охолоджуючі рідини (МОР), необхідно додатково очистити стружку. Для цього використовують центрифуги.

Очищену стружку подрібнюють і нагромаджують в спеціальних бункерах, після чого перевантажують в транспортні засоби для доставки в місця переробки.

Середній термін використання МОР коливається від двох тижнів до півтора місяців. Основними причинами заміни мастильно-охолоджуючих рідин при холодній обробці металів є наявність у них великої кількості зважених речовин (металевий пил, сажа, частки абразивних матеріалів), розшарування МОР і її загнивання.

Регенерація відпрацьованих МОР, що полягає у видаленні з них сторонніх домішок, дозволяє повертати їх у виробництво, досягаючи тим самим економії мінеральних масел і інших компонентів, що входять до складу емульсолів.

Загнивання МОР можна попередити за допомогою бактерицидних добавок. У якості таких добавок використовуються гексахлорофен, фурацилін, бактерициди типу «Вазин» і «Азин».

Регенерацію відпрацьованих МОР проводять таким чином. МОР направляють в збірний резервуар і відстоюють у ньому для відділення суспензії й спливаючого масла протягом 6 год. Для видалення тонкої суспензії МОР подають на фільтр-транспорттер з паперовою стрічкою, після чого вона надходить у ємність

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

ДР 18-533.00.00

для регенерації. У цю ємність подають емульсол-пасту (суміш емульсолу з водою в співвідношенні 1:1), воду і розчин бактерицидної речовини. При необхідності вводять антикорозійні добавки і соду з розрахунку 0.2...0.3 % (по масі). Суміш перемішують стисненим повітрям протягом 10 хв., відстоюють протягом 60 хв., видаляють масло й повертають у виробництво для подальшого використання. МОР, які непридатні для відновлення та повторного використання, підлягають утилізації.

Зменшити забруднення навколишнього середовища можна також шляхом мінімізації відходів металів за рахунок проведення комплексу конструкторських, технологічних та організаційних заходів.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проведено аналіз стану питання щодо дослідження параметрів процесу токарної обробки гвинтових заготовок. Після проведених експериментальних досліджень встановлено, що із збільшенням товщини витка гвинтової заготовки h та швидкості різання V шорсткість поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування зменшується, при цьому збільшення подачі розточного різця S призводить до збільшення шорсткості обробленої поверхні.

Максимальне значення шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування становить 9,11 мкм, а мінімальне – 5,93 мкм. Збільшення подачі розточного різця S від 0,1 мм/об до 0,2 мм/об призводить до зростання шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки в 1,11 рази. Збільшення товщини витка гвинтової заготовки h від 1 мм до 2 мм створює передумови для зниження шорсткості розточеної поверхні в 1,18 рази, а збільшення швидкості різання V від 100 до 2000 м/хв надає зменшення шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки в 1,17 рази. Тому внутрішні поверхні гвинтових заготовок доцільно розточувати при підвищених частотах обертання шпинделя із зменшенням подачі розточного різця.

Також в результаті моделювання та аналізу результатів встановлено, що при проточуванні гвинтової заготовки без центрального вала із закріпленням в патроні та обертовому задньому центрі максимальні напруження досягають 220 МПа при основі витків, максимальні деформації – 0,13 мм, при цьому запас міцності становив 1,28.

При проточуванні гвинтової заготовки з центральним валом із

					<i>ДР 18-533.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Островський</i>				ВИСНОВКИ	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								
						<i>ТНТУ, каф ТМ гр. МТмз-61</i>		

закріпленням в патроні та обертовому задньому центрі максимальні напруження досягають 41,8 МПа у місці дії сили різання, максимальні деформації – 0,005 мм, при цьому запас міцності становив 6,75.

При проточуванні гвинтової заготовки з центральним валом із консольним закріпленням в патроні максимальні напруження досягають 131МПа у місці закріплення вала в патроні, максимальні деформації – 0,08 мм, при цьому запас міцності становив 2,15.

