

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)

Технології машинобудування
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної роботи

магістр

(освітній рівень)

на тему: **Розроблення проекту дільниці механічного цеху для
ВИГОТОВЛЕННЯ
корпуса редуктора РГ 115.007 з дослідженням режимів вальцювання
широкосмугових гвинтових заготовок**

Виконав: студент 6 курсу, групи МТм-61
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

	<u>Магільда М. О.</u> (підпис)	<u>Магільда М. О.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Радик Д. Л.</u> (підпис)	<u>Радик Д. Л.</u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Ткаченко І. Г.</u> (підпис)	<u>Ткаченко І. Г.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Клендій В. М.</u> (підпис)	<u>Клендій В. М.</u> (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра технології машинобудування

Освітній рівень магістр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри проф. Пилипець М.І.

« 30 » серпня 2019 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Магільда Микита Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу редуктора РГ 115.007 з дослідженням режимів вальцювання широкосмугових гвинтових заготовок

керівник проекту (роботи) _____

Радик Дмитро Леонідович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « 30 » серпня 2019 року № 4/7-763

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 16 грудня 2019 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Робоче креслення корпусу редуктора РГ 115.007, базовий технологічний процес виготовлення корпусу. Річна програма випуску – 8000 шт. Науково-технічні літературні джерела з технології виготовлення широкосмугових гвинтових заготовок.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналітична частина. 2. Науково-дослідна частина. 3. Технологічна частина.

4. Конструкторська частина. 5. Спеціальна частина. 6. Проектна частина. 7. Обґрунтування економічної ефективності. 8. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 9. Екологія. Загальні висновки. Перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Плакати до науково-дослідної частини – 2А1. Креслення корпусу редуктора РГ 115.007 – А1.

Карти технологічних налагоджень на технологічні операції – 2А1. Складальне креслення кондуктора для свердління 4-ох отв. Ø 8,5 мм – А1. Складальне креслення 4-х шпindelної свердлильної головки – А1. Складальне креслення пристрою для фрезерування в розмір 20 мм – 2А1. Складальне креслення боританги – А2. Складальне креслення пристрою для контролю неперпендикулярності – А2. Дільниця цеху – А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Спеціальна частина</i>	<i>Паньків М. Р., доцент</i>		
<i>Обґрунтування економічної ефективності</i>	<i>Дячун А. Є., доцент</i>		
<i>Охорона праці</i>	<i>Ткаченко І. Г., доцент</i>		
<i>Безпека в надзвичайних ситуаціях</i>			
<i>Екологія</i>	<i>Клепчик В. М., старший викладач</i>		
	<i>Лясота О. М., доцент</i>		

7. Дата видачі завдання *05.07.2018*

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
<i>1</i>	<i>Аналітична частина</i>	<i>04.11.2019</i>	
<i>2</i>	<i>Науково-дослідна частина</i>	<i>09.11.2019</i>	
<i>3</i>	<i>Технологічна частина</i>	<i>14.11.2019</i>	
<i>4</i>	<i>Конструкторська частина</i>	<i>19.11.2019</i>	
<i>5</i>	<i>Спеціальна частина</i>	<i>26.11.2019</i>	
<i>6</i>	<i>Проектна частина</i>	<i>03.12.2019</i>	
<i>7</i>	<i>Обґрунтування економічної ефективності</i>	<i>07.12.2019</i>	
<i>8</i>	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>09.12.2019</i>	
<i>9</i>	<i>Екологія</i>	<i>10.12.2019</i>	
<i>10</i>	<i>Додатки</i>	<i>12.12.2019</i>	
<i>11</i>	<i>Загальні висновки</i>	<i>13.12.2019</i>	
<i>12</i>	<i>Перелік посилань</i>	<i>14.12.2019</i>	
<i>13</i>	<i>Графічна частина</i>	<i>15.12.2019</i>	
<i>14</i>	<i>Автореферат</i>	<i>16.12.2019</i>	

Студент _____
(підпис)

Магільда М. О. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Радик Д. Л. _____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

дипломної роботи магістра на тему:

«Розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу редуктора РГ 115.007 з дослідженням режимів вальцювання широкосмугових гвинтових заготовок». Дипломна робота виконана на кафедрі Технології машинобудування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Розрахунково-пояснювальна записка: 124 арк. формату А4, 63 арк. формату А4 додатків, 22 літературне джерело, графічна частина – 10 аркушів формату А1.

Ключові слова: машинобудування, технологічний процес, верстатомісткість, операція, точіння, свердління, фрезерування, шліфування, форма організації виробництва, такт випуску деталей, заготовка, оправка, широкосмугова гвинтова заготовка, вальцювання, показник технологічності.

Мета роботи: розроблення технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус редуктора РГ115.007» на основі базового, який був би прогресивнішим, економічнішим і продуктивнішим, а також проектування дільниці механічного цеху для виготовлення даної деталі.

Методи виконання роботи: економіко-статистичний, графічний, порівняльний, математичного моделювання; теоретико-емпіричний, науково-дослідницький.

Для досягнення поставленої мети вирішено задачі:

- Визначено методи вирішення поставлених задач та актуальність теми роботи;
- розроблено та досліджено технології виготовлення навивних гвинтових заготовок методом навивання на оправку смугової заготовки;
- проаналізовано конструкцію та службове призначення об'єкту виробництва, виконано аналіз технологічності;
- досліджено способи виготовлення аналогічних деталей;

- виконано розроблення технологічного процесу виготовлення заданої деталі, для якого вибрано обладнання, оснащення, різальний та вимірювальний інструмент, розраховано режими різання та норми часу;
- підібрано необхідне технологічне оснащення;
- виконано техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень;
- розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, а також екології навколишнього середовища;
- оформлено графічну частину роботи.

ЗМІСТ

ВСТУП

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

- 1.1 Аналіз технологій виготовлення вальцьованих гвинтових заготовок
- 1.2 Технічні характеристики обладнання для виготовлення вальцьованих гвинтових заготовок.

2 НАУКОВО–ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

- 2.1 Проектування широкосмугових вальцьованих гвинтових заготовок
- 2.2 Виготовлення ШГЗ способом вальцювання накатної зони смугової заготовки з трикутними вирізами.
- 2.3 Програма та методика проведення досліджень.
- 2.4 Дослідження впливу кроку вирізів на енергосилові та конструктивні параметри вальцьованих гвинтових заготовок.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

- 3.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва.
Аналіз технічних умов.
- 3.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.
- 3.3 Аналіз типу та організаційної форми виробництва.
- 3.4 Вибір способу одержання заготовки.
- 3.5 Вибір методів оброблення, технологічних і вимірювальних баз.
- 3.6 Формування маршрутно-операційного технологічного процесу виготовлення виробу з вибором технологічного обладнання.
- 3.7 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки.
- 3.8 Розмірний аналіз технологічного процесу.
- 3.9 Вибір різального, вимірювального та допоміжного інструменту.
- 3.10 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу.
- 3.10 Визначення кількості обладнання, побудова графіків завантаження і використання обладнання.

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

- 4.1 Вибір пристосувань для механічного оброблення.
- 4.2 Розрахунок кондуктора для свердління отворів $\varnothing 8,5$ мм.
- 4.3 Розрахунок 4-ох шпindelльної свердлильної головки.

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Основні задачі САПР ТП.

5.2 Аналіз конструкційно-технологічних особливостей деталі.

5.3 Підготовка вихідної інформації.

5.4 Аналіз технологічного процесу отриманого за допомогою САПР ТП.

5.5 Блок-схема алгоритму автоматизованого проектування технологічного процесу.

6 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

6.1 Визначення річної потреби в технологічному обладнанні.

6.2 Вибір типу і розрахунок кількості вантажопідіймальних і транспортних засобів.

6.3 Вибір типу та основних будівельних параметрів будівлі, розроблення компонувального плану цеху та плану розміщення обладнання і робочих місць.

6.4 Розроблення завдань на енергетичну частину проекту цеху.

7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1 Розробка внутрішнього планування дільниці та цеху в цілому з врахуванням вимог безпеки, санітарії та пожежних вимог.

8.2 Санітарно-гігієнічна характеристика умов праці на дільниці обробки корпусу.

8.3 Розрахунок місцевого вентиляційного відсосу пилу та стружки.

8.4 Заходи по відношенню стійкості машинобудівного заводу в екстремальних умовах.

9 ЕКОЛОГІЯ

9.1 Актуальність охорони навколишнього середовища.

9.2 Шкідливі викиди в цеху (дільниці).

9.3 Розрахунок нафтовловлювача.

ВИСНОВКИ

БІБЛІОГРАФІЯ

ДОДАТКИ

ВСТУП

Головним завданням машинобудівного виробництва є виготовлення машин належної якості з мінімальною собівартістю та забезпеченням високої продуктивності технологічного процесу. Одним з найголовніших шляхів розв'язання цієї проблеми - технічне переозброєння машинобудівного виробництва.

Скорочення життєвого циклу виробів машинобудування характеризується зростанням обсягів продукції, що виробляється в умовах багатосерійного виробництва, частка якого становить 80...85% загального обсягу продукції машинобудування.

Для сучасних машин характерні швидкодія та надійність, що досягається підвищенням точності та інших характеристик деталей вузлів. Процес виготовлення таких машин стає все складнішим і трудомістким, а потреба швидкого оновлення продукції машинобудування вимагає скорочення термінів освоєння її виробництва. Дія цих чинників дещо змінює сучасне машинобудівне виробництво, характер якого визначається мобільністю, тобто спроможністю швидко перейти на новий вид продукції, що залежить від ряду виробничих показників готової продукції, переходом на місцеві джерела сировини і палива, будівництвом за межами міста філій підприємства, створення запасів сировини, палива, обладнання, матеріалів, комплектуючих тощо.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз технологій виготовлення вальцьованих гвинтових заготовок

Процес виготовлення широкосмугових гвинтових заготовок (ШГЗ) базується на ефекті згинання смуги на ребро в горизонтальній площині та скручуванні. На цей процес суттєвий вплив мають різниця коефіцієнтів висотної деформації, різниця температури металу в тонкій і товстій частинах профілю смугової заготовки, нерівномірність вироблення калібрів, неоднаковий тиск і швидкість вальцювальних валків. Процес формоутворення вальцьованих заготовок методом прокатування складається з основних переходів: захоплення смуги подаючими валками, прокатування і формування кроку гвинтової заготовки, розрізування отриманої суцільної гвинтової заготовки на мірні гвинтові заготовки.

Початковими заготовками для виготовлення прокатних гвинтових заготовок є рулонний або листовий прокат низьковуглецевих і нержавіючих сталей, алюмінію і кольорових сплавів.

За температурним режимом заготовок прокатування поділяють на холодне та гаряче.

За умовами формоутворення розрізняють:

– прокатування по всій ширині стрічки або її частини, тобто деформуванню піддають лише зовнішню, відносно центру кривизни, частину стрічки. Прокатування відбувається з так званою некатаною зоною;

– прокатування з гальмуванням по зовнішньому ребру з радіальним обтискуванням стрічки в зоні формоутворення і поза нею.

За розміщенням робочих валків прокатування поділяють на прокатування з паралельним і перехресним розміщенням осей.

Основним обладнанням для виготовлення гвинтових заготовок є прокатні стани (spiral blade machine, helical blade cold rolling mill), які ще називають шнеконавивальними станами. Формоутворення гвинтових заготовок прокатуванням здійснюють в двох-, чотирьохвалкових станах, а також у пристроях із консольним розміщенням валків. В нашій країні для виготовлення таких гвинтових заготовок використовувались прокатні стани системи “кварто”.

Провідними вченими в галузі створення технологій виготовлення прокатних гвинтових заготовок є Морін І.В. та Журавльов А.З. Під керівництвом Журавльов А.З. був розроблений прокатний стан з конічними консольними валками і кутом 58° – 59° між їх осями. На ньому одержували прокатні гвинтові заготовки з параметрами:

$$\frac{H_0}{H_0 - h} = 1,72 \div 1,62;$$

$$30 \text{ мм} < d < 34 \text{ мм}; \quad B < 50 \text{ мм}; \quad H_0 = 3,5 \dots 5 \text{ мм}.$$

Подальші розробки вітчизняних вчених стосувались розробки прокатних станів з двохопорними валками, та впровадження в 1968 році способу холодного прокатування. Під керівництвом професора А.Е. Церни був розроблений прокатний стан для виготовлення гвинтових заготовок із спеціальних профільних смуг із трапецеподібним профілем поперечного перерізу (наприклад, типорозміри таких профільних смуг $2,5 \times 5,7 \times 95$ мм, $2,0 \times 4,2 \times 50$ мм, $2,5 \times 4,9 \times 95$ мм, $2,5 \times 4,9 \times 61$ мм). Параметри одержуваних гвинтових заготовок були такими: $D < 130$ мм, $H < 9,5$ мм. Режими прокатування: швидкість прокатування 100-150 мм/с.

На основі таких досліджень було розроблено ГОСТ 2705-73 “Шнеки для сільськогосподарських машин”, який регламентує холодне прокатування спіралей із зовнішнім діаметром 60...320 мм і відповідно внутрішнім 20...121 мм, із смуги або стрічки шириною до 100 мм зі сталі 08 кп ГОСТ 1050-74.

На сучасному ринку, представленому в переважній більшості прокатними станами китайського виробництва, переважають конструкції з

конічними консольними валками та додатковим деформуючим згинним роликом на виході із валків.

В основному сучасні стани дозволяють одержувати гвинтові заготовки в діапазоні параметрів: $2,5 \text{ мм} < d < 6 \text{ мм}$, $0,3 < \frac{T}{D} < 1,56$ $\frac{H_0}{H} = 1,015 \dots 1,040$ при діаметрі валків 320 мм і обтискуванням по всій ширині початкової заготовки.

Розробленням конструкцій прокатних станів для виготовлення прокатних гвинтових заготовок займалися науковці Московського державного технічного університету, Ростовського-на-Дону інституту сільськогосподарського машинобудування, Науково-виробничого об'єднання по технології машинобудування для тваринництва і комівиробництва, Кримського проектно-технологічного інституту та інші.

Способи виготовлення навивно-прокатних гвинтових заготовок розглянуті у роботах Щукіна А.Д., прокатно-навивних у роботах Белоусова Н.Ф., Сафронова В.Г., штампо-прокатних у роботах Морщакова Н.А., Бредуна Л.С. та ін.

Розробкою та дослідженням технологій виготовлення прокатних гвинтових заготовок присвячені праці Моріна І.В., Рокотяна С.Е., Гурвича В.Е., Шифріна Д.Я., Сафронова В.Г., Кузнецова М.В., Церна А.Е., Новікова В.К., Журавльова А.З., Егорова В.А. та ін.

Основними перевагами використання технологій виготовлення гвинтових заготовок методами прокатування є: висока продуктивність процесу формоутворення, можливість механізації й автоматизації виробництва (прокатування забезпечує зниження трудомісткості на 40-50% порівняно зі штампуванням); робочі поверхні заготовок надзвичайно гладкі й мають малий робочий опір тертю.

Наприклад за даними проф. Церни А.Е. при виготовленні вальцьованих заготовок довжиною три метри (при $D = 250 \text{ мм}$, $T = 250 \text{ мм}$) методами штампування і вальцювання витрати робочого часу відповідно рівні 3,195 год. і 0,355 год. При цьому відходів металу виходить значно менше (технологія

прокатування забезпечує зниження витрат металу на 50-60% порівняно з технологіями штампування).

Незважаючи на високу ефективність методів прокатування, ця технологія має ряд недоліків:

- на практиці складним є отримання стабільних розмірів гвинтових поверхонь за кроком, поперечним перерізом, зовнішнім і внутрішнім діаметрами (робочі валки переважно кріпляться консольно і не мають необхідної жорсткості);

- складне та трудомістке регулювання робочого зазору між валками, що не дозволяє оперативно впливати на процес прокатування;

- неможливість виготовлення спіралі з необхідною товщиною зовнішньої крайки в заготовці з малою відносною товщиною: вихідну заготовку приходиться брати збільшеного перетину (порівняно з розрахунковою), що зумовлено недостатньою жорсткістю спіралі при прокатуванні. В гарячому стані (відсутність наклепування) і “завалом” поперечного перетину в процесі прокатування;

- низька стійкість робочих валків, навіть при наплавленні сормайттом вона, як правило, не перевищує 1300-1500 циклів вальцювання стрічок;

- складність одержання гвинтових заготовок з невеликими розмірами внутрішнього діаметра та різноманітністю їх фізико-механічних властивостей (твердість прокатних гвинтових заготовок становить 200 НВ);

- висока енергомісткість процесів виготовлення;

- технічна складність і висока собівартість устаткування;

- при прокатуванні товщина зовнішньої крайки в 1,5...2,6 рази менша ніж внутрішньої, що суттєво впливає на надійність і довговічність шнека (під час роботи цих механізмів з шнековими робочими органами інтенсивно зношується периферійна частина гвинтової спіралі);

- у зв'язку зі значним обтискуванням стрічки по зовнішньому ребру, стійкість накатних спіралей значно нижча, ніж навивних. Необхідність

значного обтискання стрічки зумовлює вибір вихідного матеріалу заготовки підвищеної пластичності;

– низька точність виготовлення прокатних гвинтових спіралей зі значною шириною витка через низьку жорсткість інструментів. При значному обтскуванні стрічкових заготовок спостерігається пружна деформація осі інструментів, що призводить до спотворення форми і розмірів витка.

Складність і громіздкість установки для прокатування, вузька спеціалізація обладнання, незадовільні умови праці зумовили необхідність вирішення задачі визначення умов раціонального використання таких технологій з урахуванням типу виробництва та технологічних можливостей підприємства та розроблення нових способів вальцювання.

1.2 Технічні характеристики обладнання для виготовлення

вальцьованих гвинтових заготовок

На сучасному світовому ринку обладнання для виготовлення гвинтових заготовок методом прокатування найбільшим попитом користується обладнання:

– стан компанії Harbin Qiheng Trade (Китай). Параметри гвинтової заготовки: крок від 80 мм до 300 мм, товщина витка від 2,8 мм до 5,5 мм, ширина витка – від 20 мм до 100 мм, внутрішній діаметр від 50 мм до 114 мм. Матеріал гвинтової заготовки – низьковуглецева сталь. Продуктивність стана – 1 метр в хвилину. Габарити: довжина – 2,3 м, ширина – 1,3 м, висота – 1,5 м, вага – 5 тон.

– прокатний стан моделі X-523 (виробник – Азовський КПО). Параметри гвинтової заготовки: ширина витка – від 20 мм до 100 мм, зовнішні діаметри – 90 – 700 мм, крок 90 – 700 мм, максимальна товщина витка 4-6 мм, матеріал заготовки – 08кп-0М ГОСТ503-81.

– стан компанії LUTEX. Параметри гвинтової заготовки: зовнішній діаметр $D = 45 \dots 1000$ мм; внутрішній діаметр від $1/5 D$; крок рівний D , проте

можливий від $2/3 D$ до $1,5 D$; товщина витка H за внутрішньою крайкою $3 \dots 12$ мм; товщина витка H за зовнішньою крайкою – $(0,5 \dots 0,7)H$ мм.

– стани моделей ZL158-II та ZL258 фірми Shandong Tiema Machinery Co Ltd (Китай). Параметри гвинтової заготовки відповідно: товщина витка 2-5 мм, 2-10 мм; максимальна ширина витка 100 мм і 150 мм; мінімальні внутрішні діаметри 30 мм і 60 мм; максимальні зовнішні діаметри 600 мм, 800 мм; потужність 0,6 - 1 т/год, 1,2 – 2 т/год; механічна потужність 37,8 кВт і 68 кВт; вага 12000 кг і 16500 кг. Стани оснащені системами ЧПК.

– стан компанії ОО “ЮКС”. Параметри гвинтової заготовки: найбільший зовнішній діаметр шнека 200 мм, найменший зовнішній діаметр шнека 90 мм, найменший внутрішній діаметр шнека 22 мм, найбільша ширина заготовки 60 мм, найбільша товщина заготовки 4 мм, найменша ширина заготовки 34 мм. Режим роботи – автоматичний, штовхаючий. Вид початкової заготовки – стрічка, поштучні заготовки. Потужність електродвигуна 11 кВт. Число обертів робочих валків 15об/хв. Габаритні розміри: довжина 7650 мм, ширина 1475 мм, висота 2280 мм. Допоміжне обладнання – шафа електрообладнання.

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Проектування широкосмугових вальцьованих ГЗ

Одним із раціональних способів отримання широкосмугових гвинтових заготовок (ШГЗ) із малим діаметром внутрішньої крайки є вальцювання суцільної частини смугової заготовки, яка характеризується наявністю трикутних вирізів зі сторони внутрішньої крайки витка та товщиною суцільної частини смугової заготовки, яка більша за товщину частини з вирізами (рис.1)

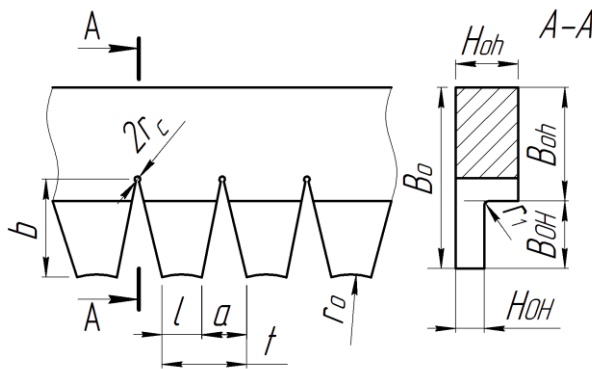


Рисунок 2.1,а

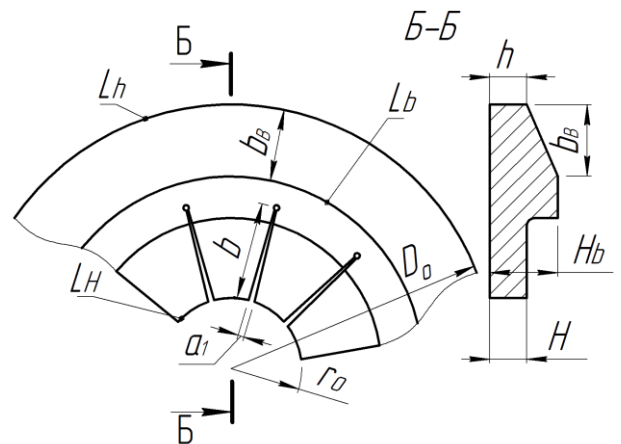


Рисунок 2.1,б

Рисунок 2.1. Розрахункова схема для визначення конструктивних параметрів ШГЗ: а – смугова заготовка; б – розгортка витка

Виготовлення ГЗ здійснюють зі смугової заготовки шириною B_0 . На її частині шириною b виконані трикутні вирізи з періодом t і основою трикутника a та висотою рівною b . Товщину суцільної частини заготовки шириною B_0-b виконано з товщиною H_{oh} , яка є більшою за товщину H_{oH} частини шириною b .

Розрахунок параметрів a , l і b здійснюють з урахуванням технологічної характеристики пластичних властивостей матеріалу в процесі деформації суцільної частини заготовки.

В процесі виготовлення ГЗ із параметрами D , d і T умова пластичності

$$2\delta_5 \geq 1 - \frac{L_b}{L_h} = 1 - \frac{\sqrt{\pi^2(d+2b)^2 + T^2}}{(\pi D)^2 + T^2}, \quad (2.1)$$

де δ_5 - відносне видовження при стандартному випробовуванні металу на розтяг; L_b - довжина повздожнього шару ГЗ по вершинах вирізів.

Із (1) ширини частини смугової заготовки з вирізами

$$b \leq 0,5 \left[\sqrt{\frac{\pi^2 D^2 (1 - 2\delta_5)^2 - 4T^2 (\delta_5 - \delta_5^2)}{\pi^2 (1 - 2\delta_5^2) - 1}} - d \right]. \quad (2.2)$$

Ширина суцільної частини смуги

$$B_{\text{свч}} \leq B - b = 0,5 \left(D - \sqrt{\frac{\pi^2 D^2 (1 - 2\delta_5)^2 - 4T^2 (\delta_5 - \delta_5^2)}{\pi^2 (1 - 2\delta_5^2) - 1}} \right) \quad (2.3)$$

Внутрішню крайку зубців виконують прямолінійною або з радіусом кривизни r_{0_z}

$$r_{0_z} \geq \frac{BL_H}{L_h - L_H} = r_0, \quad (2.4)$$

де r_0 - радіус внутрішньої крайки розгортки витка ШГЗ.

В результаті вальцювання одержують ГЗ із профілем поперечного перерізу витка, який складається із спряжених трапецеподібного та прямокутного.

Закономірність зміни товщини поперечного перерізу ГЗ переважно є відомою, так як її задає конструктор на основі силових умов функціонування виробу.

У випадку, якщо верхня частина профілю є трапецеподібною, то товщина профілю змінюється від h до H_b за залежністю:

$$h_x = \frac{1}{B}(H_b - h)(B - x) + h, \quad (2.5)$$

де x - поточна координата ширини

На основі використання залежностей, які описують зміну абсолютного обтискування за шириною зони деформації [Егоров], розрахунок товщини поперечного перерізу суцільної частини заготовки необхідно здійснювати за формулою:

$$H_x = \frac{1}{B}(H_b - h)(B - x) + h + 1,365 \frac{x^2}{\delta_s (r + b + x)} \quad (2.6)$$

Профіль суцільної частини ГЗ може мати форму, яка описується залежністю:

$$h_x = h \frac{L_h}{L_b} \quad (2.7)$$

Тоді розрахунок товщини поперечного перерізу суцільної частини заготовки здійснюють за формулою:

$$H_x = h \frac{\sqrt{T^2 + \pi^2 D^2}}{\sqrt{T^2 + \pi^2 (d + B)^2}} + 1,365 \frac{x^2}{\sigma_s (r + b + x)} \quad (2.8)$$

При розрахунках необхідно здійснювати перевірку на стійкість спіралі в зоні товщини H_b .

Для $0,02 \leq \frac{H_{oh}}{B_0 - b} \leq 0,055$;

$$\psi_0 = \frac{\sqrt{T^2 + \pi^2 D^2}}{\sqrt{T^2 + \pi^2 (d + B)^2}} \leq 1,6 + 2,4 \frac{H_{oh}}{B_0 - b}; \quad (2.9)$$

для $\frac{H_{oh}}{B_0 - b} \geq 0,055$ $\psi_0 \leq 3$,

де ψ_0 – коефіцієнт нерівномірності витягування суцільної частини.

Якщо умови не виконуються, то необхідно збільшити величину b або H_{oh} .

Вибір матеріалу необхідно здійснювати із умови Гурвіча:

$$F = \frac{\sigma_6 \delta_5}{\sigma_m} \geq F_m, \quad (2.10)$$

де F_m – вибирають із таблиці.

Радіус R_B робочих валків вибирають із умов:

$$\begin{cases} R_B / T \leq 0,55 \\ \sqrt{\frac{H_{oh} - h}{R_B}} \leq f_3 \end{cases} \quad (2.11)$$

де f_3 - коефіцієнт тертя; для шліфованих валків і використання мастила – 10%-го водного розчину емульсії $f_3 = 0,13$.

Із умови закриття стиків трикутних вирізів сума довжин l основ зубців повинна дорівнювати довжині внутрішньої крайки ГЗ L_H , тобто

$$l/t = L_H/L_b = \left(L_H/L_h \right) \left(\frac{L_h}{L_b} \right).$$

З урахуванням (2.1)

$$\cdot \quad (2.12)$$

Звідки

$$a = t - l = t \left(1 - \frac{1}{\psi(1 - 2\delta_5)} \right) = kb \left(1 - \frac{1}{\psi(1 - 2\delta_5)} \right), \quad (2.13)$$

де k - коефіцієнт, який визначається із умови відсутності впливу наявності зубців на процес вальцювання суцільної частини: $k \leq 1,4$.

Товщину H вибирають із умови

$$0,8h \leq H \leq 1,2h. \quad (2.14)$$

2.2 Виготовлення ШГЗ способом вальцювання накатної зони смугової заготовки з трикутними вирізами

Для виготовлення ШГЗ у такому випадку необхідно використовувати смугову заготовку, схему якої представлено на рис. 1а. На вершинах трикутних вирізів виконано скруглення діаметром $2r_c$.

У процесі вальцювання ділянку b_H суцільної частини $B-b$ не піддають асиметричному обтисканню. Величину b визначають із умови (2.2).

Ширину накатаної зони визначають за залежністю:

$$b_H = \frac{BL_b}{L_b + L_h}. \quad (2.15)$$

Режими обтискування від зовнішньої крайки до повздовжнього січення визначають за формулою:

$$\Delta h_x = \frac{0,682\lambda(L_h - L_b)}{\sigma_s L_h^2} ((L_b + 2L_h)x - BL_b), \quad (2.16)$$

де λ - коефіцієнт пропорційності, Н/мм²

σ_s - межа текучості матеріалу заготовки;

x - поточна координата ширини заготовки.

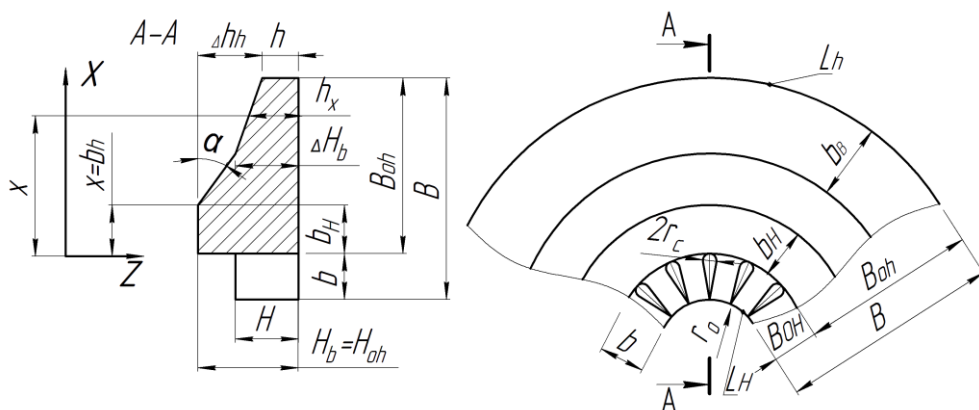


Рисунок 2.2 - Розрахункова схема розгортки витка ГЗ із не вальцьованою зоною

Коефіцієнт пропорційності є функцією від ширини B_{oh} й товщини суцільної частини смугової заготовки. Для заготовки, виконаної зі сталі 08КП ($\sigma_T=240$ Н/мм², $\delta_5=0,33$) для інтервалу $B \in [10; 100]$

при $H_{oh}=5,0$ мм

$$\lambda = 3,2 - 0,03B_i + \frac{783}{B_i}; \quad (2.17)$$

при $H_{oh}=4,5$ мм

$$\lambda = 6,03 - 0,06B_i + \frac{635}{B_i}; \quad (2.18)$$

при $H_{oh}=4,0$ мм

$$\lambda = 0,9 - 0,01B_i + \frac{698}{B_i}; \quad (2.19)$$

при $H_{oh}=3,6$ мм

$$\lambda = 2,1 - 0,02B_i + \frac{636}{B_i}; \quad (2.20)$$

при $H_{oh}=3,2$ мм

$$\lambda = 2,8 - 0,03B_i + \frac{579}{B_i}; \quad (2.21)$$

при $H_{oh}=3,0$ мм

$$\lambda = 4,3 - 0,05B_i + \frac{476}{B_i}; \quad (2.22)$$

при $H_{oh}=2,5$ мм

$$\lambda = 10 - \frac{63197}{B_i^3} + \frac{9885}{B_i^2} - 0,08B_i \text{ або } (\lambda = 4,5 - 0,08B_i + \frac{414}{B_i}) \lambda = \frac{465}{B_i}. \quad (2.23)$$

Згідно [3] утягування спіралі по лінії вершин вирізів $\lambda_B = \frac{L_b}{L_0}$ залежить від значення радіуса нейтрального шару деформації радіусом ρ_0 .

Відстань від внутрішньої крайки суцільної частини до нейтрального шару деформації визначають так:

$$b_0 = \frac{0,5d_b}{1,5 \frac{d_b}{B_{суц}} + 2} = \zeta \frac{r_0 + b}{3 \frac{r_0 + b}{B_{суц}} + 2}, \quad (2.24)$$

де d_b - діаметр внутрішньої крайки суцільної частини плоского витка, який співпадає з діаметром вершин вирізів; ζ - коефіцієнт, який враховує форму профілю валиків та умови змащення.

За аналогією із [3] максимальну ширину отворів розміщену на діаметрі

$$d_{омв} = d_b - 2r_c \quad (2.25)$$

Довжина умовного поздовжнього шару спіралі діаметром $d_{омв}$

$$L_c = \sqrt{\pi^2(d_b - 2r_c)^2 + T^2} \quad (2.26)$$

При формоутворенні довжина нейтрального шару не змінюється, тому умова щільності є такою:

$$\frac{t - 2r_c}{t} = \frac{L_c}{L_0} = \frac{\sqrt{\pi^2(d_b - 2r_c)^2 + T^2}}{\sqrt{\pi^2(d_b + b_0)^2 + T^2}} = \sqrt{\frac{4\pi^2(2r_0 + b - r_c)^2 + T^2}{4\pi^2[r_0 + b + \frac{(r_0 + b)}{3 \frac{(r_0 + b)}{B_{суц}} + 2}]^2 + T^2}} \quad (2.27)$$

Параметри трикутних вирізів визначають з умови:

$$\frac{l}{t} = \frac{L_H}{L_0} = \frac{L_H \lambda_B}{L_b} = \frac{L_H \lambda_B}{(1 - 2\delta_5)L_h} \quad (2.28)$$

Основа вирізів

$$a = t - l = t(1 - L_H \lambda_B / (1 - 2\delta_5)L_h) \quad (2.29)$$

2.3. Програма та методика проведення досліджень

В середовищі програмного продукту ANSYS здійснювали моделювання процесу асиметричного вальцювання смугових заготовок, які характеризуються ступенево-змінною товщиною та наявністю вирізів трикутної форми зі сторони внутрішньої крайки витка одержаної гвинтової заготовки.

Для цього використовували нагріту до температури 1000°C нормалізовану стрічку зі сталі 20 згідно ГОСТ 1577-81 із такими параметрами: висота товстішої ділянки заготовки $H_{oh} = 2$ мм; ширина заготовки $B_o = 30$ мм; висота тоншої ділянки заготовки $H_{OH} = 1$ мм; ширина катаної форми b_B : 18; 16; 14; 12 мм; параметри вирізів: $a = 0$ мм; $b = 0$ мм;

$$a = 10 \text{ мм}; b = 5 \text{ мм};$$

$$a = 16 \text{ мм}; b = 8 \text{ мм};$$

$$a = 20 \text{ мм}; b = 12 \text{ мм}.$$

Крок вирізів t : 0; 20; 30; 40; 50 мм; ширина B_{OH} тоншої ділянки заготовки: 0; 4; 8; 12 мм; радіуси округлення r_c вершини трикутних вирізів 3 мм; радіус округлення тоншої товстішої ділянки ділянок заготовки $r_{cz} = 3$ мм.

Обладнання – кувальні вальці К – 125М з міжосьовою відстанню між валками 125 мм.

Кутова швидкість обертання валків – 10 об/хв.

Лінійна швидкість штовхача $V = 30$ мм/с.

В експериментальних дослідженнях використовували такі інструменти:

- циліндричні валки діаметром $D_B = 125$ мм і довжиною 20; 18; 16; 14 мм, та конічний валок із більшим діаметром $D_{IB} = 125$ мм, меншим діаметром $D_{2B} = 124,4$ мм, довжиною 20; 18; 16; 14 мм (центральный кут α_B конічної поверхні валка $1,6^{\circ}$).

Валки утворюють клиноподібний калібр з центральним кутом $0,8^{\circ}$, з меншою шириною 0,5 мм та більшою шириною 0,8 мм.

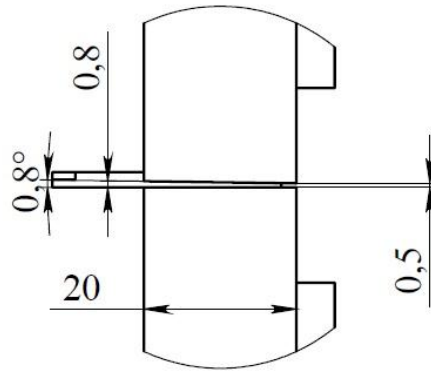


Рисунок 2.4 – Схема калібра

Для покращення захоплення стрічки валками, її обрізали під кутом $\beta = 60^\circ$. При цьому подачу заготовки в зону деформації в кліть здійснюють так, щоб вона втягувалась спочатку в частині заготовки, де менше обтискання.

Температура нагрівання валків 500°C , а температура направляючої та штовхача 20°C .

В якості змащувальних матеріалів використовували:

- водо графітне мастило Графітол – В (розбавлений дистильованою водою у співвідношенні 1/30);
- сольовий змащувальний матеріал у вигляді водної суспензії солі з добавленням азотнокислого натрію (в склад входить 87% води, 10% солі і 3 % азотнокислого натрію);
- змащувальний матеріал Оксідол – В на основі скла (скломастило з добавленням високодисперсного полімера, в склад якого входить скло, яке містить 30 – 70% SiO_2 , 0 – 25% Na_2O , 0 – 25% K_2O , 0 – 10% LiO_2 , 0 – 20% CaO , 0 – 23% Al_2O_3 , 0 – 6% MgO);
- мінеральне мастило з графітом - це високоякісна композиція на основі глибоко очищеного мінерального мастила розрахована на гранично високий тиск і високі температури. Склад засобу забезпечує добре змащування та безперешкодне вивільнення деталей складних форм, навіть в самих важкодоступних ділянках. Засіб може використовуватися як доповнення до водних формувальним засобам або безпосередньо як формувальний склад, причому, воно може замінити графітові пасти.

У процесі досліджень визначали енергосилові параметри вальцювання (залежності крутного моменту на валках, сумарного зусилля на валках), параметри одержаних заготовок (зовнішній діаметр D_0 , ширину вирізів a_1 на внутрішній крайці витка, товщину зовнішньої крайки витка, коефіцієнт розширення V/V_0 стрічки).

В результаті досліджень отримано заготовки із $D/d \leq 2,5$, із шириною вирізів зі сторони внутрішньої крайки $0 \leq a_1 \leq 18$, товщиною зовнішньої крайки $0,5 \leq h \leq 1,2$, товщиною внутрішньої крайки витка $H = 1$ мм, із діаметром розгортки витка ГЗ $70 \leq D_0 \leq 130$.

2.4 Дослідження впливу кроку вирізів на енергосилові та конструктивні параметри вальцюваних гвинтових заготовок

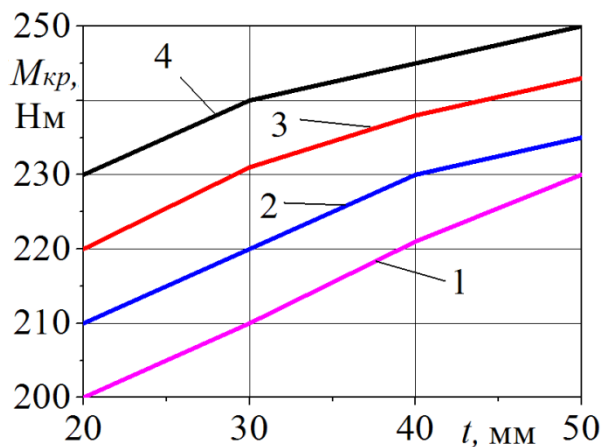


Рисунок 2.5

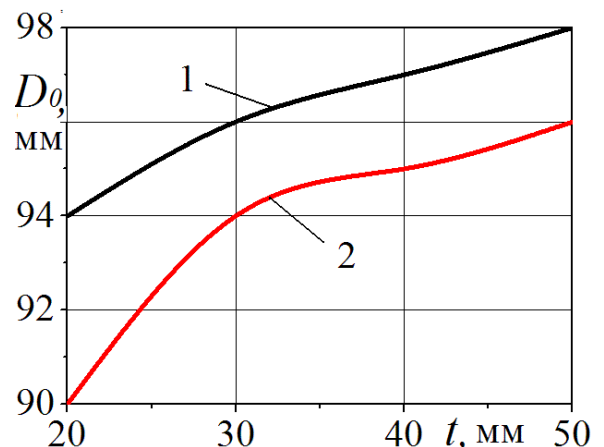


Рисунок 2.6

Рисунок 2.5 - Залежності крутного моменту на валках $M_{кр}$ від кроку вирізів заготовки t : а) на конічному валку при $a = 10$ мм; $b = 5$ мм (1); $a = 16$ мм; $b = 8$ мм (3); б) на циліндричному валку при $a = 10$ мм; $b = 5$ мм (2); $a = 16$ мм; $b = 8$ мм (4) для $B_0 = 30$ мм; $H_{oh} = 2$ мм; $H_{OH} = 1$ мм; $B_{oh} = 30$ мм; $b_B = 18$ мм; Матеріал - Ст.20; Змащувальний матеріал – водографітне мастило

Рисунок 2.6 Залежності діаметру гвинтової заготовки D_0 від кроку вирізів t для різних значень висоти та ширини вирізів $a = 10$ мм; $b = 5$ мм (1); $a = 16$ мм; $b = 8$ мм (2) для $B_0 = 30$ мм; $H_{oh} = 2$ мм; $H_{OH} = 1$ мм; $B_{oh} = 30$ мм; $b_B = 18$ мм; матеріал - Ст.20; змащувальний матеріал – водографітне мастило

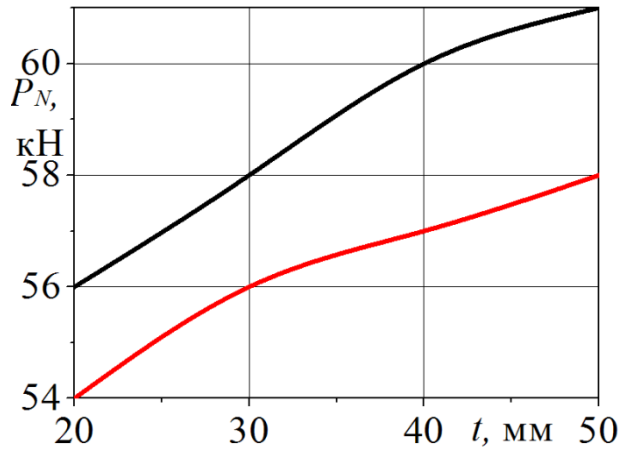


Рисунок 2.7

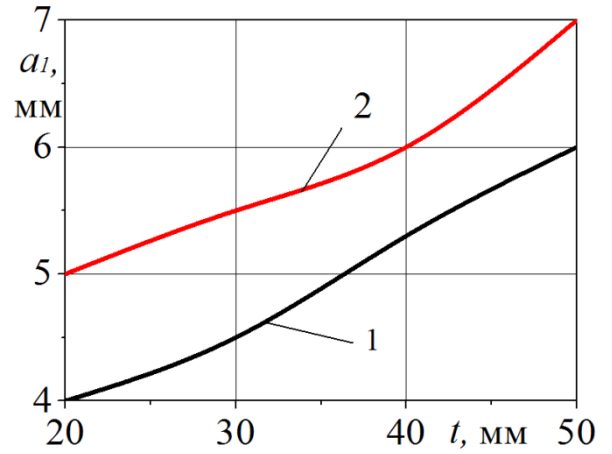


Рисунок 2.8

Рисунок 2.7 - Залежності сумарного зусилля P_N на привідний валок від кроку вирізів t для різних значень висоти та ширини вирізів: $a = 10$ мм; $b = 5$ мм (1); $a = 16$ мм; $b = 8$ мм (2) для $B_o = 30$ мм; $H_{oh} = 2$ мм; $H_{OH} = 1$ мм; $B_{oh} = 30$ мм; $b_B = 18$ мм; матеріал - Ст.20; змащувальний матеріал – водографітне мастило

Рисунок 2.8 - Залежності ширини вирізів на внутрішній крайці a_1 від кроку вирізів t при різних значення висоти та ширини вирізів : $a = 10$ мм; $b = 5$ мм (1); $a = 16$ мм; $b = 8$ мм (2) для $B_o = 30$ мм; $H_{oh} = 2$ мм; $H_{OH} = 1$ мм; $B_{oh} = 30$ мм; $b_B = 18$ мм; матеріал - Ст.20; змащувальний матеріал – водографітне мастило

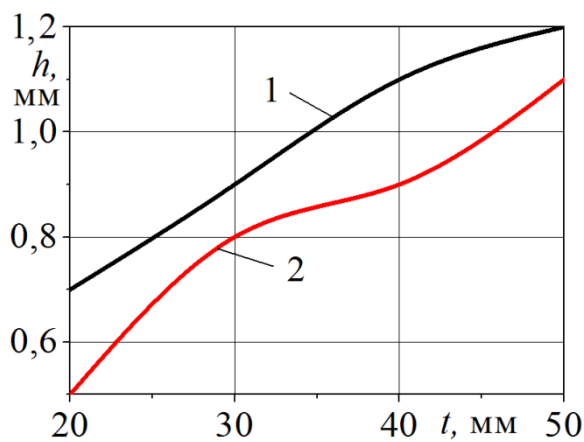


Рисунок 2.9

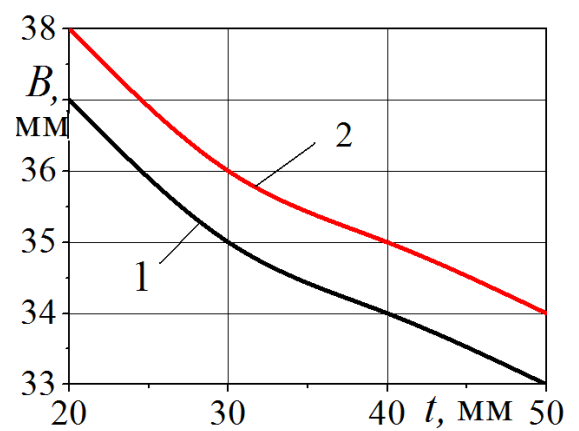


Рисунок 2.10

Рисунок 2.9 - Залежності товщини зовнішньої крайки витка h від кроку вирізів t при різних значення висоти та ширини вирізів : $a = 10$ мм; $b = 5$ мм (1); $a = 16$ мм; $b = 8$ мм (2) для $B_o = 30$ мм; $H_{oh} = 2$ мм; $H_{OH} = 1$ мм; $B_{oh} = 30$ мм; $b_B = 18$ мм; матеріал - Ст.20; змащувальний матеріал – водографітне мастило

Рисунок 2.10 - Залежності ширини смуги після обкатки B від кроку вирізів t при різних значення висоти та ширини вирізів : $a = 10$ мм; $b = 5$ мм (1); $a = 16$ мм; $b = 8$ мм (2) для $B_o = 30$ мм; $H_{oh} = 2$ мм; $H_{OH} = 1$ мм; $B_{oh} = 30$ мм; $b_B = 18$ мм; матеріал - Ст.20; змащувальний матеріал – водографітне мастило

Із графіка (рис.2.5) видно, що найбільший момент спостерігається на циліндричному валку, а зі зменшенням величини основи a вирізів при однаковій величині $a/b = 2$ бачимо зменшення моментів вальцювання на валках . При зменшенні основи вирізів з 50 до 20 мм за інших однакових умов падінню моменту вальцювання на кожному із валків склало 10 – 16%.