Отже, найкращим варіантом є проточування гвинтової заготовки з центральним валом із закріпленням в патроні та обертовому задньому центрі, оскільки порівняно із проточуванням гвинтової заготовки без центрального вала із закріпленням в патроні та обертовому задньому центрі та проточуванням гвинтової заготовки з центральним валом із консольним закріпленням в патроні максимальні напруження зменшуються у 5,26 та 1,68 рази відповідно, а деформації - у 26 та 16 разів відповідно.

Вдосконалено відомий технологічний процес виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кухарський О. М., Куцак І. В. Методичний посібник до курсового проекту по курсу “Технологія машинобудування”. Тернопіль, 2001. 58 с.
2. Классификатор ЕСКД. Иллюстрированный определитель деталей. Классы 71,72,73,74,75,76 (в отдельных книгах). М.: Издательство стандартов, 1986. 235 с.
3. Орлова П. Н., Скороходова Е. А. Краткий справочник металлиста. М.: Машиностроение, 1986. 456 с.
4. Боженко Л. І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні. Київ: НМК ВО, 1990. 264 с.
5. Дьячков В. Б. Специальные металлорежущие станки общемашиностроительного применения: справочник. М.: Машиностроение, 1983. 328 с.
6. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. М. : Машиностроение, 1985. Т. 2. 496 с.
7. Кухарський, О. М., Кузьмін М. І. Визначення припусків табличним методом. Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2004. 135 с.
8. Паливода Ю. Є., Кухарський О. М. Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом, Тернопіль, 2003. 81 с.
9. Косилова А.Г., Мещеряков Р. К. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. М. : Машиностроение, 1985. Т. 1. 1986. 656 с.
10. Барановский Ю. В. Режимы резания металлов. М.: Машиностроение, 1972. 258 с.
11. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.
12. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск: Вышэйшая школа, 1975. 288 с.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>								
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ								
<i>Розроб.</i>	<i>Островський</i>									<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>	
<i>Перевір.</i>	<i>Дячун</i>												
<i>Реценз.</i>													
<i>Н. контр.</i>													
<i>Затв.</i>													
					ТНТУ, каф. ТМ гр. МТмз-61								

13. Итин А. М., Родичев Ю. Я. Наладка и эксплуатация токарных многошпиндельных полуавтоматов. М. : Машиностроение, 1977. 136 с.

14. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1966. 650 с.

15. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. М.: Машиностроение, 1965. 461 с.

16. Кухарський О. М. Методичні вказівки на тему “Проектування калібра-пробки, калібра-скоби” для виконання конструкторської частини дипломного проекту. Тернопіль, 2005.

17. Жидецький В. Ц., Джигирей В. Ц., Мельников О. В. Основи охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 350 с.

18. Жидецький В. Ц. Практикум із охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 349 с.

19. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б. Технологія оброблення валів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 198 с.

20. Егоров М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. М.: Высш. школа, 1969. 480 с.

21. Руденко П. А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. К.: Вища шк., 1991. 247 с.

22. Дячун А.Є. Обґрунтування параметрів технологічного процесу виготовлення профільних гвинтових заготовок. Дис.... канд. техн. наук: 05.02.08. Тернопіль, 2008. 208 с.

23. Пилипець М. І. Науково-технологічні основи виробництва навивних заготовок деталей машин: дис. д-ра техн. наук : 05.02.08. Львів, 2002. 445 с.

24. Гевко Б. М. Технологія виготовлення спіралей шнеков. Львов : Вища школа, 1986. 128 с.

25. Драган А. П. Теоретичні передумови технологічного процесу виготовлення гвинтових гофрованих заготовок : автореф. дис. на здобуття наук.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.08 “Технологія машинобудування”.
Тернопіль, 2007. 21 с.

26. Ляшук О. Л. Технологічне забезпечення виготовлення деталей типу тіл
обертання з профільного прокату: дис. кандидата техн. наук : 05.02.08.
Тернопіль, 2006. 274 с.

27. Новосад І. Я. Технологічне забезпечення виготовлення секцій робочих
органів гнучких гвинтових конвеєрів: дис. кандидата техн. наук : 05.02.08.
Тернопіль, 2007. 229 с.