Зменшення діаметру зовнішньої крайки витка можна досягти за умови зменшенню величини кроку t вирізів. Причому, більша інтенсивність зменшення діаметру має місце для більших значень висоти b вирізів.

Із графіка (рис.2.6) видно, що лише при зменшенні кроку вирізів з 50 до 20 мм при $b = 8$ мм було досягнуто зменшення діаметра D_o на 7%.

Із графіка (рис.2.7) бачимо тенденцію зменшення зусилля на витках при зменшенні величини кроку вирізів t .

Недоліком розглядуваного процесу є наявність вирізів a_1 на внутрішній крайці витка внаслідок не зімкнення секторних елементів на заготовці. Зменшення величини a_1 можна досягти також зменшенню кроку вирізів.

Однак, забезпечення умови відсутності вирізів a_1 досягається відповідним підбором величини обтискання заготовки, та параметри вирізів a , b , і t . Однак, недоліком збільшення кроку вирізів є зменшення товщини зовнішньої крайки витка. Проте, таку товщину можна збільшити за рахунок збільшення висоти b та основи a вирізів(рис. 2.9).

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва. Аналіз технічних умов.

Корпус редуктора РГ 115.007 є складовою частиною самого редуктора, який є одним із механізмів кормозбиральної машини СН-35. Ця корпусна деталь забезпечує передачу крутного моменту від вторинного валу двигуна до первинного валу сінозбиральної машини. Корпус редуктора є базовою деталлю цього виробу. Він орієнтує в собі вали, забезпечує точність відносного розташування деталей і механізмів в статиці, а також плавність роботи та відсутність вібрацій.

Заготовка корпуса є відливка. Матеріал – сірий чавун СЧ20 ГОСТ 1419-79. Вага корпуса 9,95 кг. Корпусна деталь має два отвори $\varnothing 145H10$ і $\varnothing 110H10$, куди в процесі складання вставляють вали з шестернями. Для закріплення кришок підшипників служать 4 отвори М10-7Н; 4 отвори М8-6Н і 8 отворів М8-6Н. З високою точністю виконання представлено отвір $\varnothing 80H7$, який є опорою для підшипника.

Три отвори М12-6Н передбачено для заливання і зливання мастила, а також під рем-болти, за допомогою яких редуктор транспортується на робоче місце для складальних операцій.

Для закріплення редуктора на агрегаті служать чотири отвори $\varnothing 17$ мм, які одночасно можуть служити основними базами при закріпленні корпуса в пристосуваннях в процесі оброблення.

Максимальна точність поверхонь – 7 квалітет, максимальна шорсткість – $Ra = 2,5$ мкм.

3.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь є технологічною лише тоді, коли її проектування забезпечує мінімальну працездатність. Проводимо аналіз технологічності конструкції деталі за такими параметрами.

Коефіцієнт використання матеріалу – відношення маси деталі до маси заготовки [1, с. 36]:

$$K_M = \frac{M_d}{M_z},$$

$$K_M = \frac{9,95}{13,02} = 0,83 \text{ – умова технологічності виконується } (K_M \geq 0,8).$$

Коефіцієнт точності оброблення K_{mi} визначають за формулою [1, с. 33]:

$$K_{mi} = 1 - \frac{1}{T_{cp}},$$

$$T_c = \frac{(n_1 \cdot K_1 + n_2 \cdot K_2 + \dots + n_n \cdot K_n)}{\sum K},$$

де T_c – середній клас точності;

K – число розмірів відповідного класу точності;

n – клас точності оброблення.

$$T_{сер} = \frac{7 \cdot 5 + 9 \cdot 1 + 11 \cdot 5}{5 + 1 + 5} = 9.$$

$$\text{Звідки: } K_{mi} = 1 - \frac{1}{9} \approx 0,9.$$

Умова технологічності виконується ($K_{mi} \geq 0,8$).

Коефіцієнт шорсткості поверхні:

$$K_{ш} = \frac{1}{\delta_{сер}},$$

де $\delta_{сер}$ – середня шорсткість поверхонь, Ra.

$$\delta_{сер} = \frac{10 \cdot 4 + 20 \cdot 2 + 40 \cdot 5 + 80 \cdot 1}{4 + 2 + 5 + 1} = 30[Rz] \approx 7,5[Ra];$$

$$K_{ш} = \frac{1}{7,5} = 0,13 \text{ – технологічна } (K_{ш} < 0,3 \dots 0,4).$$

Висновок: деталь технологічна за всіма параметрами.

3.3 Аналіз типу та організаційної форми виробництва.

Визначаємо дійсний річний фонд часу $F_{\dot{a}}$ роботи обладнання. Встановлюємо, що при двохзмінній роботі $F_{\dot{a}} = 4015$ год.

$$\text{Такт випуску } \tau = \frac{60F_{\dot{a}} \cdot 0,9}{N}, \text{ [1, с. 38]}$$

де N – програма випуску, $N = 3200$ шт/рік.

$$\tau = \frac{60 \cdot 4015 \cdot 0,9}{32000} = 6,93 \text{ хв.}$$

Тип виробництва визначаємо багатьма факторами, одним із яких є величина річної програми й працемісткість обробленої деталі. Згідно ГОСТ 3.1108-02 тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій [1, с. 35]:

$$K = \frac{O}{P},$$

де O – число різних операцій;

P – число робочих місць з різними операціями.

Число робочих місць визначаємо, заокругливши до більшого цілого числа кількості верстатів для i -тої операції:

$$C_{p1} = \frac{T_{um} \cdot N}{60 \cdot Fg \cdot \eta_{zn}};$$

де η_{zn} – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання (0,75 ÷ 0,8). Приймаємо $\eta_{zn} = 0,75$.

$$C_{p1} = \frac{5,24 \cdot 32000}{60 \cdot 4015 \cdot 0,75} = 0,93.$$

$\tilde{N}_{p1} = 1$ (заокруглюємо до більшого цілого числа).

Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання для кожної операції $\eta_{з\phi i} = \frac{C_{pi}}{C_{ni}}$,

$$\eta_{з\phi i} = \frac{0,93}{1} = 0,93,$$

$Q_i = \frac{\eta_{zni}}{\eta_{з\phi i}}$ (кількість операцій на одному робочому місці).

Для першої операції: $Q_i = \frac{0,75}{0,93} = 0,81$.

Заокруглюємо до більшого цілого числа і отримані результати заносимо у табл. 3.1 (додаток А).

Коефіцієнт закріплення операцій визначаємо:

$$K_{zo} = \frac{K_o}{K_{p.m}},$$

де K_o – загальна кількість операцій;

$$K_o = \sum_{i=1}^n O_i = 18,$$

де $K_{p.m}$ – загальна кількість робочих місць.

$$K_{p.m} = \sum_{i=1}^n C_{pi} = 21.$$

Звідси: $K_{zo} = \frac{21}{18} = 1,17$.

Оскільки $K_{zo} > 1$, то згідно ГОСТ 3.1108-74 – виробництво великосерійне.

3.4 Вибір способу одержання заготовки.

Вихідні дані: програма випуску виробів – 32000 штук в рік; матеріал заготовки - сірий чавун СЧ20 ГОСТ 1419-79; великосерійний тип виробництва.

Для одного виду матеріалу та виробів основним методом отримання заготовки є литво. Серед сучасних виробів отримання заготовки литвом, є два способи, щоб досягнути необхідної точності заготовки (13...15 квалітет).

I варіант – литво в кокіль;

II варіант – литво в глиняно-піщані форми.

Згідно ГОСТ 26645-85 встановлюємо клас точності розмірів, клас точності мас і ряд припусків. Згідно табл.5 ГОСТ26645-85 для кожного розміру деталі, на який є припуск під механічне оброблення призначаємо допуск на цей розмір заготовки, а для деталі, відповідно, до допуску призначаємо величини основного та допоміжного припусків. Значення допусків на розмір записуємо в табл. 3.2 (додаток А), значення припусків у табл. 3.3 (додаток А). Додаючи до основного – додатковий припуск, а також граничні відхилення зміщення, записуємо остаточні значення припусків у табл. 3.4 (додаток А).

Для розміру 175 мм класу точності 7т величина короблення: $\rho_{\kappa} = 0,1$ мм. Граничні відхилення зміщення для класів $5_{\text{кл}} = \rho_{\text{зм}} = 0,4$ мм, $7_{\text{т кл}} = \rho_{\text{зм}} = 0,5$ мм.

Визначаємо маси цих припусків для кожного варіанту.

Для розміру 20 мм

$$m_{I,II} = \frac{(230 - 120) \cdot 180 \cdot h_{I,II}}{10^9} \cdot 7800,$$

де $h_I = 1,9$ мм; $h_{II} = 3,1$ мм, відповідно

$$m_I = 0,293 \text{ кг}; \quad m_{II} = 0,478 \text{ кг}.$$

Для розміру 77,5 мм

$$m_{I,II} = \left[\frac{(\pi \cdot R^2 - \pi \cdot r^2) \cdot h_{I,II}}{10^9} \right] \cdot 7800 = \left[\frac{3,14 \cdot (180^2 - 145^2)}{4 \cdot 10^9} \cdot h_{I,II} \right],$$

де $h_I = 2,3$ мм; $h_{II} = 3,7$ мм, відповідно

$$m_I = 0,16 \text{ кг}; \quad m_{II} = 0,257 \text{ кг}.$$

Для розміру $\varnothing 80$ мм

$$m_{I,II} = \left[\frac{(\pi \cdot R^2 - (R - h_{I,II})^2) \cdot l}{10^9} \right] \cdot \rho = \left[\frac{3,14 \cdot (40^2 - (40 - h_{I,II})^2 \cdot 40)}{10^9} \right] \cdot 7800,$$

де $h_I = 2,3$ мм; $h_{II} = 3,7$ мм, відповідно

$$m_I = 0,175 \text{ кг}; \quad m_{II} = 0,276 \text{ кг}.$$

Для розміру $\varnothing 110$ мм

$$m_{I,II} = \left[\frac{(\pi \cdot R^2 - (R - h_{I,II})^2) \cdot l}{10^9} \right] \cdot \rho = \left[\frac{3,14 \cdot (55^2 - (55 - h_{I,II})^2 \cdot 37)}{10^9} \right] \cdot 7800,$$

де $h_I = 2,6$ мм; $h_{II} = 3,9$ мм, відповідно

$$m_I = 0,253 \text{ кг}; \quad m_{II} = 0,375 \text{ кг}.$$

Для розміру $\varnothing 145$ мм

$$m_{I,II} = \left[\frac{(\pi \cdot R^2 - (R - h_{I,II})^2) \cdot l}{10^9} \right] \cdot \rho = \left[\frac{3,14 \cdot (72,5^2 - (72,5 - h_{I,II})^2 \cdot 20)}{10^9} \right] \cdot 7800,$$

де $h_I = 2,6$ мм; $h_{II} = 3,9$ мм, відповідно

$$m_I = 0,181 \text{ кг}; \quad m_{II} = 0,269 \text{ кг}.$$

Для розміру 112 мм:

$$m_{I,II} = \frac{\pi \cdot (R^2 - r^2) \cdot h_{I,II} \cdot \rho}{10^9} = \frac{3,14 \cdot (140^2 - 110^2) \cdot h_{I,II} \cdot 7800}{4 \cdot 10^9},$$

де $h_I = 2,6$ мм; $h_{II} = 3,9$ мм, відповідно

$$m_I = 0,119 \text{ кг}; m_{II} = 0,179 \text{ кг}.$$

Для розміру 175 мм:

$$m_{I,II} = \frac{\pi \cdot (R^2 - r^2) \cdot h_{I,II} \cdot \rho}{10^9} = \frac{3,14 \cdot (110^2 - 80^2) \cdot h_{I,II} \cdot 7800}{4 \cdot 10^9},$$

де $h_I = 2,7$ мм; $h_{II} = 4,1$ мм, відповідно

$$m_I = 0,094 \text{ кг}; m_{II} = 0,146 \text{ кг}.$$

Маса відходів при литті в кокіль

$$\sum m_I = 0,293 + 0,16 + 0,175 + 0,253 + 0,181 + 0,119 + 0,094 = 1,275 \text{ кг}.$$

Маса відходів при литті в глиняно-піщані форми

$$\sum m_{II} = 0,478 + 0,257 + 0,276 + 0,375 + 0,269 + 0,179 + 0,146 = 1,98 \text{ кг}.$$

Маси заготовок:

а) при литті в кокіль: $9,95 + 1,275 \approx 11,25$ кг;

б) при литті в глиняно-піщані форми: $9,95 + 1,98 \approx 11,93$ кг.

3.5 Вибір методів оброблення, технологічних і вимірювальних баз.

Основними базами деталі - є площина «А» – основна установочна база та два отвори $\varnothing 17H9$ – основні конструкторські напрямні та опорні бази. Ці бази визначають положення редуктора в агрегаті, отже, вони будуть чистовими базами для оброблення багатьох поверхонь. Тому їх оброблення проходить на першій операції. Технологічною базою потрібно приймати поверхню достатніх розмірів, яка забезпечить більшу точність базування й закріплення в пристосуванні. Ця поверхня не повинна мати ливникових приливів, окалин та інших дефектів. Саме такою базою є торцева поверхня «Б» отвору $\varnothing 145$ мм. Впираючи деталь поверхнею «В» в упори пристосуваннями, тим самим виставляємо під розмір $20 \pm 0,6$ мм. Таким чином, установчими та технологічними базами для оброблення поверхні «А» є «Б» і «В». Відповідно площина «А» і отвір $\varnothing 17$ мм є базами при обробленні торцевих поверхонь з розмірами $77,5_{-0,12}$; $175_{-0,4}$; $112_{-0,22}$, які слугують базами при свердлінні кріпильних отворів і нарізання в них різі.

Завершальним питанням оброблення даної деталі є виготовлення трьох отворів: $\varnothing 110H10$; $\varnothing 145H10$; $\varnothing 80H7$ із забезпеченням допусків на перетин осей і співвісність отворів. Це питання можна вирішити кількома способами:

а) в якості установочної базуючої поверхні можна вибрати поверхню полиць «В», а напрямною і опорною технологічною базою - бокові поверхні основи деталі, рис. 3.1. В цій схемі базування деталі відстань A_1 буде замикальною ланка B_1 трьохланкового розмірного ланцюга B . Тоді похибка установлення становить:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2},$$

де ε_6 – похибка базування; $\varepsilon_3 = 80$ мкм – похибка, що виникає при закріпленні;

$\omega B_2 = 1200$ мкм – поле допуску на розмір, $B_2 = 20 \pm 0,6$ мкм;

$\omega B_1 = 10$ мкм – похибка налаштування;

B_1 – витриманий розмір при обробленні деталей на верстаті.

б) в якості установочної базуючої поверхні вибираємо поверхню «Е», в якості напрямних і опорних баз – ті ж самі (аналогічно способу (а)), рис. 2.4:

$$B_1 + B_2 = B_3 + B_{\square}, \text{ звідки } B_{\square} = B_1 + B_2 - B_3;$$

$$\omega B_{\square} = \omega B_1 + \omega B_2 - \omega B_3;$$

$\omega B_1 = 1600$ мкм – допуск на розмір $180H14$;

$$\omega B_2 = 1200 \text{ мкм};$$

$\omega B_3 = 10$ мкм – витриманий розмір при обробленні деталей на верстаті;

$$\omega B_{\square} = 1600 + 1200 + 10 = 2810 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\sigma}^2 + \varepsilon_3^2}; \quad \varepsilon_{\sigma} = \omega B_{\square} = 2810 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_3 = 80 \text{ мкм}; \quad \varepsilon_y = \sqrt{2810^2 + 80^2} = 2811 \text{ мкм}.$$

Для випадку (а) похибка установки

$$\omega B_{\square} = 1200 + 10 = 1210 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_{\sigma} = \omega B_{\square} = 1210 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{1210^2 + 80^2} = 1212 \text{ мкм}.$$

в) в якості технологічних баз використовуємо отвір $\varnothing 145$ мм для розточування отвору $\varnothing 80$ мм, і навпаки. Це приведе до кращого розподілу припуску та забезпечення високої точності співвісності цих отворів. Проте, недоліком такого базування є складність забезпечення другої вимоги: (перетин осей) при обробленні отвору $\varnothing 110$ Н10; забезпечення розміру 110*; складність пристосувань (рис. 3.3).

При чистовому обробленні рекомендується також, щоб вибрані технологічні бази забезпечували надійне місце закріплення деталі. Обравши в якості бази поверхню «А», яка має найбільшу точність серед вище наведених технологічних баз та найменшу шорсткість поверхні, а також два отвори $\varnothing 17$ мм, можемо стверджувати, що в даному випадку забезпечується принцип суміщення баз (використання цих поверхонь в якості технологічних баз для оброблення торців «Б», «Г», і «Д», а також трьох отворів $\varnothing 80$; $\varnothing 110$; $\varnothing 145$ мм) та принцип єдності баз, оскільки поверхня «А» одночасно є технологічною, конструкторською та вимірювальною базами.

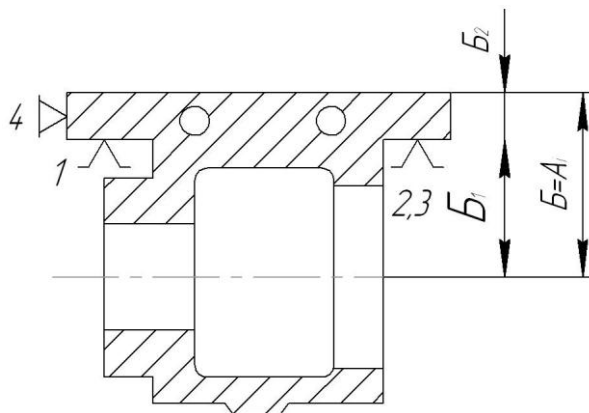


Рисунок 3.1 – Схема базування (а)

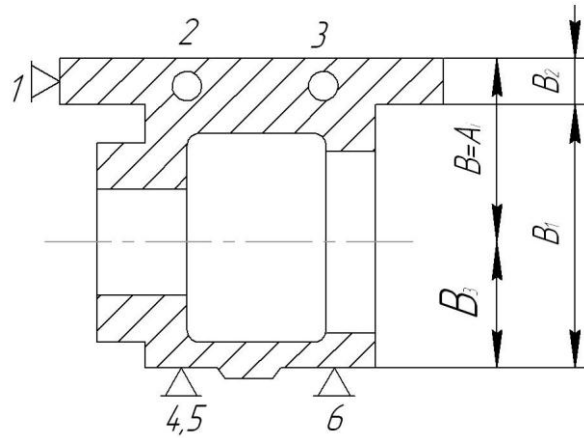


Рисунок 3.2 – Схема базування (б)

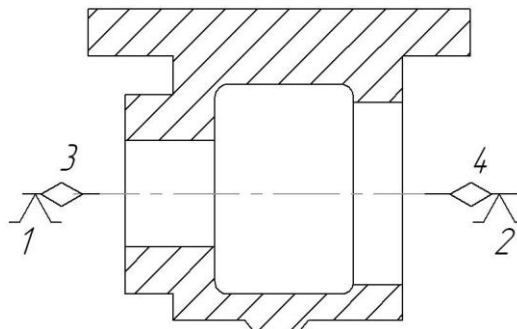


Рисунок 3.3 – Схема базування (в)

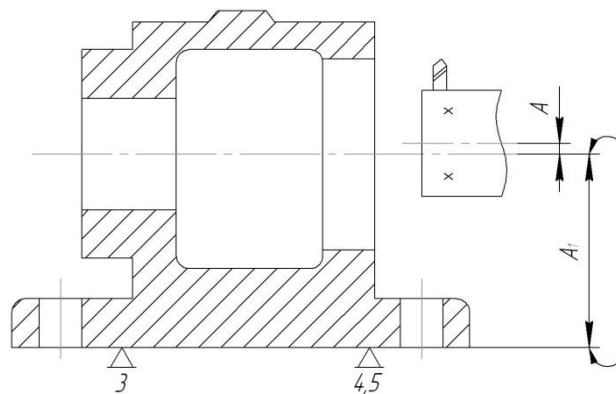


Рисунок 3.4 – Базування в системі ВПД

A_{\square} – похибка настроювання інструменту;

$$A_{\square} = \varepsilon_{\sigma} = 10 \text{ мкм}; \quad \varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\sigma}^2 + \varepsilon_3^2};$$

$$\varepsilon_3 = 80 \text{ мкм}; \quad \varepsilon_y = \sqrt{10^2 + 80^2} = 81 \text{ мкм}.$$

Тоді похибка базування дорівнює нулю і точність оброблення залежить лише від настроювання на заданий розмір, тобто системи ВПД (рис. 3.4). Нерівномірність припуску проявиться на розточній операції через зміщення осі отвору в заготовці і осі обертання борштанги. Цей недолік компенсується величиною припуску.

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

Щоб виконати синтез декількох варіантів технологічного маршруту, необхідно зробити аналіз вихідних даних та оброблюваних поверхонь.

Задана програма випуску – 3200 шт. Матеріал заготовки – СЧ-20.

Аналіз методів оброблення основних поверхонь заготовки з врахуванням квалітетів і допусків представлено в табл. 3.5 (додаток А).

Оброблення всіх решти кріпильних різьбових отворів здійснюють сверлінням за допомогою кондуктора та нарізання різі мітчиком за 1 прохід.

Основною задачею є отримання отвору $\varnothing 80H7$ із заданою шорсткістю Ra 2,5 та точністю, вимог щодо перетину осей та співвідносі отворів.

Сьомий квалітет точності можна досягти такими методами:

- 1) тонке прицезійне розточування (алмазне);
- 2) розвертування чистове;
- 3) шліфування чистове.

Внутрішнє ви обираємо алмазне розточування та розвертування.

Ці операції можна виконати на такому обладнанні: токарно-гвинторізному, горизонтально-розточному, алмазно-розточному, – агрегатному.

Визначаємо укрупнено величину технологічного часу оброблення по операціях [1, ст. 384-386, табл. 2.2].

– Чорнове розточування отворів: [1, ст. 384]

$$\varnothing 145: T_{01} = 0,18 \cdot 20 \cdot 145 \cdot 10^{-3} = 0,522 \text{ хв.}$$

$$\varnothing 80: t_{01} = 0,18 \cdot 40 \cdot 80 \cdot 10^{-3} = 0,576 \text{ хв.}$$

– Чорнове розточування отворів: [1, ст. 385]

$$\varnothing 145: T_{02} = 0,3 \cdot 20 \cdot 145 \cdot 10^{-3} = 0,87 \text{ хв.}$$

$$\varnothing 80: t_{02} = 0,3 \cdot 40 \cdot 80 \cdot 10^{-3} = 0,96 \text{ хв.}$$

– Розвертування по третьому класу точності:

$$t_{03} = 0,27 dl = 0,27 \cdot 40 \cdot 80 \cdot 10^{-3} = 0,864 \text{ хв.}$$

– Розвертування по другому класу точності:

$$t_{04} = 0,52 dl = 0,52 \cdot 40 \cdot 80 \cdot 10^{-3} = 1,664 \text{ хв.}$$

– Зенкерування (замість чорнового і чистового розточування):

$$t_{05} = 0,21 dl = 0,21 \cdot 40 \cdot 80 \cdot 10^{-3} = 0,672 \text{ хв.}$$

На агрегатному та токарно-гвинторізному верстатах оброблення отворів $\varnothing 145$ та $\varnothing 80$ мм здійснюють по переходах, тому сумарний технологічний час оброблення цих отворів складе:

$$\begin{aligned}\sum T_o &= T_{o1} + T_{o2} + t_{o1} + t_{o2} + t_{o3} + t_{o4} = \\ &= 0,522 + 0,516 + 0,87 + 0,96 + 0,864 + 1,664 = 5,456 \text{ год.}\end{aligned}$$

Штучний час на цих операціях складає [1, ст. 385]:

$$T_{um} = \sum T_o \cdot \varphi,$$

де $\varphi = 1,36$ [1, ст. 386];

$$T_{um1} = 5,456 \cdot 1,36 = 7,42 \text{ хв.}$$

Використовуючи спецінструмент на горизонтально-розточному верстаті, оброблення цих отворів здійснюємо одночасно, тому час на оброблення $\varnothing 145$ мм перекриваємо часом на оброблення отвору $\varnothing 80$ мм. Звідси

$$\sum T_o = t_{o5} + t_{o3} + t_{o4} = 0,672 + 0,864 + 1,644 = 3,2 \text{ хв.}$$

$$T_{um2} = \sum T_o \cdot \varphi = 3,2 \cdot 2,0 = 6,4 \text{ хв.}$$

Необхідна кількість верстатів обчислюється зза залежності:

$$C_p = \frac{T_{um} \cdot N}{60 \cdot Fg \cdot \eta_3}, [1, \text{ ст. 285}];$$

а) токарно-гвинторізних

$$T_{um} = 7,42 \text{ хв}; Fg = 4015 \text{ год}; N = 3200 \text{ шт.};$$

$\eta_3 = 0,75$ – коефіцієнт завантаження.

$$C_{p1} = \frac{7,42 \cdot 3200}{60 \cdot 4015 \cdot 0,75} = 1,31, \text{ приймаємо } C_{p1} = 2.$$

Коефіцієнт завантаження $k_3 = \frac{1,31}{2} = 0,66$.

б) горизонтально-розточних

$$T_{um} = 6,4 \text{ хв};$$

$$C_{p1} = \frac{6,4 \cdot 3200}{60 \cdot 4015 \cdot 0,75} = 0,93, \text{ приймаємо } C_{p1} = 1, k_3 = 0,93.$$

Для агрегатно-розточної операції приймаємо 1 верстат із 6-ма позиціями.

Вирішальне питання у виборі технічного маршруту посідає вартість необхідного обладнання. Можливі варіанти техпроцесу представлено в табл. 3.6 (додаток А).

Із множини технологічних операцій вибираємо оптимальні та складаємо технологічний маршрут механічного оброблення деталі:

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС:

- 005 Горизонтально-фрезерна
Фрезерувати площину «А» в розмір $20 \pm 0,6$ мм.
- 010 Вертикально-сверлильна
Сверлити 2 отвори $\varnothing 17$ мм; сверлити і розвернути 2 отвори $\varnothing 17H9$.
- 015 Повздожньо-фрезерна
Фрезерувати начорно торці «Б» і «Г» в розміри $175_{-0,4}$ і $77,5_{-0,12}$.
- 020 Горизонтально-фрезерна
Фрезерувати торець «Б» в розмір $77,5_{-0,12}$.
- 025 Горизонтально-фрезерна
Фрезерувати торець «Г» в розмір $175_{-0,4}$.
- 030 Горизонтально-фрезерна
Фрезерувати торець «Д» в розмір $112_{-0,22}$.
- 035 Горизонтально-розточна
Розточити напрохід два отвори $\varnothing 145H10$ та $\varnothing 80H7$, зняти фаски.
- 040 Горизонтально-розточна
Розточити напрохід отвір $\varnothing 110H10$, зняти фаску.
- 045 Вертикально-сверлильна
1. Сверлити 8 отворів $\varnothing 6,7$ і фаску.
2. Нарізати різь 8 отворів М8-6Н.
- 050 Вертикально-сверлильна
1. Сверлити 4 отвори $\varnothing 6,7$ і фаску.
2. Нарізати різь 4 отвори М8-6Н.
- 055 Вертикально-сверлильна
1. Сверлити 4 отвори $\varnothing 8,5$ і фаску.
2. Нарізати різь 4 отвори М10-6Н.
- 060 Вертикально-сверлильна
1. Сверлити 6 отворів $\varnothing 5_{+0,1}$ і фаску.
2. Нарізати різь 6 отворів М6-6Н.
- 065 Вертикально-сверлильна
1. Сверлити 3 отвори $\varnothing 10,2$.
2. Цекувати поверхню 3-ох отворів.
3. Зняти фаски.
4. Нарізати різь М12-6Н.

3.7 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки.

Розрахунок припусків та міжопераційних розмірів аналогічним методом приводимо згідно методики [3] для циліндричної поверхні $\varnothing 110H10$.

Припуск на оброблення визначаємо за формулою:

$$2Z_{\min} = 2\left(R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right); [3, \text{ ст. 65, табл. 26}].$$

Для відливки в кокіль $Rz = 200$ мкм; $T = 300$ мкм (клас точності – 5-й) [3, ст. 66].

Параметри які досягаються після оброблення:

– розточування чорного $Rz = 50$ мкм; $T = 50$ мкм;

– розточування чистого $Rz = 20$ мкм; $T = 25$ мкм [3, ст. 67 табл. 30].

Сумарне значення просторових відхилень

$$\delta_z = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{зм}^2} [3, \text{ ст. 87}].$$

Величину короблення враховують в діаметральному та осьовому перерізах:

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\rho_k \cdot d)^2 + (\rho_k \cdot l)^2} [3, \text{ ст. 87}],$$

де ρ_k – величина питомого короблення,

$$\rho_{кор} = \sqrt{(0.7 \cdot 110)^2 + (0.7 \cdot 32)^2} = \sqrt{5929 + 501,06} = 80 \text{ мкм.}$$

З врахуванням того, що сумарне зміщення отвору у відливці відносно зовнішньої поверхні представляє собою суму в двох взаємно перпендикулярних площинах, матимемо:

$$\delta_{\Sigma} = \sqrt{80^2 + 250^2} = 284 \text{ мкм.}$$

Похибка установки

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2}; [3, \text{ ст. 75}]$$

де ε_{δ} – похибка базування, яка виникає внаслідок несуміщення установочної та вимірювальної баз ($\varepsilon_{\delta} = 0$);

$\varepsilon_3 = 0$ – похибка закріплення;

$\varepsilon_{np} = 0,08$ мм – похибка положення заготовки, що залежить від точності пристосування.

Звідси $\varepsilon_y = 80$ мкм.

Залишкова похибка $\varepsilon_{заг} = 0,05$, $\varepsilon_y = 4$ мкм.

Визначаємо мінімальний припуск під:

– чорнове розточування

$$2Z_{\min} = 2\left(200 + 300 + \sqrt{284^2 + 80^2}\right) = 2 \cdot 795 \text{ мкм};$$

– чистове розточування

$$2Z_{\min} = 2\left(200 + 50 + \sqrt{14^2 + 4^2}\right) = 2 \cdot 115 \text{ мкм.}$$

Згідно робочого креслення граничні розміри деталі

$\varnothing 110H10^{+0,14}$, тобто

$$d_{\max} = 110,14 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = 110 \text{ мм.}$$

Для всіх переходів визначимо розрахунковий розмір:

– чистове розточування: $110,14 - 2 \cdot 0,115 = 109,91 \text{ мм};$

– чорнове розточування: $109,91 - 2 \cdot 0,795 = 108,32 \text{ мм.}$

Визначаємо найбільші граничні розміри за всіма технологічними переходами і заносимо їх в графу 9, табл. 3.7 (додаток А):

– заготовка $d_{\max 1} = 108,3 \text{ мм};$

– чорнове розточування $d_{\max 2} = 109,9 \text{ мм};$

– чистове розточування $d_{\max 3} = 110,14 \text{ мм.}$

Визначаємо найменші граничні розміри за всіма технологічними переходами і записуємо їх в графу 10, табл. 3.7 (додаток А): $d_{\min} = d_{\max} - \delta$

– заготовка $d_{\min 1} = 108,3 - 1 = 107,3 \text{ мм};$

– чорнове розточування $d_{\min 2} = 109,9 - 0,4 = 109,5 \text{ мм};$

– чистове розточування $d_{\min 3} = 110,14 - 0,14 = 110 \text{ мм.}$

Визначаємо найменші граничні розміри за всіма технологічними переходами і записуємо їх в графи 11 і 12, табл. 3.7 (додаток А):

– для чистового розточування:

$$2Z_{3\max} = 110 - 109,5 = 500 \text{ мкм};$$

$$2Z_{3\min} = 110,14 - 109,9 = 240 \text{ мкм};$$

– для чорнового розточування:

$$2Z_{2\max} = 109,9 - 107,3 = 2200 \text{ мкм};$$

$$2Z_{2\min} = 109,9 - 108,3 = 1600 \text{ мкм.}$$

Визначаємо загальний припуск, сумуючи проміжні припуски:

$$2Z_{2\max} = 2200 + 500 = 2700 \text{ мкм};$$

$$2Z_{2\min} = 1600 + 240 = 1840 \text{ мкм}.$$

Перевіряємо правильність розрахунків:

$$2Z_{i\max} - 2Z_{i\min} = \delta_{i-1} - \delta_i;$$

$$2200 - 1600 = 1000 - 400; \quad 600 = 600;$$

$$500 - 240 = 400 - 140; \quad 260 = 260.$$

Розрахунок виконано вірно.

Графічне представлення схеми полів допусків і припусків на оброблення зображено на рис. 3.5.

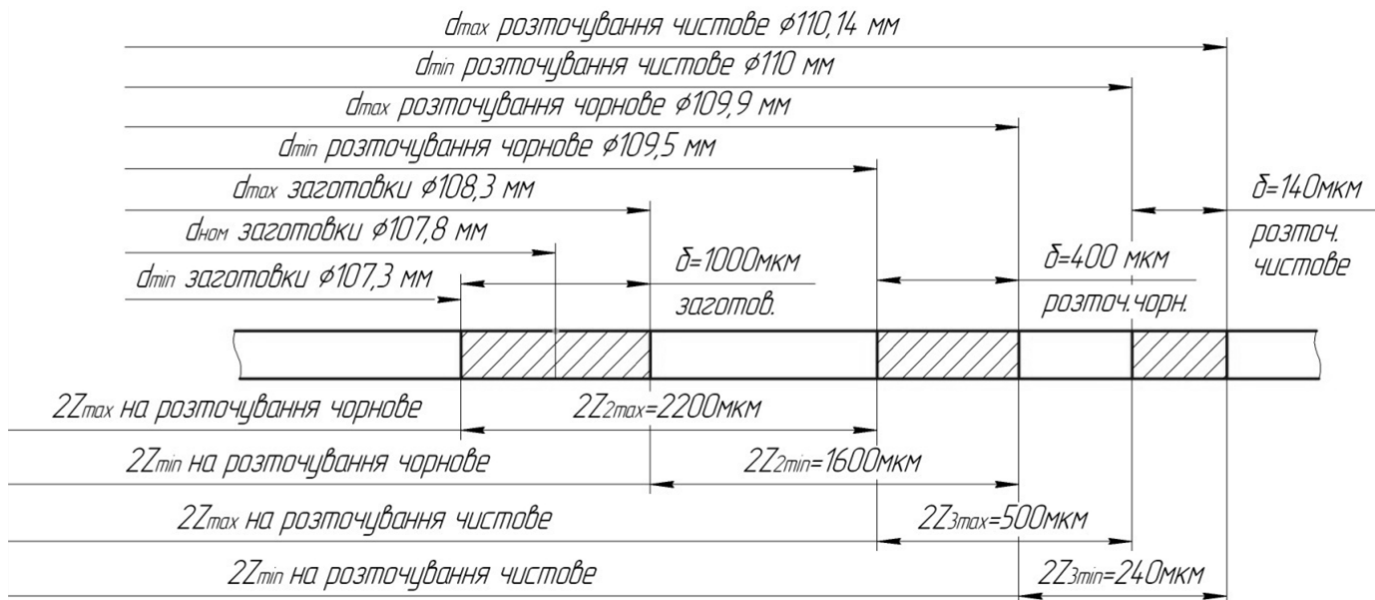


Рисунок 3.5 - Схема полів допусків і припусків.

Розраховуємо номінальний припуск і номінальний діаметр заготовки:

$$Z_{0\text{ном}} = Z_{0\min} + B_3 - B_{\square} = 1840 + 500 - 1400 = 2200 \text{ мкм}.$$

$$d_{3\text{ном}} = d_{\text{ном}} - Z_{0\text{ном}} = 110,0 - 2,2 = 107,8 \text{ мм}.$$

На решту оброблюваних поверхонь корпуса припуски і допуски на переходи технологічних операцій вибираємо згідно ГОСТ 1855-85 і заносимо їх у таблицю 3.8 (додаток А). Мінімальні значення припусків вибираємо з [9, ст. 157-200], допуски [2, ст. 6-14, 2т]).

3.8. Розмірний аналіз технологічного процесу.

Під час проектування технологічного процесу оброблення деталі створюється певна послідовність формування розмірних і геометричних зв'язків між поверхнями. Кожен розмірний зв'язок утворюється як лінійний розмір, що зв'язує дві поверхні, одна з яких - оброблювана, інша – технологічна база. При проектуванні технологічного процесу та перебазуванні деталі у процесі оброблення розмірний аналіз дає змогу визначити початкові розміри заготовки та проміжні розміри деталі на різних етапах її виготовлення, а також величини допусків на них.

Складаємо послідовність оброблення поверхонь згідно розмірної схеми деталі (див. рис. 3.6).

	Технологічні бази
– по осі Z:	
1. Фрезерувати поверхню 2	1н
2. Розточити начорно $5p_1$	2ф
3. Розточити начорно $5p_2$	2ф
4. Розточити начорно $6p_1$	2ф
5. Розточити начисто $6p_2$	2ф
6. Зенкерувати начорно $7z_1$	2ф
7. Зенкерувати начисто $7z_2$	2ф
8. Розвернути начорно $7p_3$	2ф
9. Розвернути начисто $7p_4$	2ф
– по осі X:	
1. Фрезерувати начорно $3ф_1$	2 отв. $\varnothing 17H9$
2. Фрезерувати начорно $4ф_1$	2 отв. $\varnothing 17H9$
3. Фрезерувати начисто $3ф_2$	2 отв. $\varnothing 17H9$
4. Фрезерувати начисто $4ф_2$	2 отв. $\varnothing 17H9$
– по осі Y:	
1. Сверлити і розвернути 2 отв. $\varnothing 17H9$	9н
2. Фрезерувати $8ф_1$; $8ф_2$	2 отв. $\varnothing 17H9$

Сумістивши конструкторські та технологічні зв'язки розмірної схеми, одержимо узагальнений граф, кожен замкнутий контур якого створює розмірний ланцюг (рис. 3.8).

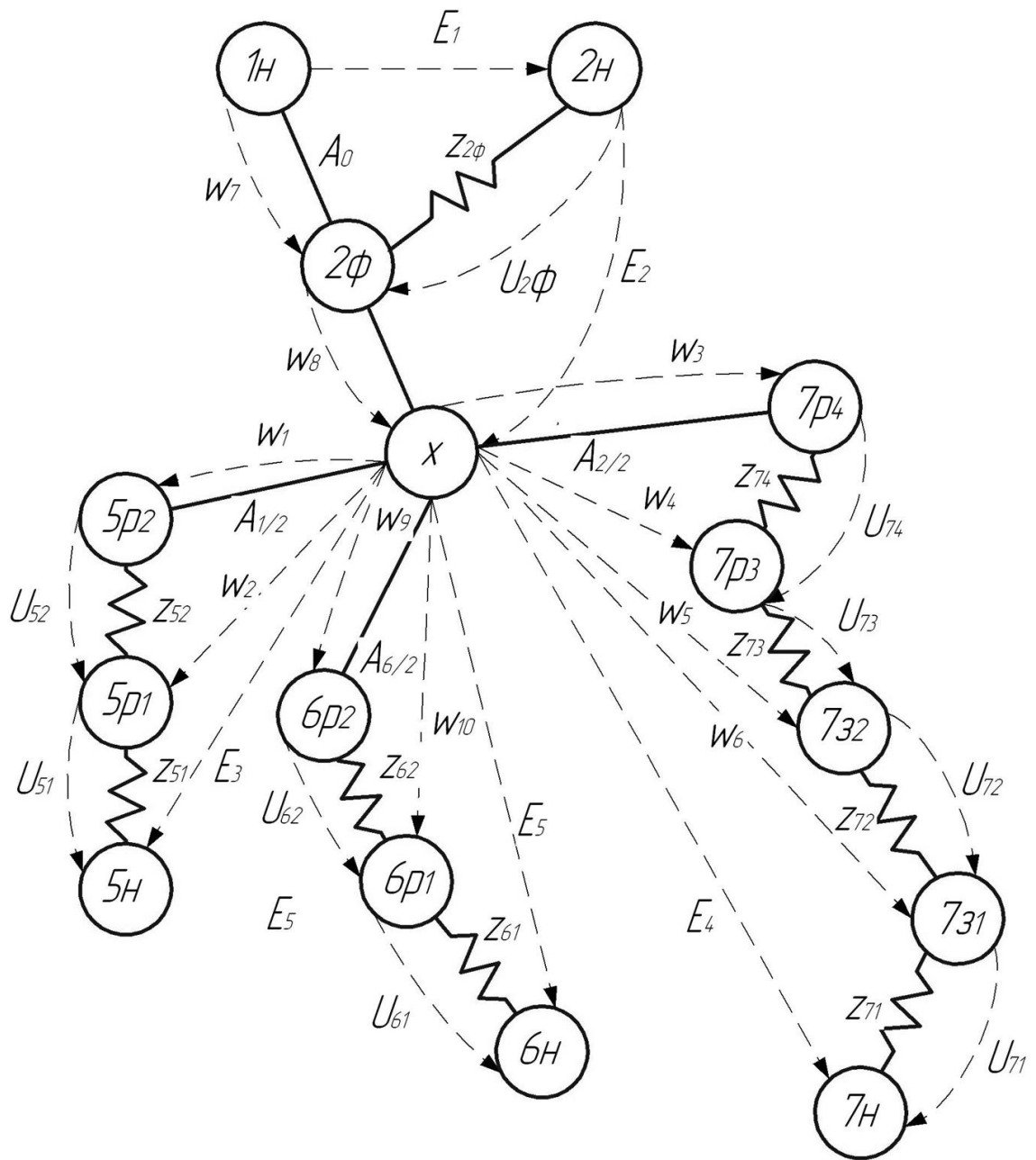


Рисунок 3.8 – Узагальнений граф розмірного аналізу деталі

Згідно рекомендацій [10, ст. 80-82] складаємо рівняння розмірних ланцюгів:

1. $-A_0 + w_7 = 0;$
2. $-z_{\phi 2} + U_{2\phi} = 0;$
3. $-z_{2\phi} + E_1 - w_7 = 0;$
4. $-E_2 + U_{2\phi} + w_8 = 0;$
5. $-A_5 + w_8 = 0;$
6. $-A_{1/2} + w_1 = 0;$
7. $-z_{52} + U_{52} = 0;$
12. $-z_{74} - w_4 + w_3 = 0;$
13. $-z_{73} + U_{73} = 0;$
14. $-z_{73} - w_5 + w_4 = 0;$
15. $-z_{72} + U_{72} = 0;$
16. $-z_{72} - w_6 + w_5 = 0;$
17. $-z_{71} + U_{71} = 0;$
18. $-z_{71} - E_4 + w_6 = 0;$

8. $-z_{52} + w_1 - w_2 = 0;$
9. $-z_{51} - E_3 + w_2 = 0;$
10. $-A_{2/2} + w_3 = 0;$
11. $-z_{74} + U_{74} = 0;$
19. $-A_{6/2} + w_9 = 0;$
20. $-z_{62} + U_{62} = 0;$
21. $-z_{62} - w_{10} + w_9 = 0;$
22. $-z_{61} + U_{61} = 0;$
23. $-z_{61} + w_{10} - E_5 = 0.$

Розрахунок проводимо для одного з двохланкового розмірного ланцюга, в якому технологічні розміри збігаються з конструкторськими і дають змогу безпосередньо визначити розмір деталі.

Розмірний ланцюг № 3:

$$z_{2\phi} = E_1 - w_7; z_{2\phi} = E_1 - 20 \pm 0,6; z_{2\phi \min} = E_{1 \min} - w_{7 \max}.$$

$$\text{Із табл. 2.5.2 [10]: } z_{2\phi \min} = 2,0 \text{ мм; } 2,0 = E_{1 \min} - 20,6;$$

звідси $E_{1 \min} = 22,6 \text{ мм; } TE_1 = 1600 \text{ мкм}$ – поле допуску на заготовку;

$$E_{1 \max} = E_{1 \min} + TE_1 = 22,6 + 1,6 = 24,2 \text{ мм}$$
 розмір $E_1 = 23,4 \pm 0,6 \text{ мм}.$

$$z_{2\phi} = E_1 - w_7 = 23,4 \pm 0,8 - 20 \pm 0,6 = 3,4 \pm 1,4;$$

$$z_{2\phi \min} = E_{\min} - w_{\max} = 22,6 - 20,6 = 2,0 \text{ мм;}$$

$$z_{2\phi \max} = E_{\max} - w_{\min} = 24,2 - 20,0 - 0,6 = 4,8 \text{ мм}.$$

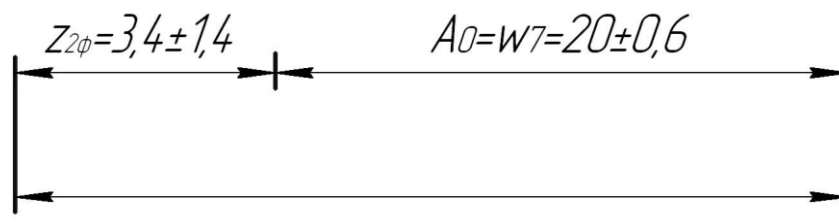


Рисунок 3.9 – Схема розмірного ланцюга № 3

За допомогою проведеного розмірного аналізу визначено міжопераційні технологічні розміри, необхідні для налагодження верстатів на відповідних робочих місцях, та розміри заготовки, які слід перевіряти перед поступленням заготовки на дільницю механічного оброблення.

3.9 Вибір різального, вимірювального та допоміжного інструменту.