28. Драган А. П. Теоретичні передумови технологічного процесу
виготовлення гвинтових гофрованих заготовок: дис. канд. техн. наук : 05.02.08.
Тернопіль, 2007. 183 с.

29. Гудь В. З. Технологічне забезпечення виготовлення нежорстких
гвинтових заготовок: дис. канд. техн. наук : 05.02.08. Тернопіль, 2006. 154 с.

30. Гевко Б.М., Пилипец М. И. Исследование процесса проточки шнеков.
Технология и организация производства. 1985. № 3. С. 18–19.

31. Душинський В. В. Основи наукових досліджень. Теорія і практикум з
програмним забезпеченням. К. : НТУУ “КПІ”, 1998. 408 с.

32. Капаціла Ю.Б., Комар Р.В., Дячун А.Є. Механоскладальні дільниці та
цехи. Методичні вказівки до практичних та самостійних занять студентів всіх
форм навчання напряму підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» та
спеціальності 131 «Прикладна механіка». Тернопіль, 2016. 40 с.

33. Островський О. Дослідження розточування профільних гвинтових
заготовок / II Міжнародна студентська науково-технічна конференція
“Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання”: 25-26 квітня 2019 р. :
тези доп. Тернопіль : вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2019. С. 134.

34. Заболотний С. А. Технологічне забезпечення точності та якості
поверхневого шару отворів деталей машин з наплавленням високовуглецевих
покриттів: дис. кандидата техн. наук : 05.02.08. Тернопіль, 2010. 188 с.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

35. Дячун А. Є. Методичний посібник з виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин» / А. Є. Дячун, Ю. Б. Капаціла, Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 75 с.

36. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277 с.

37. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В. Проектування машинобудівних виробництв : методичні вказівки до курсової роботи для студентів всіх форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія». Тернопіль : ТНТУ, 2017. 40 с.

38. Пилипець М. І., Данильченко Л. М., Ткаченко І. Г. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Організація виробництва». Тернопіль : ТНТУ, 2018. 60 с.

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ ДО ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Таблиця А.1 - Характеристика варіантів технологічного процесу

№ п/п	Програма запуску, шт	Тшт, хв	Тр/місткість на деталь, н-год	Тр/місткість на програму, н-год	Розряд робітника
1	2	3	4	5	6
Базовий варіант					
005	94736	1.29	0,022	2084,192	3
010	94736	5.08	0,085	8052,56	3
015	94736	4.82	0,08	7578,88	3
020	94736	0.96	0,016	1515,776	3
025	94736	4.11	0,068	6442,048	3
030	94736	2.8	0,047	4452,592	3
035	94736	1.1	0,018	1705,248	3
040	94736	0.47	0,008	757,888	3
045	94736	0.75	0,012	1136,832	3
Сума		21,38	0,356	33726,016	
Проектний варіант					
005	94736	2.84	0,047	4452,592	3
010	94736	1.0	0,017	1610,512	3
015	94736	2.95	0,049	4642,064	3
020	94736	1.79	0,03	2842,08	3
025	94736	4.05	0,068	6442,048	3
030	94736	3.93	0,066	6252,576	3
035	94736	0.91	0,015	1421,04	3

<i>ДР 18-533.00.00</i>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Островський			
Перевір.	Дячун			
Реценз.				
Н. контр.				
Затв.				
ДОДАТОК А			Літ.	Аркуш
				10
			ТНТУ каф. ТМ гр. МТмз -61	