Для фрезерування торців деталі «Б», «Г», «Д» та опорної площини «А» використовуємо насадні торцеві фрези заводського взірця 2214-0161 ВК8 ГОСТ 9473-80 в комплекті з оправкою 6222-0040 ГОСТ 13785-68.

Таким чином, для кожної операції вибираємо різальний інструмент, характеристики якого представлені в табл. 3.9 (додаток А).

3.10 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу.

3.10.1 Визначення режимів оброблення.

Раціональним режимом різання вважається такий, котрий при виконанні всіх вимог до якості оброблюваної деталі забезпечує при мінімальній собівартості операції максимально можливу продуктивність.

Режими різання визначаємо в такій послідовності:

1. Задається максимально-, технологічно-допустима глибина різання.
2. За вибраною глибиною різання призначаємо максимально-допустиму подачу.
3. За вибраною глибиною різання, подачею та величиною стійкості інструменту визначаю максимально-допустиму швидкість різання.

Визначаємо режими різання на операціях технологічного процесу.

1. Фрезерувати площину в розмір 20 мм. Ця площина є базовою для подальшої операції, тому характер оброблення наближено до чистового фрезерування із забезпеченням точності розміру по 11-му квалітету: шорсткiстю Rz40. Згідно [2, табл. 41] металорізальним інструментом є фреза:

- різальна частина ВК8;
- передній кут $\gamma = 20^\circ$; задній кут $\alpha = 15^\circ$; $\varphi = 30^\circ$; $\varphi_1 = 10^\circ$; $\tau = 5^\circ$; $z = 14$;

$D = 250$ мм.

Позначається: 2214-0161 ГОСТ 9473-80. Глибина різання дорівнює припуску $t = 2$ мм. Подачу визначаємо за табл. 34 [2, ст. 283]:

$$S_0 = 0,3 \div 0,5 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо $S_0 = 0,5$ мм/об.

Тоді подача на зуб:

$$S_z = \frac{0,5}{14} = 0,036 \text{ мм/об.}$$

Швидкість різання [2, ст. 282]

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_y^z \cdot D^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

де $C_v=445$; $q=0,2$; $x=0,15$; $y=0,35$; $u=0,2$; $p=0$; $m=0,32$; [2, табл. 39, ст. 288].

Середнє значення стійкості згідно табл. 40 [2, ст. 290] дорівнює $T=240$ хв.

Загальний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{Tc} \cdot K_{\phi} \cdot K_{Tu};$$

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_0} = 1;$$

$$K_{uv} = 0,8 \text{ [ст. 263, табл. 5.2];}$$

$$K_{uc} = 0,83 \text{ [ст. 263, табл. 5.2];}$$

$$K_{Tu} = 1,0 \text{ [ст. 264, табл. 7];}$$

$$K_{Tc} = 1,0 \text{ [ст. 264, табл. 7];}$$

$$V = \frac{445 \cdot 250^{0,2}}{240^{0,32} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,036^{0,35} \cdot 200^{0,2} \cdot 1} \cdot 0,8 \cdot 0,83 = 154,3 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання фрези:

$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi D_{\phi}} = \frac{1000 \cdot 154,3}{3,14 \cdot 250} = 196 \text{ об/хв.}$$

З паспорту верстата приймаємо $V = 190 \text{ хв}^{-1}$.

Розраховуємо силу різання при фрезеруванні [2, ст. 282]:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp};$$

$C_p=50$; $x=0,9$; $y=0,72$; $u=1,14$; $q=1,14$; $w=0$ [2, табл. 41, ст. 291].

$$P_z = \frac{10 \cdot 50 \cdot 2^{0,9} \cdot 0,036^{0,12} \cdot 200^{1,4} \cdot 14}{250^{1,14}} = 925 \text{ (Н).}$$

Крутний момент

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{925 \cdot 500}{2 \cdot 100} = 1156 \text{ (Н·м).}$$

Ефективна потужність різання [2, ст. 290]

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт;}$$

$$N_e = \frac{925 \cdot 154,3}{1020 \cdot 60} = 2,33 \text{ кВт.}$$

Згідно [3, ст. 213] вибираємо горизонтально-фрезерний верстат моделі 6Н80Г.
Потужність електродвигуна приводу 3 кВт. Коригуємо

+ режими різання згідно технічної хаактеристики верстату:

$$S = 160 \text{ мм/хв}; n = 190 \text{ об/хв.}$$

Тоді дійсна швидкість різання

$$V_\partial = \frac{\pi D_\phi \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 190}{1000} = 150 \text{ м/хв.}$$

2. Розточити отвір $\varnothing 145 \text{ мм}$.

Швидкість різання

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v.$$

Вибираємо подачі виходячи із призначених припусків на оброблення:

$$S_{\text{чорн}} = 0,3 \text{ мм/об [2, ст. 267, табл. 12];}$$

$$S_{\text{чист}} = 0,13 \text{ мм/об [2, ст. 268, табл. 14].}$$

Стійкість різця $T = 45 \text{ хв}$.

$$C_V = 292; x = 0,15; y = 0,2; m = 0,2; [2, ст. 270, табл. 17].$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{Tc} \cdot K_\phi \cdot K_{Tu};$$

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_0} = 1;$$

$$K_{uv} = 0,8 [\text{ст. 263, табл. 5.2}];$$

$$K_{uc} = 0,83 [\text{ст. 263, табл. 5.2}];$$

$$K_{Tu} = 1,0 [\text{ст. 264, табл. 7}];$$

$$K_{Tc} = 1,0 [\text{ст. 264, табл. 7}];$$

$$K_{nv} = 1,0.$$

$$V_{\text{чорн}} = \frac{292}{42^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 0,8 \cdot 0,83 = 115 \text{ м/хв};$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 115}{3,14 \cdot 145} = 252 \text{ об/хв.}$$

Розраховуємо силу різання [2, ст. 271]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p;$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp};$$

$$C_p = 92; x=1; y=0,75; n=0 [2, \text{табл. 22, ст. 274}];$$

$$K_{\varphi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,15; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,93 [2, \text{табл. 23, ст. 275}];$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 115^0 \cdot 0,93 \cdot 1,15 = 399 \text{ Н.}$$

Крутний момент [2, ст. 290]

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100};$$

$$M_{кр} = \frac{399 \cdot 145}{2 \cdot 100} = 289 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Ефективна потужність різання [2, ст. 290] :

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт};$$

$$N_e = \frac{399 \cdot 115}{1020 \cdot 60} = 1,48 \text{ кВт.}$$

3. Свердлити отвір $\varnothing 17\text{мм}$.

Інструмент: свердло $\varnothing 17\text{мм}$, матеріал свердла Р6М5, позначення 2301-0057 ГОСТ 19906-77.

Глибина різання t

$$t = \frac{D}{2} = \frac{17}{2} = 8,5 \text{ мм.}$$

Подача згідно [2, ст. 277, табл. 25]

$$S = 0,47 \text{ мм/об.}$$

Стійкість свердла згідно [2, табл. 30]:

$$T = 60 \text{ хв.}$$

Швидкість різання [2, ст. 276]

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{iv};$$

$$C_v = 17,1; q = 0,25; y = 0,7; m = 0,125 [2, \text{табл. 28}],$$

$$K_{mv} = 1,0; K_{uv} = 1,0; K_{iv} = 1,0.$$

$$V = \frac{17,1 \cdot 17^{0,75}}{60^{0,125} \cdot 0,47^{0,4}} = 18,4 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 18,4}{3,14 \cdot 17} = 336 \text{ хв}^{-1}.$$

Крутний момент [2, ст. 280]

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot \rho^y \cdot K_p;$$

$$C_m = 0,012; q = 2,2; y = 0,8; K_p = K_{pm} \cdot K_{mp} = 1;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,012 \cdot 17^{2,2} \cdot 0,47^{0,8} = 31,7 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Ефективна потужність різання

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{31,7 \cdot 336}{9750} = 1,1 \text{ кВт.}$$

Потужність приводу свердлильного верстату

$$N_{дв} = \frac{N_e}{0,75} = \frac{1,1}{0,75} = 1,44 \text{ кВт.}$$

Прийняті режими різання по верстату

$$S = 0,4 \text{ мм/об}; n = 336 \text{ хв}^{-1}.$$

Уточняємо режими різання по верстату.

Дійсна швидкість різання

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 17 \cdot 336}{1000} = 18,9 \text{ м/хв.}$$

4. Нарізаємо різь в 4-ох отворах М8-6Н.

Інструмент: мітчик машинний 2621-2531 ГОСТ 3266-81.

Подача рівна кроку різі.

Середнє значення стійкості згідно [2, табл. 49] при нарізанні різі в чавуні $T = 90$

хв.

Швидкість нарізання, [2, ст. 297]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{mv} = 1;$$

$$C_V = 140; q = 0,4; y = 0,3; m = 0,33$$

$$V = \frac{140 \cdot 8^{0,4}}{90^{0,33} \cdot 1,25^{0,3}} = 7,3 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 7,3}{3,14 \cdot 8} = 284,3 \text{ хв}^{-1}.$$

Крутний момент, [2, ст. 297]:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot \rho^y \cdot K_p;$$

$$C_m = 0,13; q = 1,4; y = 1,5; K_p = 1 [2, табл. 49, ст. 296];$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,13 \cdot 8^{1,4} \cdot 1,25^{1,5} = 3,35 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Ефективна потужність різання

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{3,35 \cdot 284,3}{9750} = 0,097 \text{ кВт.}$$

Потужність приводу свердильного верстату при обробленні 4-ох отворів одночасно

$$N_{дв} = \frac{4 \cdot 0,097}{0,75} = 0,52 \text{ кВт.}$$

Вибираємо модель верстату за потужністю, враховуючи можливість оброблення за допомогою багатошпіндельної головки та за наявності необхідної частоти обертання.

Таким є вертикально-свердильний верстат мод. 2С135 $N_{дв} = 4,7 \text{ кВт.}$

Приймаємо по верстату режими різання: $n = 250 \text{ хв}^{-1}.$

Тоді дійсна швидкість різання

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 250}{1000} = 6,28 \text{ м/хв.}$$

Всі інші розрахунки подано у таблиці.

3.10.2 Визначення технічних норм часу.

Визначення норми часу на операцію «035 горизонтально-розточна».

а) Визначення основного часу, [4, ст. 13]:

$$t_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot S} \cdot i,$$

де l_1 – величина врізання та перебігу різця (зенкера, розвертки).

Для зенкера: $l_1 = 7$ мм, для розвертки: $l_1 = 26$ мм [4, ст. 206],

$l = 40$ мм – довжина оброблюваної поверхні ($\varnothing 80H7$).

Основний час під чорнове та напівчистове оброблення (зенкерування отв. $\varnothing 145$)

$$t_{o1} = \frac{(40 + 7) \cdot 2 + (20 + 5)}{0,6 \cdot 220} = 0,901 \text{ хв.}$$

Основний час на чистове оброблення отв. $\varnothing 80H7$ та $\varnothing 145H10$

$$t_{o2} = \frac{(40 + 26) \cdot 2}{0,13 \cdot 325} = 3,12 \text{ хв.}$$

б) Визначення допоміжного часу.

Допоміжний час на установку та зняття деталі: $t_{уст} = 0,24$ хв [4, карта 16, поз. 9].

Допоміжний час, що використовується на переходи.

Час на закріплення-розкріплення деталі $t_{зо} = 0,05$ хв.

Час на прийом управління:

– включити та виключити обертання шпинделя $t = 0,03$ хв [4, ст. 321, поз. 1];

– включити та виключити подачу $t = 0,03$ хв [4, ст. 321, поз. 3];

– перемістити шпиндель на довжину до 300 мм в горизонтальному напрямку: $t = 0,11$ хв [4, ст. 321, поз. 22];

– суміщення осі шпинделя з віссю оброблюваного отвору $t = 0,4$ хв [4, ст. 76, карта 22, поз. 5].

Сумарний час на прийом управління

$$t_{унр} = 0,03 + 0,03 + 0,11 + 0,4 = 0,57 \text{ хв.}$$

Час на контрольні вимірювання

$t_{вим} = 0,16$ хв [4, ст. 188, карта 86, поз. 73].

Сумарний допоміжний час

$$T_{дон} = t_{уст} + t_{зо} + t_{унр} + t_{вим} = 0,24 + 0,05 + 0,57 + 0,16 = 1,02 \text{ хв.}$$

в) Оперативний час становить:

$$T_{on} = t_{o1} + t_{o2} + T_{доп} = 0,9 + 3,12 + 1,02 = 5,04 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця становить 4% від оперативного [4, ст. 84], що становить: $T_{обсл} = 0,2$ хв.

Час на відпочинок, перерви і особисті потреби – 4% від оперативного [4, ст. 203], що становить: $T_{відп} = 0,2$ хв.

г) Штучний час.

$$T_{шт} = T_{on} + T_{обсл} + T_{відп} = 5,04 + 0,2 + 0,2 = 5,44 \text{ хв.}$$

д) Підготовчо-заключний час на партію:

- на наладку верстату, інструменту, приспособлень: 18 хв [4, карта 23, поз. 4];
- на додаткові прийоми: 1,5 [поз. 11];
- на одержання інструменту і приспособлень: 10 хв [4, карта 23, поз. 13];
- отримати інструктаж: 2 хв [4, ст. 367, поз 2];
- отримати наряд, креслення: 4 хв [поз. 11].

$$T_{пз} = 18 + 1,5 + 10 + 2 + 4 = 35,5 \text{ хв.}$$

е) Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{пз/n} = 5,44 + \frac{35,5}{630} = 5,5 \text{ хв.}$$

Аналогічно визначаємо нормативи часу для інших операцій, представлені у таблиці 3.10 (додаток А).

На вертикально-свердлильному верстаті допоміжний час на приймання управління верстатом знаходимо, як суму часів [4, карта 27, ст. 95-101]: поз. 3 – 0,06 хв; поз. 8 – 0,08хв; поз. 9 – 0,02 хв.

[4, доповнення 8, лист 9, ст. 328]: поз. 1 – 0,02 хв; поз. 2 – 0,02хв.

Відповідно $T_{упр} = 0,06 + 0,08 + 0,02 + 0,02 + 0,02 = 0,2$ хв.

Підготовчо-заключний час на операцію:

[4, карта 28(II)]: поз. 9 – 16 хв; поз. 13 – 20 хв; поз. 14 – 17 хв; [4, доповнення 9, лист 6, ст. 370]: поз. 1 – 4 хв; поз. 2 – 2 хв; поз. 7 – 6 хв; поз. 8 – $0,5 \times 3^* \times n^*$ хв; поз. 9,10 – 0,15 хв; 3* - заміна інструменту проводиться 3 рази: свердління, зенкування (зняття фаски), нарізання різі; n* - кількість оброблюваних отворів; тому $T_{пз}$ буде змінюватись в залежності від n.

3.11 Визначення кількості обладнання, побудова графіків завантаження і використання обладнання.

Уточнюємо значення такт виробництва [11, ст. 10]:

$$\tau = \frac{60 \cdot F_{\partial}}{N};$$

де $F_{\partial} = \Phi_n [1 - (a_1 + a_2)]$;

$\Phi_n = 4015$ год – номінальний фонд часу роботи при двохзмінній роботі;

$a_1 = 0,05$ - коефіцієнт, що враховує втрати часу на ремонті і обслуговування обладнання;

$a_2 = 0,08$ - коефіцієнт, що враховує втрати часу на настройку та під налагодженням обладнання під час робочих змін.

Звідси $F_{\partial} = 4015 \cdot [1 - (0,05 + 0,08)] = 3693$ год, тоді такт становить:

$$\tau = \frac{60 \cdot 3693}{3200} = 6,93 \text{ хв.}$$

Розрахункова кількість верстатів для даної технологічної операції, [3, ст. 48]:

$$C_p = \frac{T_{шт}}{\tau},$$

де $T_{шт}$ - норма штучного часу на даній операції;

τ - такт випуску деталей.

Для операції 005:

$$C_p = \frac{5,24}{6,93} = 0,76.$$

Заокруглюємо до більшого цілого числа і отримаємо прийняту кількість верстатів:

$$C_p = 1.$$

Коефіцієнт завантаження обладнання виражається відношенням розрахункового числа верстатів до прийнятого:

$$\eta_3 = \frac{C_p}{C_n} [3, \text{ ст. 48}].$$

Для операції 005:

$$\eta_3 = \frac{0,76}{1} = 0,76.$$

Представлення про те в якій мірі завантажений верстат безпосередньо для машинної роботи дає коефіцієнт використання обладнання, [3, ст. 19]:

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{ит}}$$

Для операції 005:

$$\eta_o = \frac{3,28}{5,24} = 0,63.$$

Коефіцієнт використання верстата по потужності – відношення необхідної потужності на приводі верстата до встановленої потужності електродвигуна, [3, ст. 49]:

$$\eta_m = \frac{N_{np}}{N_{cm}}$$

Для операції 005

$$\eta_m = \frac{2,33}{3} = 0,78.$$

Для всіх інших операцій розраховуємо аналогічно і дані вносимо в табл. 3.11 (додаток А).

За даними табл. 3.11 (додаток А) будуюмо графіки завантаження обладнання і графіки використання обладнання по основному часі та за потужністю.

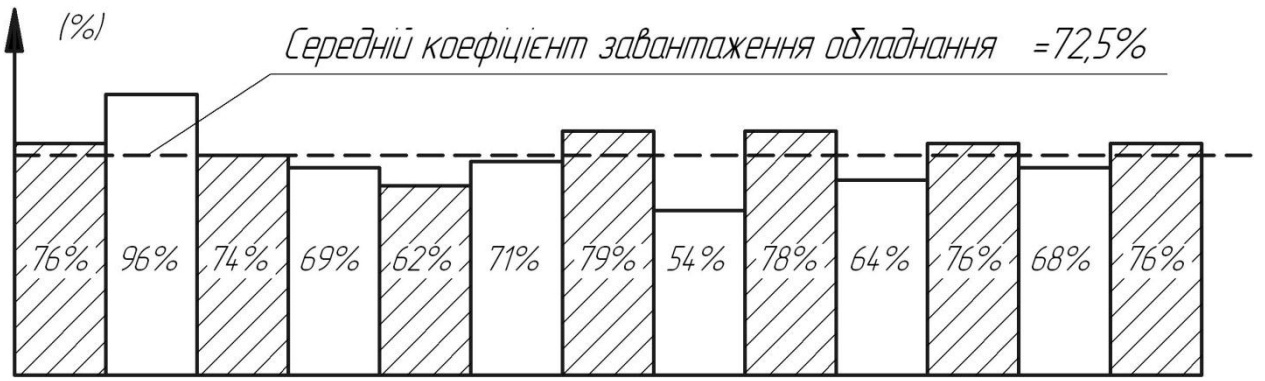


Рисунок 3.13 – Графік завантаження обладнання (η_3)

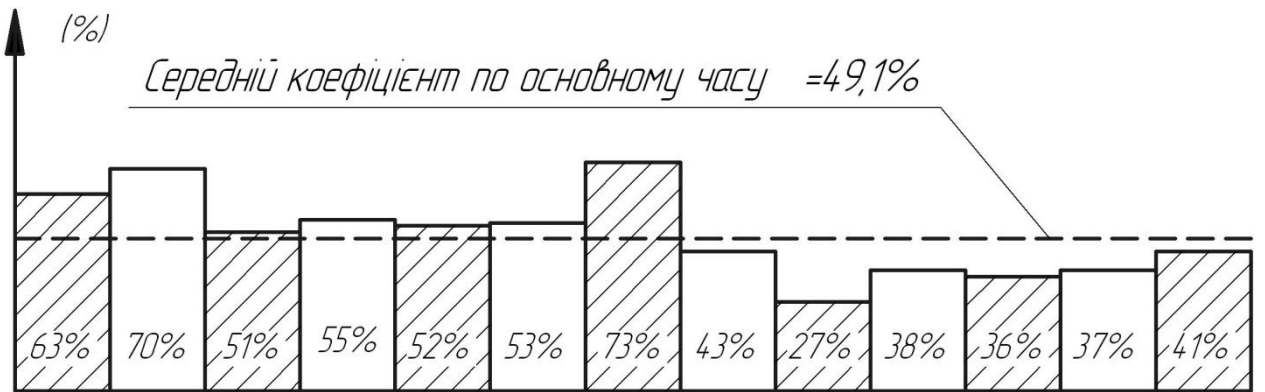


Рисунок 3.14 – Графік використання обладнання за основним часом (η_0)

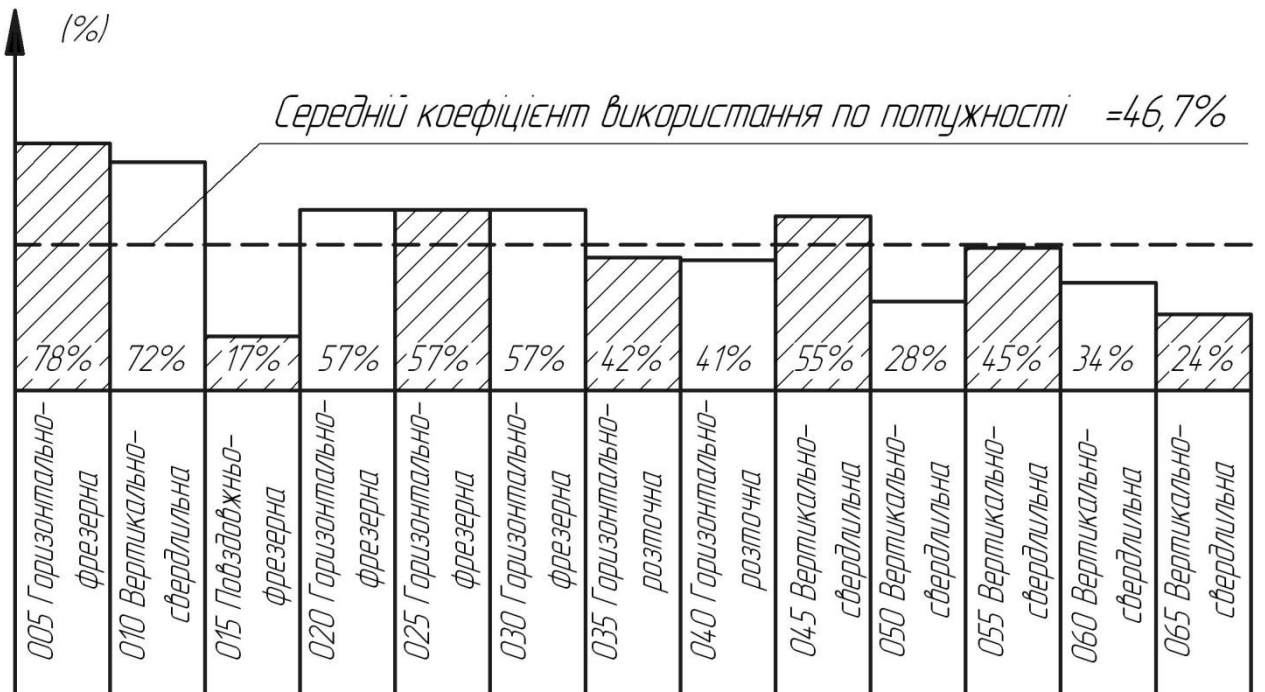


Рисунок 3.15 – Графік використання обладнання за потужністю η_m

Для виготовлення фаски на отворі $\varnothing 80H7$ за один прохід необхідний спеціальний інструмент складної конструкції, або додатковий зенкер, що буде вставлятися і вийматись з борштанги, кожний раз при закріпленні та розкріпленні деталі, що призводить до збільшення допоміжного часу на операції 035. Тому нарізання фаски відносимо як окрему операцію 036 і довантажуюмо нею верстат на операції 040:

$$T_{ум} = T_{он} + T_{обл} + T_{відп} + T_{пз}.$$

а) Основний час на операцію

$$T_0 = \frac{l_{вр} + L}{n \cdot S} = \frac{6 + 2}{0,13 + 325} = 0,2 \text{ хв.}$$

б) Допоміжний час

– на установку та зняття деталі

$$t_{уст} = 0,24 \text{ хв [4, карта 16, поз. 9];}$$

– на закріплення-розкріплення деталі

$$t_{зо} = 0,05 \text{ хв [4, карта 16, поз. 32];}$$

– час на приймання управління;

– включити та виключити обертання шпинделя

$$t = 0,03 \text{ хв [4, ст. 321, поз. 1];}$$

– включити та виключити подачу

$$t = 0,03 \text{ хв [4, ст. 321, поз. 3];}$$

– перемістити шпиндель на довжину до 300 мм в горизонтальному напрямку:

$$t = 0,11 \text{ хв [4, ст. 321, поз. 22];}$$

– суміщення осі шпинделя з віссю оброблюваного отвору

$$t = 0,4 \text{ хв [4, ст. 76, карта 22, поз. 5];}$$

Сумарний час на приймання управління

$$t_{упр} = 0,03 + 0,03 + 0,11 + 0,4 = 0,57 \text{ хв.}$$

Час на контрольні вимірювання: $t_{вим} = 0,2 \text{ хв [4, ст. 188, карта 86, поз. 306].}$

Сумарний допоміжний час

$$T_{дон} = t_{уст} + t_{зо} + t_{упр} + t_{вим} = 0,24 + 0,05 + 0,57 + 0,2 = 1,06 \text{ хв.}$$

в) Оперативний час становить:

$$T_{он} = t_0 + T_{дон} = 1,26 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місяця становить 4% від оперативного [4, ст. 84], що становить: $T_{обсл} = 0,2$ хв.