Закінчення таблиці А1

1	2	3	4	5	6
040	94736	0.48	0,008	757,888	3
Сума		17,95	0,3	28420,8	

Таблиця А.2 - Склад технологічного обладнання

№ п/п	Кількість місць	Потужність електро-двигуна 1-го верстага, кВт	Потужність електро-двигунів всіх верстагів,	Вартість 1-го верстага, грн	Вартість всіх верстагів, грн	Витрати на перевезення і монтаж, грн	Сума всіх витрат, грн	Категорія ремонтної складності
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Базовий варіант								
005	1	7.5	7,5	40000	40000	3200	43200	30
010	1	10.0	10	40000	40000	3200	43200	30
015	1	10.0	10	40000	40000	3200	43200	30
020	1	4.0	4	30000	30000	2400	32400	30
025	1	11	11	60000	60000	4800	64800	30
030	1	10.0	10	40000	40000	3200	43200	30
035	1	4.0	4	30000	30000	2400	32400	30
040	1	4.0	4	30000	30000	2400	32400	30
045	1	4.0	4	30000	30000	2400	32400	30
Сума	9		64,5		340000	27200	367200	30
Проектний варіант								
005	1	7.5	7,5	40000	40000	3200	43200	30
010	1	4.0	4	30000	30000	2400	32400	30
015	1	5.5	5,5	50000	50000	4000	54000	30
020	1	5.5	5,5	50000	50000	4000	54000	30
025	1	11	11	60000	60000	4800	64800	30
030	1	7.5	7,5	40000	40000	3200	43200	30
035	1	4.0	4	30000	30000	2400	32400	30
040	1	4.0	4	30000	30000	2400	32400	30
Сума	8		49		330000	26400	356400	30

Таблиця А.3 - Зведена відомість складу працюючих

№ п/п	Категорія працюючих	Кількість	Процентне відношення
1	2	3	4
Базовий варіант			
1	Виробничі робітники	10	-
2	Допоміжні робітники	5	42
3	Молодший обслуговуючий персонал	1	2-3
4	Інженерно-технічні працівники	2	10-13
5	Лічильно-конторський персонал	1	4-5
Всього		19	
Проектний варіант			
1	Виробничі робітники	9	-
2	Допоміжні робітники	4	42
3	Молодший обслуговуючий персонал	1	2-3
4	Інженерно-технічні працівники	2	10-13
5	Лічильно-конторський персонал	1	4-5
Всього		17	

Таблиця А.4 - Капітальні витрати по основних фондах

№ п/п	Назва основних фондів	Вартість, тис. грн	Норма амортизації	Сума амортизації, тис. грн	Питома вага в заготовках
1	2	3	4	5	6
Базовий варіант					
1	Будівлі:				
	а) виробничі приміщення	163,6	1,38	1242	0,01
	б) допоміжні приміщення	57,26	0,48	432	0
	в) адмін.- побутові	73,15	0,62	558	0,01
	ВСЬОГО:	294,01		2232	0,02

Закінчення таблиці А.4

1	2	3	4	5	6
2	Споруди і передаючі пр.	14,7005	0,12	108	0
3	Обладнання:				
	а) виробниче	367,2	3,1	2790	0,03
	б) енергетичне	4,8375	0,04	36	0
	в) транспортне	36,72	0,31	279	0
	г) контр.-вимірювальне	18,36	0,16	144	0
	ВСЬОГО:	427,1175		3249	0,03
4	Інструмент і пристрої	44,064	60	26438,4	0,29
5	Виробн. і госп. інвентар	3,672	24	881,28	0,01
	ВСЬОГО:	783,564		32908,68	0,35
Проектний варіант					
1	Будівлі:				
	а) виробничі приміщення	146	1,23	1107	0,01
	б) допоміжні приміщення	51,1	0,43	387	0
	в) адмін.-побутові	65,45	0,55	495	0,01
	ВСЬОГО:	262,55		1989	0,02
2	Споруди і передаючі пр.	13,1275	0,11	99	0
3	Обладнання:				
	а) виробниче	356,4	3,01	2709	0,03
	б) енергетичне	3,675	0,03	27	0
	в) транспортне	35,64	0,3	270	0
	г) контр.-вимірювальне	17,82	0,15	135	0
	ВСЬОГО:	413,535		3141	0,03
4	Інструмент і пристрої	42,768	60	25660,8	0,29
5	Виробн. і госп. інвентар	3,564	24	855,36	0,01
	ВСЬОГО:	735,5445		31745,16	0,35

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-533.00.00

Арк.