Час на відпочинок, перерви та особисті потреби – 4% від оперативного [4, ст. 203], що становить: $T_{відп} = 0,2$ хв.

г) Підготовчо-заклучний час на партію:

– на наладку верстату, інструменту, пристосувань 17хв [4, карта 23, поз.1];

– на додаткові прийоми 4хв [4, карта 23, поз. 10]; 1,5хв [4, карта 23, поз. 10];

– на одержання інструменту і пристосувань та їх здача після закінчення роботи: 10 хв [4, карта 23, поз. 13];

$$T_{nz} = 17 + 4 + 1,5 + 10 = 32,5 \text{ хв.}$$

е) Штучно-калькуляційний час на операцію

$$T_{шт-к} = T_{обс} + T_{відп} + T_{он} + T_{nz/n} = 1,26 + 0,2 + 0,2 + \frac{32,5}{630} = 1,71 \text{ хв.}$$

Цією операцією довантажуюмо верстат, який виконує операцію 040, в результаті цього:

– коефіцієнт завантаження становитиме:

$$\eta_z = \frac{C_p}{C_n},$$

$$\text{де } C_p = \frac{T_{шт}}{\tau} = \frac{1,71 + 3,75}{6,93} = 0,78$$

Приймаємо $C_n = 1$ верстат

$$\eta_z = \frac{0,78}{1} = 0,78.$$

Коефіцієнт використання верстату за основним часом

$$\eta_o = \frac{0,2 + 1,6}{1,71 + 3,75} = 0,39.$$

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Вибір пристосувань для механічного оброблення

4.1.1 Вибір принципу дії структурної схеми фрезерного пристосування

Для фрезерного оброблення використовуємо верстатний пристрій, в якому заготовку встановлюють плоскою поверхнею на опорні пластини відповідно до ГОСТ 4343-68.

В якості подвійної напрямної бази використовуємо опорні призми, виконані згідно ГОСТ 12195-76. Затискні механізми пристрою реалізуються важелями та штоками, які приводяться в дію пневмоциліндрами. Основними перевагами пневмоциліндрів є: швидкість ($0,5 \div 1,2$ с), постійність зусилля затиску та можливість його регулювання, простота конструкції та експлуатації, незалежність працездатності від коливань температури оточуючого середовища, безпечні умови експлуатації.

До недоліків пневмоприводу слід віднести незначний коефіцієнт корисної дії, великі габарити порівняно з гідروприводом (внаслідок застосування низького тиску повітря), нерівномірність переміщення робочих органів, особливо при застосуванні змінних зусиль, і неможливості зупинити механізм приводу в середині його руху.

Не дивлячись на перелічені недоліки, пневмоциліндр заслуговує увагу і широке використання у виробничих процесах на підприємстві.

4.1.2 Структурний аналіз і синтез компоновок. Вибір оптимальної.

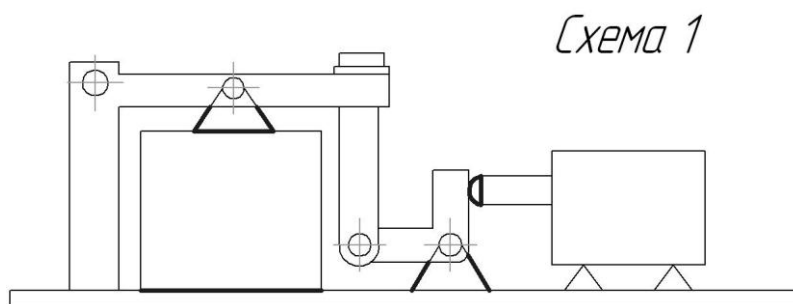


Рисунок 4.1 – Схема кріпильного пристосування (варіант 1)

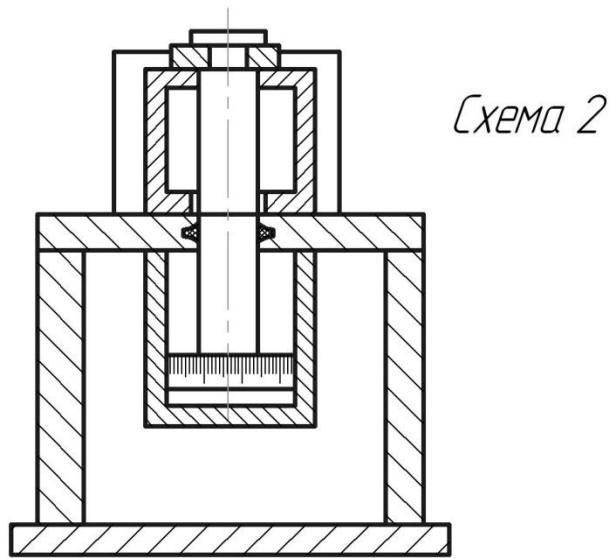


Рисунок 4.2 – Схема кріпильного пристосування з пневматичним затиском (варіант 2)

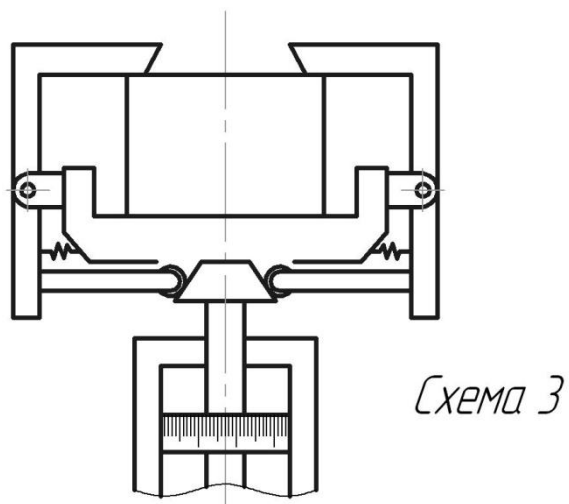


Рисунок 4.3 – Схема кріпильного пристосування (варіант 3)

Таблиця 4.1 – Критерії оцінки компоновки

	Оптимальний коефіцієнт підсилювання	Володіння властивості самогальмування	Кількість передавальних механізмів	Компактність	Сумарна оцінка пристрою
Схема 1	2	1	1	0	1,2
Схема 2	1	0	0	1	0,9
Схема 3	2	1	2	1	1,4

Розраховуємо сумарні коефіцієнти ваги для кожної схеми:

$$\text{Схема 1: } K_{\Sigma_1} = 2 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,4 + (-0,2) \cdot 1 + 0 \cdot 0,4 = 1,2;$$

$$\text{Схема 2: } K_{\Sigma_2} = 1 \cdot 0,5 + 0 \cdot (-0,4) + 0 \cdot (-0,2) + 1 \cdot 0,4 = 0,9;$$

$$\text{Схема 3: } K_{\Sigma_3} = 2 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,4 - 0,2 \cdot 2 + 1 \cdot 0,4 = 1,4.$$

Максимальний коефіцієнт ваги має схема 3, проте, виходячи з конструктивних міркувань приймаємо схему 1.

4.1.3 Розрахунок пристрою на точність.

При викреслюванні загального виду і деталей пристрою призначають допуски на його розміри. За точністю виконання ці розміри поділяються на три групи.

До першої групи входять розміри спряжень, від яких залежить точність виконаного оброблення й установочні елементи, від точності яких залежить положення заготовки в пристрої.

До другої групи належать розміри спряжень, від яких точність оброблення не залежить.

До третьої групи входять вільні розміри оброблюваних і необроблюваних поверхонь. На даній операції витримується розмір $20\text{H}14^{(+0,52)}$, де 0,52 мм – допуск на розмір 20 мм.

Сумарна похибка

$$\varepsilon_{\Sigma} = k \sqrt{\varepsilon_{\varepsilon}^2 + \varepsilon_{pn}^2 + \varepsilon_{pd}^2 + \varepsilon_{\sigma}^2 + \varepsilon_{pne}^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_{np}^2 + \varepsilon_i^2 + \varepsilon_{pi}^2 + \varepsilon_{\delta}^2},$$

де $\varepsilon_{\varepsilon}$ - допуск на паралельність ходу столу відносно центрального пазу 0,06/600.

Перераховуємо $\varepsilon_{\varepsilon}$ на довжину $l = 190$ мм

$$\varepsilon_{\varepsilon} = \frac{0,06 \cdot 190}{600} = 0,019 \text{ мм.}$$

ε_{pn} – пристрій центрується на верстаті за допомогою шпонок, які входять в паз стола із

зазором: $18 \frac{\text{H}6}{\text{h}7} \begin{pmatrix} +0,018 \\ -0,027 \end{pmatrix}$.

$$\varepsilon_{pn} = S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 18,018 - 17,973 = 0,045 \text{ мм};$$

$$\varepsilon_{py} = 0,05 \text{ (на кресленні);}$$

ε_{δ} – похибка базування, приймаємо рівною нулю;

$$\varepsilon_{\delta} = 0; \varepsilon_3 = 0;$$

$\varepsilon_{pne} = 0,058 \text{ мм}$ – допуск на розмір 77,5 мм;

$$\varepsilon_H = 0,016 \text{ мм;}$$

$$\varepsilon_{nd}; \varepsilon_i; \varepsilon_{pi}; \varepsilon_{pz} = 0.$$

Сумарна похибка:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \sqrt{0,019^2 + 0,045^2 + 0,05^2 + 0,058^2 + 0,016^2} = 0,092 \text{ мм.}$$

Оскільки сумарна похибка $\varepsilon_{\Sigma} = 0,092 \text{ мм}$ є меншою від допуску на розмір 20 ($T=0,56$), то даний пристрій забезпечує необхідну точність оброблення.

4.1.4 Розрахунок сили затиску, параметрів приводу.

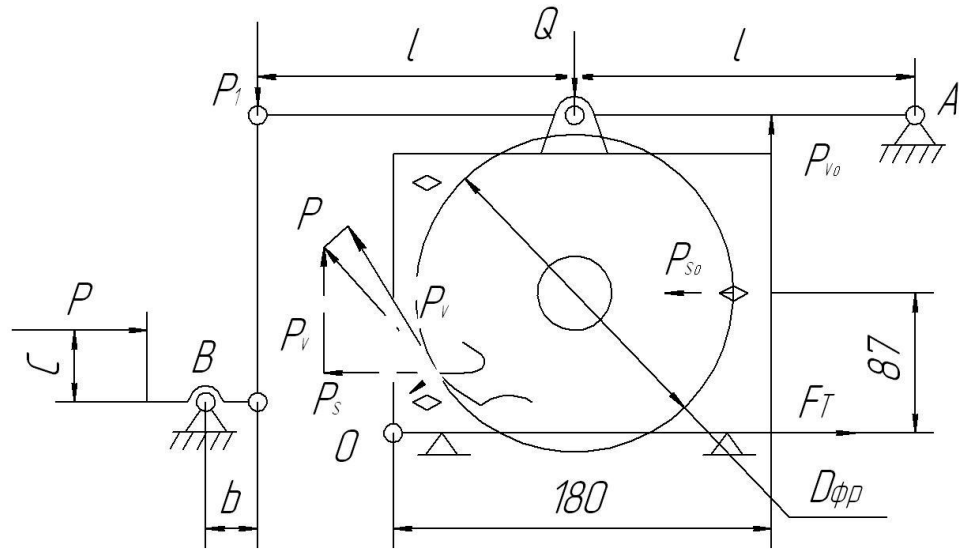


Рисунок 4.4 – Сили затиску

Із [1, ст. 274] рекомендовані значення P_{v_0} і P_{s_0} :

$$P_v = 0,95 \cdot P_z;$$

$$P_s = 0,4 \cdot P_z.$$

Колове зусилля визначено у режимах різання і дорівнює: $P_z = 925$ (Н).

Тоді

$$P_v = 0,95 \cdot 925 = 880 \text{ (Н)};$$

$$P_s = 0,4 \cdot 925 = 370 \text{ (Н)}.$$

Затискна сила Q повинна бути більшою сили P_v та створюваною в результаті сили тертя F_T , яка б була: $F_T \geq P_s$.

Звідси:

$$Q \geq \left(P_v + \frac{P_s}{f} \right); Q = k \left(P_v + \frac{P_s}{f} \right),$$

де k – коефіцієнт запасу закріплення; $k = k_0 \cdot (k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6)$, [1, ст. 266];

$k_0 = 1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу надійності закріплення;

$k_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання через випадкові нерівності;

$k_2 = 1,6$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання від затуплення різального інструменту [1, ст. 267, табл. 6.1];

$$k_3 = 1; k_4 = 1; k_5 = 1; k_6 = 1.$$

Отже, $k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 = 2,88$; $Q = 2,88 \left(880 + \frac{370}{0,16} \right) = 4789$ (Н).

Перевіряємо величину сили затиску з умови перевертання деталі відносно точки O при вході фрези в зону оброблення. При цьому виникають сили різання P_{v_0} і P_{s_0} (див. рис.), які створюють відповідні крутні моменти.

Складаємо рівняння рівноваги:

$$\sum M_0 = 0; -Q' \cdot 90 + P_{s_0} \cdot 87 + P_{v_0} \cdot 180 = 0,$$

звідси $Q' = \frac{P_{s_0} \cdot 87 + P_{v_0} \cdot 180}{90} = \frac{270 \cdot 87 + 880 \cdot 180}{90} \cdot k = 3175$ (Н).

Оскільки $Q > Q'$ ($4789 > 3175$), то подальші розрахунки ведемо по $Q = 4789$ (Н).

Визначаємо значення P_1 :

$$\sum M_A = 0; Q \cdot l - P_1(l+l) = 0;$$

$$P_1 = Q \cdot \frac{l}{(l+l)} = 4789 \cdot \frac{180}{360} = 2394,5$$
 (Н).

Остаточне значення сили, що розвиває пневмопривід

$$\sum M_B = 0; P \cdot C = P_1 \cdot b; P = P_1 \cdot \frac{b}{C} = 2394,5 \cdot \frac{55}{60} = 2195$$
 (Н).

$$P = p \cdot S,$$

де $p = 4 \cdot 10^5$ Па – тиск, що розвиває промислова пневмосистема;

S – площа поршня пневмоциліндра.

$$P = p \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \text{ звідси } D = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot p \cdot \eta}},$$

де $\eta = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує втрати у пневмоприводі;

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2195}{3,14 \cdot 4 \cdot 10^5 \cdot 0,8}} = 0,093$$
 м.

Приймаємо пневмоциліндр з діаметром $D = 100$ мм.

4.1.5 Розрахунок пристрою на міцність.

Найслабкішою ланкою пристрою є вісь притискання. Ця вісь працює на зріз.

Матеріал осі – Сталь 45 ГОСТ 105-89. Для неї допустиме значення напруження на зріз

$$[\tau] = 213 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\tau = \frac{N_{\partial}}{2S} \leq [\tau],$$

де N_{∂} – напруження на вісь;

S – площа перерізу осі.

Знаходимо діаметр:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 4789}{2 \cdot 3,14 \cdot 213}} = 3,78 \text{ мм.}$$

Додаючи певний запас міцності з конструктивних можливостей приймаємо діаметр:

$$d_g = 14 \text{ мм.}$$

4.2 Розрахунок кондуктора для свердління отворів $\varnothing 8,5$ мм.

Для виконання свердлильної операції передбачаємо спеціальний пристрій (кондуктор) для фіксації і затиску деталі, а також для направлення свердла під час свердління.

Кондуктор, в якому змінивши 2 плити (базову і з кондукторними втулками) можна легко переобладнати для свердління інших деталей.

4.2.1 Вибір установчих елементів.

Згідно із схемою базування установка здійснюється на два пальці (циліндричний і зрізаний), а в якості опори використовуємо опорні пластини.

Розрахунок циліндричного пальця приймаємо залежно від розміру отвору та його класу точності:

$$d_n = 17e9 \begin{pmatrix} -0,041 \\ -0,072 \end{pmatrix}.$$

Розрахунок зрізаного пальця.

Діаметр зрізаного пальця визначається за формулою, [6, ст. 16]:

$$d_{n_2} = \sqrt{D_2^2 + b^2 - (b + TA + TB - S_{\min})^2},$$

де $D_2 = 17$ мм – номінальний діаметр отвору;

$b = 4$ мм – ширина смужки на зрізаному пальці [6, ст. 17, табл. 1];

$TA = 0,87$ мм – допуск на міжцентрову відстань між отворами;

$TB = \frac{1}{3}TA = 0,29$ мм – допуск на міжцентрову відстань між пальцями;

$S_{\min} = 0,041$ мм – мінімальний зазор між першим пальцем і отвором;

тоді:

$$d_{n_2} = \sqrt{17^2 + 4^2 - (4 + 0,87 + 0,29 - 0,041)^2} = 16,69 \text{ мм.}$$

Відповідно діаметр пальця:

$$d_{n_2} = 16,69 e9 \begin{pmatrix} -0,041 \\ -0,072 \end{pmatrix}.$$

З метою запобігання заклинювання заготовки на пальцях розраховуємо їх максимальну висоту:

$$H = \frac{L + l + 0,5 \cdot D_2}{D_2 + L} \sqrt{2(D_2 + L) \cdot S_{2\min}},$$

де $S_{2\min} = D_{1\min} - d_{2\max} = 17 - (16,69 - 0,041) = 0,269$ мм;

$S_{2\min} = 0,269$ мм – мінімальний зазор.

$$H = \frac{190 + 145 + 0,5 \cdot 17}{17 + 190} \sqrt{2(17 + 190) \cdot 0,269} = 17,4 \text{ мм.}$$

Приймаємо $H = 10$ мм.

4.2.2 Розрахунок сили затиску.

Від провороту при свердлінні деталь може втримати 2 фіксатора, але при цьому може зміщуватись поверхня точно обробленого отвору, тому треба створити таку силу затиску, щоб сила тертя втримувала деталь від провороту.

Під час свердління на деталь діє $M_{кр}$ момент (крутний момент) і осьова сила P_0 , які визначаємо за формулами, [2, ст. 281, табл. 32]:

$$M_{кр} = C_m \cdot 10 \cdot D^q \cdot S^y;$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y.$$

Крутний момент:

$$C_m = 0,021; q = 2; y = 0,8, \text{ тоді}$$

$$M_{кр} = 0,021 \cdot 10 \cdot 8,5^2 \cdot 0,2^{0,8} = 4,18 \text{ (Н·м)}.$$

Осьова сила:

$$C_p = 42,7; q = 1,0; y = 0,8;$$

$$P_0 = 10 \cdot 42,7 \cdot 8,5^1 \cdot 0,2^{0,8} = 1001,5 \text{ (Н)}.$$

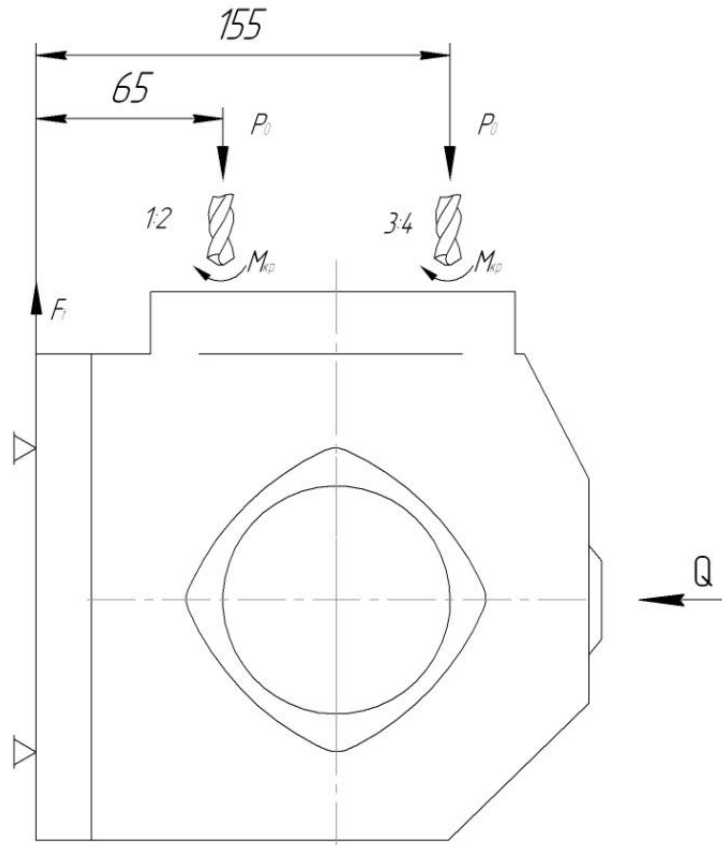


Рисунок 4.5 – Схема сил, що діють при свердлінні

Результуюча осьова сила $P_0 = P_0 \cdot 4 = 4006 \text{ (Н)}$.

В результаті крутного моменту виникають сили, які намагаються скрутити (зсунути) деталь відносно нерухомих опор:

$$P_1 = P_2 = \frac{M_{кр}}{0,065} = 64,3 \text{ Н};$$

$$P_3 = P_4 = \frac{M_{кр}}{0,155} = 26,9 \text{ Н}.$$

Щоб запобігти зсуву деталі, сила тертя F_T повинна бути:

$$F_T \geq P_0^{pez} + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 4006 + 64,3 \cdot 2 + 26,9 \cdot 2 = 4188 \text{ Н}.$$

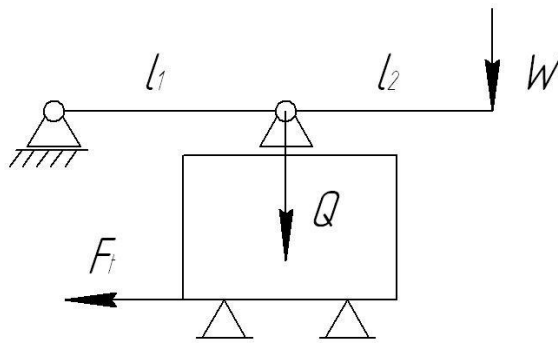


Рисунок 4.6 – Схема розрахунку сили затиску

Визначаємо силу Q :

$$Q = \frac{F_T \cdot k}{f_T \cdot 2};$$

де $k = 1,5$ – коефіцієнт запасу закріплення;

$f_T = 0,16$ – коефіцієнт тертя.

$N = \frac{F_T \cdot k}{f_T}$ – нормальна сила, що виникає в опорній пластині.

$2Q = N$, звідси:

$$Q = \frac{4188 \cdot 1,5}{0,16 \cdot 2} = 19631 \text{ Н.}$$

Сила затиску W :

$$W = \frac{Q \cdot l}{(l_1 + l_2)} = \frac{Q \cdot 110}{240} = 8997 \text{ Н.}$$

Згідно рекомендацій [6, ст. 78, табл. 4] довжина ключа $l = 240$ мм.

Зусилля на ключі, що виникають при дії робітника [6, ст. 77]:

$$Q_0 = \frac{W \left(r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha - \varphi_{np}) + \frac{1}{3} \cdot \mu \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right)}{l},$$

де $r_{cp} = \frac{19}{2} = 9,5$ мм – середній радіус різі;

$\varphi_{np} = 6^\circ 40'$ - приведений кут тертя;

$\alpha \approx 2^\circ - 4^\circ$, [2, ст. 76], приймаємо $\alpha = 3^\circ$ - кут піднімання різі;

$\mu = 0,13$ - коефіцієнт тертя на торці гайки.

$$Q_0 = \frac{8997 \left(9,5 \operatorname{tg}(3^\circ - 6^\circ 40') + \frac{1}{3} \cdot 0,13 \cdot \frac{20^3 - 18^3}{20^2 - 18^2} \right)}{240} =$$

$$= \frac{8997(1,44 + 1,24)}{240} = 100,4(H)$$

4.2.3 Розрахунок кондуктора на міцність.

Найбільш навантаженими ділянками в кондукторі є затискний болт та вісь, навантажений зусиллям Q .

Болт працює на розтяг [2, ст. 78], отже:

$$W_{\text{дон}} = 0,64 \frac{\pi d^2}{4} [\sigma]_p,$$

де $[\sigma]_p \approx 8 \cdot 10^7 \text{ [Н/м}^2\text{]}$ – допустиме напруження на розтяг.

$$W_{\text{дон}} = 0,64 \frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4} \cdot 8 \cdot 10^7 = 16076 \text{ Н;}$$

$$W_{\text{дон}} > W;$$

$$16076 > 8997 \text{ Н.}$$

Матеріал осі, так само – Сталь 45 ГОСТ 105-89, для якої допустиме напруження на зріз:

$$[\tau] = 213 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\tau = \frac{N_{\text{д}}}{2S} \leq [\tau], \text{ звідси:}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{2 \cdot 3,14 \cdot [\tau]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 19631}{2 \cdot 3,14 \cdot 213}} = 7,7 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d = 14 \text{ мм}$.

4.3 Розрахунок 4-ох шпindelної свердлильної головки.

Діаметр центрального ведучого вала, а також вали шпindelів визначаються за величиною крутного моменту, який шпindel повинен розвивати в процесі свердління. Величина останнього зв'язана з діаметром шпинделя формулою [7, ст. 167]:

$$M_{кр} = \frac{\pi d_1^3 [\tau]}{16},$$

де $[\tau] = 15 \cdot 10^7$ [Н/мм²] – допустиме напруження кручення.

Звідси:

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{кр}}{3,14 \cdot [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 16,72}{3,14 \cdot 15 \cdot 10^7}} = 0,008 \text{ м.}$$

Так, як вал з'єднаний з шестернями за допомогою шпонок, що є послаблюючим елементом, то найменший діаметр вала приймаємо $d_1 = 20$ мм.

4.3.1 Перевірочний розрахунок зубчастих коліс.

Для того, щоб забезпечити необхідний технологічний розмір $\varnothing 130$ мм, на якому розміщуються 4-и отвори $\varnothing 8,5$ приймаємо міжцентрову відстань:

$$A_0 = \frac{130}{2} = 65 \text{ мм (зацеплення внутрішнє – див. кінематичну схему головки).}$$

Кількість зубів шестерні приймаємо $z_{ш} = 16$.

Щоб забезпечити вільне розміщення валів – шпинделя приймаємо передавальне відношення $i = 4,25$.

Кількість зубів колеса: $z_k = z_{ш} \cdot i = 16 \cdot 4,25 = 68$.

Модуль передачі дорівнює:

$$m = \frac{2 \cdot A_0}{(z_k - z_{ш})} = \frac{2 \cdot 65}{68 - 16} = 2,5 \text{ мм.}$$

Перевіряємо прийнятий модуль зубів коліс:

а) з умови втомленої міцності поверхневого шару металу зуба, [7, ст. 168]:

$$m_{вт} = \sqrt[3]{\frac{i+1}{i+\psi} \left(\frac{180000}{z \cdot [\sigma_k]} \right)^2 \cdot \frac{N}{n} \cdot \frac{K}{K_v}},$$

де $z = 16$; $i = 4,25$;

$\psi = 8$ - відношення ширини колеса до модуля;

$[\sigma_k] = 85$ кГ/мм² – допустимі контактні напруження;

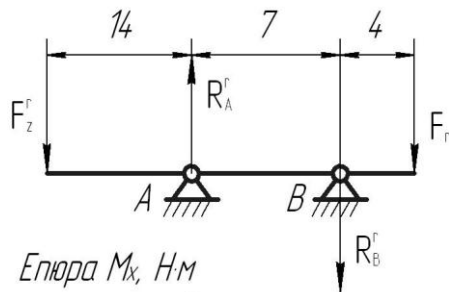
$N = 3 \text{ кВт} \cdot \frac{9750}{71620} = 0,408$ к.с – потужність;

$K = 1$ - коефіцієнт довговічності по контактним напруженням;

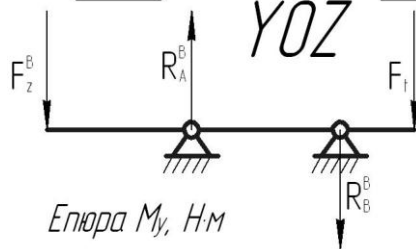
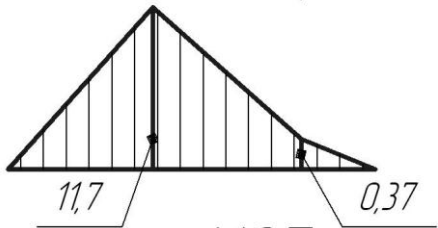
$K_v = 0,85$ - коефіцієнт швидкості;

$$n = 1030 \cdot \frac{16}{68} = 242,4 \text{ об/хв.} - \text{кількість обертів колеса};$$

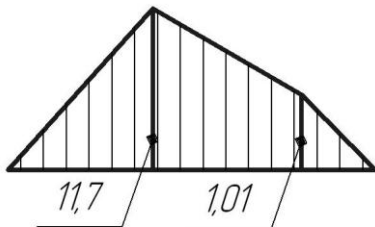
$$m_{\text{см}} = \sqrt[3]{\frac{4,25 + 1}{4,25 + 8} \left(\frac{180000}{16 \cdot 85} \right)^2 \cdot \frac{0,408}{242,4} \cdot \frac{1}{0,85}} = 1,74 \text{ мм};$$



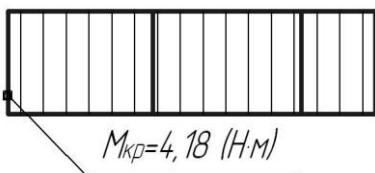
Елюра M_x , Нм



Елюра M_y , Нм



Елюра $M_{кр}$, Нм



б) із умови міцності зуба на згин, [7, ст. 168]:

$$m_{32} = 10^3 \sqrt{\frac{445}{z \psi y [\sigma_H]} \cdot \frac{N}{n} \cdot \frac{K_u}{K_v}},$$

де $y = 0,094$ - коефіцієнт форми зуба [7, ст. 169, табл. 18];

$K_u = 1$ - коефіцієнт довговічності за напруженням згину.

$$m_{32} = 10^3 \sqrt{\frac{445}{16 \cdot 8 \cdot 0,094 \cdot 18} \cdot \frac{0,408}{242,4} \cdot \frac{1}{0,85}} = 1,33 \text{ мм.}$$

Таким чином, вибраний нами модуль $m = 2,5$ задовільняє заданим умовам за контактним напруженням і за напруженням згину.

4.3.2 Перевірковий розрахунок валів шпинделів.

Визначаємо діаметр шестерні, через яку передається крутний момент на шпиндельний вал:

$$d_a = m \cdot z = 2,5 \cdot 16 = 40 \text{ мм.}$$

Колова сила, що діє в зубчастому зачепленні:

$$F_t = 2K_c \cdot \frac{T_1}{c \cdot d_a} = \frac{2 \cdot 12 \cdot 16,72}{4 \cdot 0,04} \approx 251 \text{ Н,}$$

де T_1 - момент, що передається є тихохідного вала на шестерні ($T_1 = 16,72$ Н·м);

$K_c = 1,2$ - нерівномірність роз приділення навантаження;

$c = 4$ – кількість зачеплень із шпинделями.

Радіальна сила

$$F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha = 251 \cdot 0,364 = 92 \text{ Н.}$$

Сила різання, що виникає в результаті нерівномірної заточки свердла,

$$F_z = \frac{2 \cdot M_{кр} \cdot K_c}{d_{св}} = \frac{2 \cdot 4,18 \cdot 1,2}{0,0085} = 1180 \text{ Н,}$$

де $M_{кр} = 4,18 \text{ Н}\cdot\text{м}$ – крутний момент різання при свердлінні;

$d_{св} = 0,0085 \text{ м}$ – діаметр свердла.

Рисунок 4.7 – Епюра

моментів

Визначаємо реакції в опорах:

Оскільки напрямку сили F_z ми не можемо передбачити, то приймаємо:

$$F_z^{\Gamma} = F_z^B = F_z \cdot \sin 45^\circ = 834 \text{ Н.}$$

Площина XOZ: $\sum M_A = 0$; $F_z^{\Gamma} \cdot 14 - R_B \cdot z \cdot F_r \cdot 11 = 0$.

Звідси:

$$R_B^{\Gamma} = \frac{F_z^{\Gamma} \cdot 14 \cdot F_r \cdot 11}{7} = \frac{834 \cdot 14 - 92 \cdot 11}{7} = 1523 \text{ Н;}$$

$$\sum M_B = 0; F_z^{\Gamma} \cdot 21 - R_A \cdot 7 - F_r \cdot 4 = 0;$$

$$R_A^{\Gamma} = \frac{F_z^{\Gamma} \cdot 21 - F_r \cdot 4}{7} = \frac{834 \cdot 21 - 92 \cdot 4}{7} = 2449 \text{ Н.}$$

Перевіряємо правильність визначення реакцій опор:

XOZ:

$$\sum X = -F_z^{\tilde{A}} + R_A^{\tilde{A}} + R_B^{\tilde{A}} - F_r^{\tilde{A}} = -834 + 2449 - 1523 - 92 = 0.$$

Реакції визначено правильно.

Для побудови епюр визначаємо значення згинальних моментів в характерних перерізах вала:

$$\text{Січення А: } M_x = F_z^{\Gamma} \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 834 \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 11,7 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Січення В:

$$M_x = F_z^{\Gamma} \cdot 21 \cdot 10^{-3} - R_A^{\Gamma} \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 834 \cdot 0,021 - 2449 \cdot 0,007 = 0,37 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Аналогічно визначаємо для YOZ:

$$\sum M_A = 0; F_z^B \cdot 14 - R_B^B \cdot 7 \cdot F_t \cdot 11 = 0;$$

$$R_B^B = \frac{F_z^B \cdot 14 \cdot F_t \cdot 11}{7} = \frac{834 \cdot 14 - 251 \cdot 11}{7} = 1273 \text{ Н};$$

$$\sum M_B = 0; F_z^B \cdot 21 - R_A^B \cdot 7 - F_t \cdot 4 = 0;$$

$$R_A^B = \frac{F_z^B \cdot 21 - F_t \cdot 4}{7} = \frac{834 \cdot 21 - 251 \cdot 4}{7} = 2358 \text{ Н}.$$

Перевірка:

$$\sum Y = -F_z^B + R_A^B + R_B^B - F_t = -834 + 2358 - 1273 - 251 = 0 - \text{визначено}$$

правильно.

Згинальні моменти в площині YOZ:

Січення А:

$$M_y = F_z^B \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 11,7 \text{ Н·м}.$$

Січення В:

$$M_y = F_z^B \cdot 21 \cdot 10^{-3} - R_A \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 834 \cdot 0,021 - 2358 \cdot 0,007 = 1,01 \text{ Н·м}.$$

Розрахунок січення А на статичну міцність.

Результуючий згинальний момент

$$M_{32} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{11,7^2 + 11,7^2} \cdot 10^3 = 16,6 \cdot 10^3 \text{ Н·мм}.$$

Осьовий момент опору січення

$$W = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 20^3}{32} = 785 \text{ мм}^3.$$

Еквівалент напруження

$$\sigma_{екв} = \frac{\sqrt{M_{32}^2 + M_{кр}^2}}{W} = \frac{10^3 \cdot \sqrt{16,6^2 + 4,18^2}}{785} = 22 \text{ Н/мм}^2.$$

Для виготовлення вала шпинделя використовуємо в якості матеріалу – Сталь 45, для якої: $\sigma_g = 900 \text{ Н/мм}^2$; $\sigma_T = 650 \text{ Н/мм}^2$; $\sigma_{-1} = 380 \text{ Н/мм}^2$; $\tau_{-1} = 230 \text{ Н/мм}^2$ [8, табл. 12.7].

Коефіцієнт запасу міцності по текучості при коефіцієнті перевантаження $K_n = 2,5$, [8, ст. 209]

$$S_T = \frac{\sigma_T}{K_n \cdot \sigma_{екв}} = \frac{650}{2,5 \cdot 2,2} = 9,8 > [S_T] = 1,6.$$

Статична міцність вала в січені А забезпечується.

Розрахунок січення А на втомну міцність. Визначаємо амплітуду напружень циклу в небезпечному січені, [8, ст. 210]:

$$\sigma_a = \sigma_q = \frac{M_{32}}{W} = \frac{16,6}{785} = 21,1 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\tau_a = \frac{\tau_k}{2} = \frac{M_{kp}}{2W_k} = \frac{4,18 \cdot 10^3}{2 \cdot 1570} = 1,33 \text{ Н/мм}^2,$$

$$\text{де } W_k = \frac{\pi d^3}{16} = \frac{3,14 \cdot 20^3}{16} = 1570 \text{ мм}^3.$$

Внутрішнє кільце підшипника кочення встановлюється на валу з натягом. Тому концентратор напружень в січені А – посадка з натягом. Згідно табл. 12.18 [8, ст. 215] маємо:

$$\frac{K_\sigma}{K_d} = 3,9; \quad \frac{K_\tau}{K_d} = 2,75.$$

Посадочна поверхня вала під підшипник шліфується ($R_a = 0,4 \text{ мкм}$); $K_F = 1$ [табл. 12.13]. Поверхня вала не зміцнюється $K_v = 1$ [табл. 12.4].

Коефіцієнти концентрації напружень в розглянутому січені, [8, ст. 210]:

$$(K_\sigma)_D = \left(\frac{K_\sigma}{K_d} + K_F - 1 \right) \frac{1}{K_v} = (3,9 + 1 - 1) \frac{1}{1} = 3,9;$$

$$(K_\tau)_D = \left(\frac{K_\tau}{K_d} + K_F - 1 \right) \frac{1}{K_v} = (2,75 + 1 - 1) \frac{1}{1} = 2,75.$$

Границі втомленості вала

$$(\sigma_{-1})_D = \frac{\sigma_{-1}}{(K_\sigma)_D} = \frac{380}{3,9} = 97,4 \text{ (Н/мм}^2\text{)};$$

$$(\tau_{-1})_D = \frac{\tau_{-1}}{(K_\tau)_D} = \frac{230}{2,75} = 83,6 \text{ (Н/мм}^2\text{)}.$$

Коефіцієнти запасу за нормальними та дотичними напруженнями:

$$S_\sigma = \frac{(\sigma_{-1})_D}{\sigma_a} = \frac{97,4}{21,1} = 4,6;$$

$$S_\tau = \frac{(\tau_{-1})_D}{\tau_a} = \frac{83,6}{1,33} = 62,8.$$

Коефіцієнт запасу міцності в січєні А:

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} = \frac{4,6 \cdot 62,8}{\sqrt{4,6^2 + 62,8^2}} = 4,58 > [S] = 2,1.$$

Втомлена міцність вала забезпечується в січєні А.

Підбір підшипників.

Частота обертання вала $n = 1030$ об/хв; $d = 20$ мм, на опори вала діють сили: $R_A^I = 2449$ Н; $R_A^B = 2358$ Н; $R_B^I = 1523$ Н; $R_B^B = 1273$ Н. Довговічність підшипників складає три роки при двозмінній роботі, що становить $L'_{10ah} = 4015$ год.

Сумарні реакції в опорах

$$R_A = \sqrt{R_A^{I^2} + R_A^{B^2}} = \sqrt{2449^2 + 2358^2} \approx 3400 \text{ Н};$$

$$R_B = \sqrt{R_B^{I^2} + R_B^{B^2}} = \sqrt{1523^2 + 1273^2} \approx 1985 \text{ Н}.$$

Попередньо приймаємо підшипники шарикові радіальні легкої серії 204, для яких $C_r = 10000$ Н; $C_{or} = 6300$ Н.

Для радіальних підшипників осьові складові $R_{SA} = R_{BA} = 0$; $R_{aA} = R_{aB} = 0$, звідси $X = 1$; $Y = 0$. Еквівалентні динамічні навантаження при $K_B = 1,4$ [8, ст. 104, табл. 6.3]; $K_T = 1$ ($t < 100^\circ\text{C}$) [8, табл. 6.4]:

$$R_{EA} = V \cdot X \cdot R_A \cdot K_B \cdot K_T = 1 \cdot 1 \cdot 3400 \cdot 1,4 \cdot 1 = 4760 \text{ Н};$$

$$R_{EB} = V \cdot X \cdot R_B \cdot K_B \cdot K_T = 1 \cdot 1 \cdot 1985 \cdot 1,4 \cdot 1 = 2779 \text{ Н}.$$

Розрахункова довговічність

$$L'_{10ah} = a_{23} \left(\frac{C_r}{R_E} \right)^P \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} = 0,75 \left(\frac{10000}{4760} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 1030} = 155,4 \text{ год}.$$

Це нижче потрібної довговічності.

Вибираємо роликовий підшипник радіального типу 2306, для якого $C_r = 36,9$ кН [8, ст. 379].

$$L'_{10ah} = 0,75 \left(\frac{36900}{4760} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 1030} = 5654 \text{ год}.$$

Це більше потрібної довговічності $L = 4015$ год, тому підшипник підходить.

Для опори В беремо два підшипники шарикові радіальні однорядні легкої серії, для яких сумарна вантажопідйомність:

$$C_r = 2 \cdot 10 \text{ кН} = 20 \text{ кН},$$

$$L'_{10ah} = 0,75 \left(\frac{20000}{2779} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 1030} = 4523 \text{ год.}$$

Це більше потрібної довговічності – підшипник підходить.

4.3.3 Розрахунок тихохідного вала.

На вал діють зусилля, [8, ст. 152]:

$$F = 0,1 \cdot \frac{T_p}{a_w} = 0,1 \cdot \frac{16,72}{0,065} = 26 \text{ Н.}$$

Консольне навантаження від шпинделя,

[8, ст. 273]:

$$F_k = 50\sqrt{T} = 50\sqrt{16,72} = 205 \text{ Н};$$

$$M_F = F \cdot \frac{d_h}{2} = 26 \cdot 0,065 = 1,7 \text{ Н·м};$$

$$\sum M_D = 0;$$

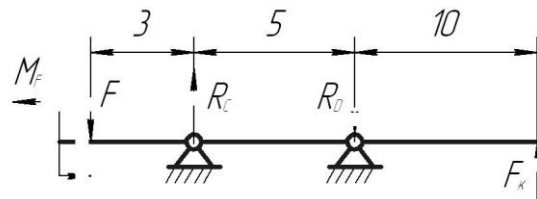
$$M_F + F \cdot 8 + F_k \cdot 10 - R_c \cdot 5 = 0,$$

звідси
$$R_c = \frac{1,7 \cdot 10^2 + 26 \cdot 8 + 205 \cdot 10}{5} = 486$$

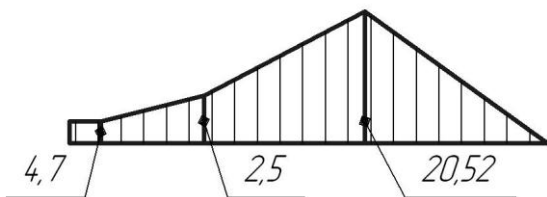
Н;

$$\sum M_c = 0;$$

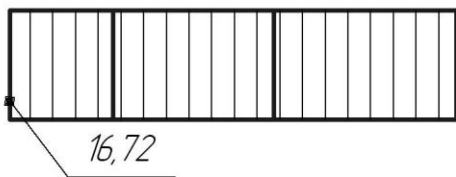
Рисунок 4.8 – Епюра моментів



Епюра $M_{зз}$, Н·м



Епюра $M_{кр}$, Н·м



$$M_F + F \cdot 3 + F_k \cdot 15 - R_D \cdot 5 = 0,$$

Звідси

$$R_D = \frac{1,7 \cdot 10^2 + 26 \cdot 3 + 205 \cdot 15}{5} = 665 \text{ Н.}$$

Розрахуємо згинальні моменти в характерних січеннях.

Січення С:

$$M_c = M_F + F \cdot 0,03 = 2,5 \text{ Н·м.}$$

Січення D:

$$M_D = M_F + F \cdot 0,08 - R_c \cdot 0,05 = 20,52 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Розрахунок січення С та D на статичну міцність.

Осьовий момент опору січення (приймаємо $d_g = 30 \text{ мм}$)

$$W = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 30^3}{32} = 2649 \text{ мм}^3.$$

Еквівалентне напруження

$$\sigma_{екв} = \frac{\sqrt{M_{зг}^2 + M_{кр}^2}}{W} = \frac{10^3 \sqrt{16,72^2 + 20,52^2}}{2649} = 10 \text{ Н/мм}^2.$$

Коефіцієнт запасу міцності за текучістю при коефіцієнті перевантаження $K_n = 2,5$ %.

$$S_T = \frac{\sigma_T}{K_n \cdot \sigma_{екв}} = \frac{650}{2,5 \cdot 10} = 26 > [S_T] = 1,6.$$

Статична міцність вала забезпечується.