Таблиця А.5 - Зведена відомість річного фонду зарплати

Категорії працюючих	Основна зарплата, тис. грн	Доплата, тис. грн	Всього фонд основної зарплати, тис. грн	Додаткова зарплата, тис. грн	Річний фонд зарплати, тис. грн	Нарахування на зарплату, тис. грн	Всього витрати на зарплату,	Середньо-місячна зарплата
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Базовий варіант								
Робітники:								
- основні	253,57	76,071	329,641	15,2142	344,86	96,3566	441,2166	7873,83
- допоміжні	67,89	16,9725	84,8625	4,0734	88,94	25,7982	114,7382	5482,33
ІТП	29,9	7,475	37,375	1,794	39,17	11,362	50,532	7632,08
ЛКП	13,58	3,395	16,975	0,8148	17,79	5,1604	22,9504	5482,5
МОП	13,58	3,395	16,975	0,8148	17,79	5,1604	22,9504	5482,5
ВСЬОГО:	378,52	107,3085	485,8285	22,7112	508,55	143,8376	652,3876	
Проектний варіант								
Робітники:								
- основні	210,92	63,276	274,196	12,6552	286,85	80,1496	366,9996	7656,02
- допоміжні	53,81	13,4525	67,2625	3,2286	70,49	20,4478	90,9378	5468,54
ІТП	29,62	7,405	37,025	1,7772	38,8	11,2556	50,0556	7616,67
ЛКП	13,45	3,3625	16,8125	0,807	17,62	5,111	22,731	5468,33
МОП	13,45	3,3625	16,8125	0,807	17,62	5,111	22,731	5468,33
ВСЬОГО:	321,25	90,8585	412,1085	19,275	431,38	122,075	553,455	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-533.00.00

Арк.

Таблиця А.6 - Відомість витрат на матеріали

№ п/п	Матеріали	Розхід на деталь, кг	Річна витрата, т.	Вартість, грн.	Загальні тр. витрати, грн.	Загальна вартість відходів, грн.	Загальна вартість матеріалу, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
Базовий варіант							
1	Основні матеріали	2,78	263,37	7242675	579414	147511,53	7674577,47
2	Допоміжні матеріали	0,049	4,61	126746,81	10139,75	2581,45	134305,11
Проектний варіант							
1	Основні матеріали	2,78	263,37	7242675	579414	147511,53	7674577,47
2	Допоміжні матеріали	0,049	4,61	126746,81	10139,75	2581,45	134305,11

Таблиця А.7 - Кошторис цехових витрат

№ з/п	Найменування статей витрат	Витрати, тис. грн. Базовий варіант	Витрати, тис. грн. Проектний варіант
1	2	3	4
	А. НА УТРИМАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ОБЛАДНАННЯ		
1	Амортизація обладнання	3,25	3,14
2	Експлуатація обладнання		
	а) допоміжні матеріали	134,31	134,31
	б) електроенергія	0,06	0,04
	в) стиснуте повітря	0,019	0,017
	г) вода для виробничих потреб	1,249	1,147
	д) пара для виробничих потреб	43,585	43,585
	е) зарплата основна і додаткова	441,22	367

Продовження таблиці А.7

1	2	3	4
3	Черговий ремонт		
	а) обладнання	18,36	17,82
	б) цінний інструмент	6,61	6,42
4	Внутрішні переміщення вантажів	1,84	1,78
5	Зношення малоцінного і швидкозношуваного інструменту	29,38	28,51
6	Інші витрати	8,96	8,7
	ВСЬОГО по розділу А:	688,843	612,469
	А. ЗАГАЛЬНОЦЕХОВІ ВИТРАТИ		
1	Утримання апарату управління цехом		
	а) ІТП	50,532	50,0556
	б) службовці (ЛКП)	22,9504	22,731
2	Утримання решти цехового персоналу		
	а) МОП	22,9504	22,731
	б) доп. □ обітники, не вказанні в розд. А	68,84	54,56
3	Амортизація будівель та інвентаря	3,22	2,94
4	Утримання будівель, споруд та інвентаря		
	а) електроенергія для освітлення	90,64	80,88
	б) пара для опалення	56,823	50,71
	в) вода для побутових потреб	5,06825	4,40875
	г) матеріальні та інші витрати	3,09	2,76
	д) інвентаря	3,67	3,56
5	Черговий ремонт будівель, споруд, інвентаря	9,37	8,38
6	Випробування, досліди та дослідження, раціоналізація і винахідництво	13,24	11,01
7	Охорона праці	35,3	29,36
8	Зношення малоцінного та швидкозношуваного інвентаря	1,47	1,43
9	Інші витрати	7,74	6,91

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-533.00.00

Арк.

Закінчення таблиці А.7

1	2	3	4
	ВСЬОГО по розділу Б:	394,9	352,43
	ВСЬОГО цехових (побічних) витрат	1083,743	964,899

Таблиця А.8 - Кошторис витрат на виробництво продукції

№ з/п	Найменування статей витрат	Базовий варіант сума, тис. грн.	Проектний варіант сума, тис. грн.
1	2	3	4
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з врахуванням відходів	7674,58	7674,58
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	329,64	274,2
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	15,21	12,66
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	96,36	80,15
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	688,84	612,47
6	Загальноцехові витрати	394,9	352,43
	Всього цехова собівартість	9199,53	9006,49
7	Загальнозаводські витрати	207,25	170,73
	Всього виробнича собівартість	9406,78	9177,22
8	Позавиробничі витрати	376,27	367,09
	Всього повна собівартість	9783,05	9544,31
9	Плановий прибуток	1467,46	1431,65
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	11250,51	10975,96

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця А.9 - Калькуляція собівартості одиниці продукції

№ з/п	Найменування статей витрат	Базовий варіант Сума, грн.	Проектний варіант Сума, грн.
1	2	3	4
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	85,27	85,27
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	3,66	3,05
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	0,17	0,14
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	1,07	0,89
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	7,65	6,81
6	Загальноцехові витрати	4,39	3,92
	Всього цехова собівартість	102,22	100,07
7	Загальнозаводські витрати	2,3	1,9
	Всього виробнича собівартість	104,52	101,97
8	Позавиробничі витрати	4,18	4,08
	Всього повна собівартість	108,7	106,05
9	Плановий прибуток	16,31	15,91
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	125,01	121,96

Таблиця А.10 - Калькуляція собівартості одиниці продукції

№ з/п	Нормативні показники	Одиниця виміру	Величина показника базового варіанту	Величина показника проектного варіанту
1	2	3	4	5
1	Річний випуск продукції:			
	а) в натуральному вираженні	шт.	90000	90000
	б) у вартісному вираженні	грн.	11250510	10975960
2	Капітальні затрати:			

					<i>ДР 18-533.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закінчення таблиці А.10

1	2	3	4	5
	а) загальні	тис. грн.	783,56	735,54
	б) питомі	грн./шт.	8,71	8,17
	в) виробнича площа загальна	кв. м.	409	365
	г) кількість верстатів	шт.	9	8
	д) енергопотужність обладнання	кВт	64,5	49
3	Оборотні засоби, що нормуються	тис. грн.	186,1	174,69
4	Загальна чисельність працюючих	чол.	19	17
5	Річний фонд зарплати	тис. грн.	652,3876	553,455
6	Середньомісячна зарплата:			
	а) виробничих робітників	грн.	7873,83	7656,02
	б) ІТР	грн.	5632,08	5616,67
7	Виріток на одного працюючого	грн./чол.	592131,97	645644,5
8	Випуск продукції:			
	а) на один грн. основних фондів	грн.	15113,81	15707,6
	б) на один квадратний метр площі	грн.	27507,35	30071,11
9	Завантаження верстатів	%	0,6	0,5
10	Собівартість деталі	грн.	125,01	121,96
11	Побічні витрати цеху	грн.	376270	367090
12	Рівень рентабельності виробу	%	15	15
13	Рівень рентабельності цеху	%	164,28	170,74