Розрахунок на втомну міцність.

Визначаємо амплітуду напружень циклу в небезпечному січені, [8, ст. 210]:

$$\sigma_a = \sigma = \frac{M_{зг}}{W} = \frac{20,52 \cdot 10^3}{2649} = 7,75 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\tau_a = \frac{\tau_k}{2} = \frac{M_{кр}}{2W_k} = \frac{16,72 \cdot 10^3}{2 \cdot 5298} = 1,6 \text{ Н/мм}^2,$$

$$W_k = \frac{\pi d^3}{16} = \frac{3,14 \cdot 30^3}{16} = 5298 \text{ мм}^3.$$

Внутрішнє кільце підшипника кочення встановлюється на валу з натягом. Тому концентратор напружень в січені С і D – посадка з натягом.

Згідно табл. 12.18 [8, ст. 215] маємо:

$$\frac{K_\sigma}{K_d} = 3,9; \quad \frac{K_\tau}{K_d} = 2,75.$$

Коефіцієнти концентрації напружень визначаємо аналогічно січенням А і В:

$$(K_\sigma)_D = \left(\frac{K_\sigma}{K_d} + K_F - 1 \right) \frac{1}{K_v} = (3,9 + 1 - 1) \frac{1}{1} = 3,9;$$

$$(K_\tau)_D = \left(\frac{K_\tau}{K_d} + K_F - 1 \right) \frac{1}{K_v} = (2,75 + 1 - 1) \frac{1}{1} = 2,75.$$

Границі втомленості вала

$$(\sigma_{-1})_D = \frac{\sigma_{-1}}{(K_\sigma)_D} = \frac{380}{3,9} = 97,4 \text{ Н/мм}^2;$$

$$(\tau_{-1})_D = \frac{\tau_{-1}}{(K_\tau)_D} = \frac{230}{2,75} = 83,6 \text{ Н/мм}^2.$$

Коефіцієнти запасу за нормальними та дотичними напруженнями

$$S_\sigma = \frac{(\sigma_{-1})_D}{\sigma_a} = \frac{97,4}{21,1} = 4,6;$$

$$S_\tau = \frac{(\tau_{-1})_D}{\tau_a} = \frac{83,6}{1,33} = 62,8.$$

Коефіцієнт запасу міцності в січєні А

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} = \frac{4,6 \cdot 62,8}{\sqrt{4,6^2 + 62,8^2}} = 4,58 > [S] = 2,1.$$

Підбір підшипників.

$$n = 260 \text{ об/хв}; d = 30 \text{ мм}; R_D = 665 \text{ Н}; L'_{10ah} = 4015 \text{ год.}$$

Приймаємо конічні роликові підшипники однорядні легкої серії типу 7206, для яких $C_r = 29,8 \text{ кН}$.

$$R_E = V \cdot X \cdot R_D \cdot K_B \cdot K_T = 1 \cdot 1 \cdot 665 \cdot 1,4 \cdot 1 = 931 \text{ Н.}$$

Розрахункова довговічність

$$L'_{10ah} = a_{23} \left(\frac{C_r}{R_E} \right)^P \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} = 0,6 \left(\frac{29800}{931} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 260} = 12613 \text{ год.}$$

Це більше необхідної довговічності, тому підшипник підходить.

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Основні задачі САПР ТП

Проблеми автоматизації виробництва доцільно вирішувати в складі інтегрованого виробничого комплексу (ІВК), який охоплює всі стадії виробництва: дослідження, конструювання, технологічну підготовку та організацію виробництва. В зв'язку з цим виникла необхідність розглядати виробничу систему, яку в машинобудуванні називають комп'ютеризованим інтегрованим виробництвом. В такій системі організація функціонування здійснюється шляхом використання інтегрованої бази даних, яка дозволяє автоматизувати управління інформаційними та матеріальними потоками між різними виробничими підсистемами на різних рівнях виробництва (завод, дільниця ГВС, ГВМ) виконують певні функції: організацію виробництва, розробку технологічних процесів виготовлення деталей та складання, диспетчеризацію та оперативне управління виробництвом.

САПР ТП дозволяють автоматизувати наступні операції: аналіз завдання замовника та розробку технологічного завдання на проектування, розробку технологічного процесу з урахуванням можливості концентрацій операцій, вибір структури обладнання, який забезпечує заданий коефіцієнт використання.

Основними задачами САПР ТП є:

- а) Підвищення якості і техніко-економічного рівня продукції, яка проектується і випускається;
- б) Підвищення ефективності об'єктів проектування;
- в) Зменшення затрат на створення і проектування, а також експлуатацію об'єктів проектування;
- г) Зменшення термінів і трудоемкості проектування;
- д) Підвищення якості продукції.

Досягнення вказаних задач з використанням САПР можливо при наступних умовах:

- а) Систематизації та удосконалення процесів проектування на основі використання математичних методів та засобів обчислювальної техніки;
- б) Комплексної автоматизації проектованих робіт в проектній організації з необхідною перебудовою її структури і кадрового складу;
- в) Підвищення якості управління проектуванням;
- г) Використання ефективних математичних моделей;
- д) Використання методів багатоваріантного проектування та оптимізації;
- е) Автоматизація трудомістких проектних робіт;
- є) Заміна реальних випробувань на макетування математичними моделями;
- ж) Створення єдиних банків даних, які містять систематизовані дані довідкового характеру;
- з) Уніфікація та стандартизація методів проектування.

5.2 Аналіз конструкційно-технологічних особливостей деталі

Пакет прикладних програм “ТПП САПР” використовується для проектування технологічних процесів виготовлення деталей, особливо в умовах дрібно серійного та одиничного виробництва, коли немає необхідності в детальному проектуванні технологічних процесів. Опис операцій технологічного процесу в даній САПР поділяють на дві частини : постійну та змінну. Постійна частина опису є спільною для всіх деталей групи. До цієї частини опису відносяться назви операцій, описи переходів у вигляді постійної інформації, можуть бути зафіксований ріжучий та вимірний інструмент, пристрої. Власне вона складає зміст типового технологічного процесу. Змінна частина опису операцій та переходів формується стосовно до конкретних умов кожної деталі даної групи при розробці робочого технологічного процесу. Це в першу чергу виконавчі розміри, характеристики ріжучих та вимірних інструментів, моделі верстатів. До змінної частини можуть віднесені описи технологічного оснащення.

Технологічний процес, як елемент інформаційного забезпечення САПР являє собою послідовний опис операцій, складених з постійних частин.

Робота з пакетом відбувається в діалоговому режимі. Технолог формує структуру маршрутно-операційного технологічного процесу, вибирає операції та переходи, а в пам'ять ЕОМ вводиться лише змінна частина описів, яка відмічається спеціальними значками на дисплеї. Крім того для роботи широко використовують типові технологічні процеси, які зберігаються в інформаційно-пошуковій підсистемі САПР.

Не дивлячись на частину задач, які вирішуються ЕОМ, використання САПР маршрутних технологічних процесів на базі типової технології дає на підприємстві значний економічний ефект.

5.3 Підготовка вихідної інформації

Для формування маршруту технологічної обробки деталі необхідний повний опис деталі (кодування) засобами якої-небудь формалізованої мови. В умовах коли номенклатура виробів, які випускаються велика, кодування може виявитись дуже тривалою процедурою. Тому при невисокому рівні складності деталі виявляється доцільніше залишити за технологом стан формування структури маршрутною технологічного процесу. Для простої деталі технологу простіше та швидше задати ЕОМ структуру маршруту, ніж описувати всі розміри і технічні вимоги на формалізованій мові.

При такому підході технолог сам формалізує типовий технологічний процес, вибирає необхідні операції та переходи, а в ЕОМ він вводить тільки змінні частини описів. Для розробки технологічного процесу механічної обробки з допомогою ППП "ТПП САПР" необхідна наступна інформація:

1. Базовий технологічний процес виготовлення деталі;
2. Типовий технологічний процес, оформлений на бланках маршрутних технологічних карт;
3. Змінна інформація оформлена у вигляді таблиць 5.1-5.2.

Таблиця 5.1 – Загальні відомості про деталь

<i>Призначення технологічного процесу</i>	<i>Деталь</i>		
	<i>Позначення</i>	<i>Назва</i>	<i>Маса</i>
	РГ – 115.007	Корпусс	9,95
<i>Матеріал назва і марка</i>	<i>Заготовка</i>		
	<i>Вид</i>	<i>Профіль і розміри</i>	<i>Маса</i>
СЧ - 20	Відливка	Складний профіль	11,23

Таблиця 5.2 – Вихідна інформація для проектування технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус редуктора РГ – 115.007”

<i>Цеху</i>	<i>Номер</i>		<i>Код операції переходу</i>	<i>Обладнання</i>	<i>Технологічне оснащення</i>
	<i>Дільни ці</i>	<i>Робочі місця</i>			
1	01	005	4262	6М82	Оправка
1	01	010	4214	2А135	Приспосіблення
1	01	015	4273	6504	Оправка
1	01	020	4262	6М81	Приспосіблення
1	01	025	4262	6М81	Приспосіблення
1	01	030	4262	6М81	Приспосіблення
1	01	035	4223	2615	Приспосіблення
1	01	040	4223	2615	Приспосіблення
1	01	045	4214	2А135	Приспосіблення
1	01	050	4214	2А135	Приспосіблення
1	01	055	4214	2А135	Приспосіблення
1	01	060	4214	2А135	Приспосіблення
1	01	065	4214	2А135	Приспосіблення

5.4 Аналіз технологічного процесу отриманого за допомогою САПР ТП

Проаналізувавши технологічний процес механічної обробки фланця, одержаний з допомогою САПР ТП, приходимо до висновку, що побудова операції та вибір технологічних баз проведено правильно.

Пристрої, ріжучий та вимірювальний інструмент вибрано правильно з урахуванням типу виробництва та забезпеченням мінімального оперативного часу.

Інструмент вибраний такий, що дозволяє використовувати високопродуктивні методи обробки.

Даний технологічний процес носить реальний характер та забезпечує отримання якісної деталі у відповідності з робочим кресленням та технічними вимогами і може бути використаний в умовах діючого виробництва.

5.5 Блок-схема алгоритму автоматизованого проектування технологічного процесу

ППП “ТПП САПР” містить обслуговуючі підсистеми вводу та контролю вихідної інформації, документування, адаптації інформаційного забезпечення до умов конкретного виробництва. Інформаційно-пошукова підсистема здійснює зберігання типових технологічних процесів та їх пошук. Вихідним документом є маршрутний опис технологічного процесу. Підсистема адаптації САПР призначена для внесення в архів нових типових процесів і видалення непотрібних.

Укрупнена блок-схема алгоритму роботи підсистеми проектування приведена на рисунку 5.1. Для зменшення машинного часу проектування спочатку проводимо пошук на магнітному диску потрібного типового процесу та перенесення його в пам'ять ЕОМ, тобто створюється тимчасовий робочий архів. Потім з робочого архіву вибирається запис з кодом, який відповідає коду першого запису у вихідному документі. Вибраний таким чином запис містить постійну частину опису першого переходу з вихідного документу. В четвертому блоці виконується формування переходу для

робочого процесу. Для цього в опис або операцій (постійна частина) взятих з архіву операцій і переходів, заноситься відповідна інформація (змінна частина) з вихідного документа. Після зчитування і обробки першого запису вихідного документа відбувається перехід до наступної і так до кінця документа.

Після закінчення проектування проводимо формування і друк вихідного документа.

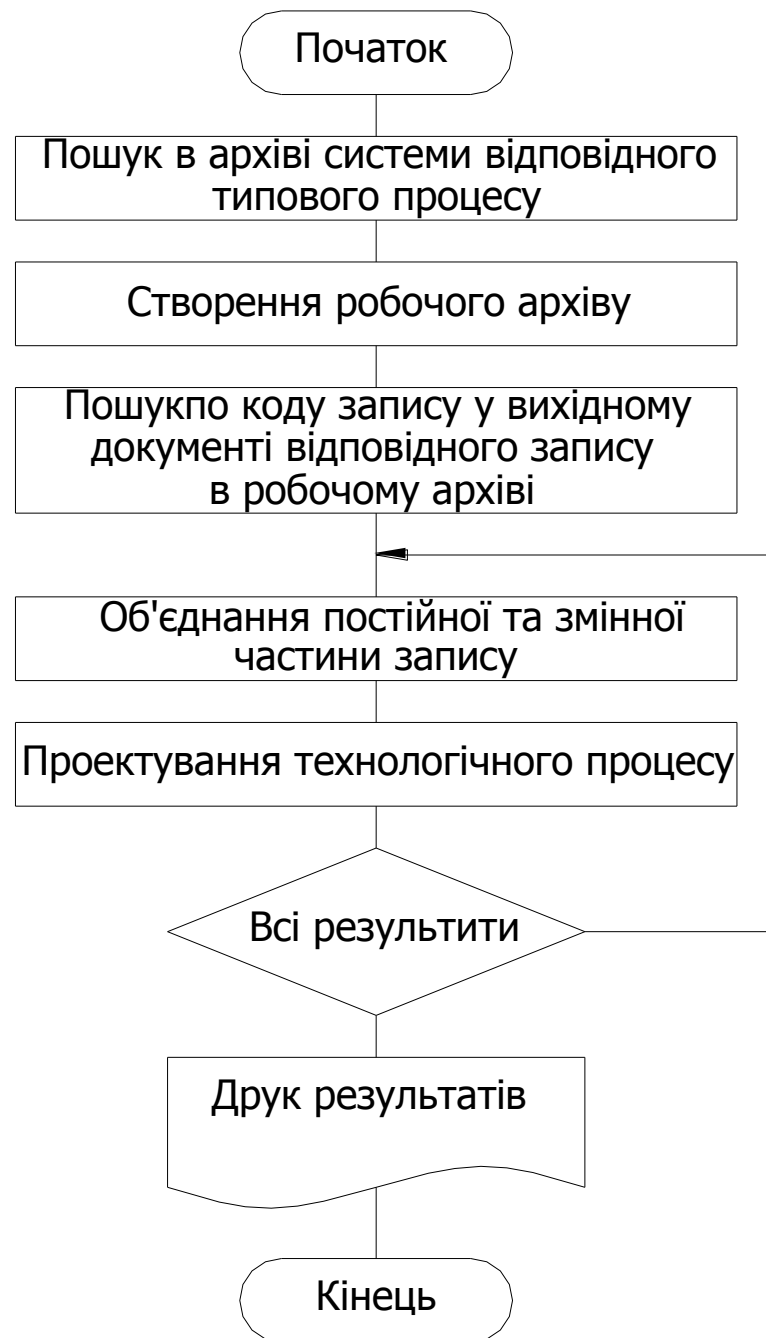


Рисунок 5.1 – Блок-схема алгоритму автоматизованого проектування технологічного процесу

6 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

6.1 Визначення річної потреби в технологічному обладнанні

Для визначення працємісткості механічного оброблення річного випуску виробу визначається показником працємісткості механічного оброблення деталі, помноженим на річну програму випуску виробу:

Таблиця 5.1 - Працємісткість механічного оброблення деталі

Операція (№)	№ п/п	Назва операції	T _{шт}	Трудоемкість	
				на деталь	на програму
1	2	3	4	5	6
005	1	Горизонтально-фрезерна	5,24	0,087	2794,6
010	2	Вертикально-свердлильна	6,69	0,112	3568
015	3	Повздовжньо-фрезерна	5,13	0,085	2736
020	4	Горизонтально-фрезерна	4,79	0,79	2554,6
025	5	Горизонтально-фрезерна	4,33	0,072	2309,3
030	6	Горизонтально-фрезерна	4,94	0,082	2634,6
035	7	Горизонтально-розточна	5,5	0,092	2933
040	8	Горизонтально-розточна	3,75	0,062	2000
045	9	Вертикально-свердлильна	2,74	0,046	1461
050	10	Вертикально-свердлильна	2,37	0,039	1264
055	11	Вертикально-свердлильна	2,67	0,044	1424
060	12	Вертикально-свердлильна	2,33	0,038	1442,3
065	13	Вертикально-свердлильна	4,79	0,079	2554,6
		Всього	55,27		29476

Визначення загальної кількості обладнання механічної дільниці ведемо по трудоемкості механічного оброблення річного випуску деталі [12, с. 138]:

$$C_p = \frac{T_k}{\Phi_c};$$

де C_p – розрахункове число верстатів даного типорозміру;

T_k – трудомісткість обробки річної кількості деталей на верстатах даного типорозміру у верстато-годинах;

Φ_c – дійсний річний фонд часу роботи верстату в годинах.

Даний розрахунок приведено в пункті 2.11 при цьому отримані результати зводимо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 - Відомість розрахунку кількості верстатів дільниці

№ п/п	Назва і марка верстату	Річний випуск	Норма часу на деталь	Час на річний випуск	К-ть верст.
1	2	3	4	5	6
1	Горизонтально-фрезерний 6Н80	32000	5,24	2794,6	1
2	Вертикально-свердлильний 2С135		6,69	3568	1
3	Повздовжньо-фрезерний ГФ687С3		5,13	2736	1
4	Горизонтально-фрезерний 6Н80		4,79	2554,6	1
5	Горизонтально-фрезерний 6Н80		4,33	2309,3	1
6	Горизонтально-фрезерний 6Н80		4,94	2634,6	1
7	Горизонтально-розточний 2615		5,5	2933	1
8	Горизонтально-розточний 2615		3,75	2000	1
9	Вертикально-свердлильний 2С135		2,74	1461	1
10	Вертикально-свердлильний 2С135		2,37	1264	1
11	Вертикально-свердлильний 2С135		2,67	1424	1
12	Вертикально-свердлильний 2С135		2,33	1442,3	1
13	Вертикально-свердлильний 2Н118		4,79	2554,6	1
	Всього	11 верстатів			

Уточнюємо тип виробництва:

Операції 045 і 050, а також 055 та 060 виконуються на одному верстаті (робочому місці), використовуючи переналадку даного верстату для більш повного завантаження верстату, тому:

– кількість операцій: 13;

– кількість робочих місць: 11.

Звідси:

$$K_{zo} = \frac{O}{P} = \frac{13}{11} = 1,18$$

Оскільки $1 < K_{zo} < 10$, то згідно ГОСТ 3.1108-74 – виробництво середньосерійне.

6.2 Вибір типу і розрахунок кількості вантажопідіймальних і транспортних засобів

Для транспортування деталей вздовж технологічної лінії, по осі прольоту використовуємо підвісні крани (однобалкові) вантажопідіймністю до 5 т. Транспортування мілких деталей здійснюється в тарі вантажопідіймністю 1 тонна. Для перевезення між прольотами і між складами, а також транспортування деталей в складальне відділення цеху використовуємо електровізки вантажопідіймністю 2 т. Так як маса деталі менше 12 кг, то згідно норм «охорони праці», деталі на верстат з тари і навпаки подаються вручну.

Кількість кранів розраховуємо згідно [12, с. 90]:

$$K_p = \frac{D_i}{\Phi_m} \cdot \frac{(l_{cp} / V_{cp} + t_3 + t_6)}{f \cdot \eta_{кр}};$$

де D – число великогабаритних деталей, що підлягають транспортуванню на річну програму;

i – середнє число переходів з верстату на верстат;

l_{cp} – середня довжина шляху на 1-у операцію (в обидві сторони);

V_{cp} – середня швидкість руху крана $V_{cp} = 30\text{м/хв}$ [12, с. 90];

t_3 і t_6 – відповідно час на завантаження і розвантаження $t_3 = t_6 = 2\text{хв}$;

f – фонд часу роботи крана в зміну $f = 480\text{хв}$;

$\eta_{кр}$ – коефіцієнт, що враховує простої через ремонт $\eta_{кр} = 0,98$ [12, с. 90];

Φ – кількість робочих днів на запланований період, $\Phi = 127$ днів;

m – кількість змін на добу;

$$K_p = \frac{1}{127} \cdot \frac{(100/30 + 2 + 2)}{480 \cdot 0,98} = \frac{14}{59740,8} = 0,023 \approx 1 \text{ кран.}$$

6.3 Вибір типу та основних будівельних параметрів будівлі, розроблення компоувального плану цеху та плану розміщення обладнання і робочих місць

Проектована механічна дільниця знаходиться в механічному цеху, що розміщується в одноповерховій будівлі прямокутної форми. Цех є складовою частиною уніфікованої типової секції (УТС) з розмірами в плані 144×72 м із сіткою колон 18×12 м, висота прольоту 7,2 м, згідно [12, с. 37].

Загальна площа дільниці: $S_{заг} = 481 \text{ м}^2$. Висота прольоту складається з висоти від підлоги до нижньої частини балки H_1 і відстані від нижньої частини балки до нижньої точки перекриття h

$$H = H_1 + h;$$

$$H_1 = K + Z + l + f + C;$$

де K – прийнята висота найбільш високого верстату, $K = 3,0 \text{ м}$;

Z – проміжок між верхньою частиною верстату і виробом, що транспортується, $Z = 1,0 \div 1,5 \text{ м}$;

l – прийнята максимальна висота виробу (тари), $l = 1,0 \text{ м}$;

f – відстані від верхньої кромки виробу до центра гака, $f = 0,5 \text{ м}$;

C – відстань від граничного верхнього положення гака до центра балки, $C = 0,7 \text{ м}$.

Звідси:

$$H_1 = 3,0 + (1,0 \div 1,5) + 1,0 + 0,5 + 0,7 = (6,2 \div 6,7) \text{ м.}$$

Приймаємо $h = 0,5 \text{ м}$, тоді:

$$H = H_1 + h = (6,2 \div 6,7) + 0,5 = (6,7 \div 7,2) \text{ м.}$$

Згідно [12] приймаємо висоту прольоту 7,2 м.

Вибираємо елементи конструкції будівлі:

Колони:

– для ширини прольоту 18 м з кроком 12 м при висоті прольоту 7,2 м колони 500×500 м [12, с. 42].

Ферми:

– залізобетонні стропильні ферми для прольоту з кроком 18 м [12, с.43].

Стіни:

– панелі довжиною 2 м, висотою 1,2 м;

– застосування стрічкове вистрою 2,4 м [12].

Покриття:

– залізобетонні ребристі плити 3×12 мм, висота ребер 0,45 м.

Світлоераційні ліхтарі з сталевими несучими частинами, ширина 6 м, висота 2660 мм.

Водопровід зовнішній [12].

6.4 Розроблення завдань на енергетичну частину проекту цеху

Для визначення необхідної кількості електроенергії розраховуємо загальну потужність обладнання дільниці і також потужність використання на освітлення.

Активну потужність обладнання визначаємо за формулою [12, с.282]

$$P_a = P_{уст} \cdot K_c ,$$

де $P_{уст}$ – сумарна потужність обладнання;

$$P_{уст} = 45,5 \text{ кВт};$$

K_c – коефіцієнт споживання [12, с.282], $K_c = 0,4$.

Звідси: $P_a = 0,4 \cdot 45,5 = 18,2 \text{ кВт}$.

Розхід електроенергії на запланований період, згідно [12, с.282]:

$$W = P_a \cdot F_{\partial} \cdot m \cdot \eta_3 ,$$

де F_{∂} – дійсний фонд часу роботи обладнання в одну зміну, $F_{\partial} = 6,5$ год;

m – кількість змін обладнання в добу, $m = 2$ зміни;

η_3 – середній коефіцієнт завантаження обладнання по часу, $\eta_3 = 0,8$.

Звідси: $W = 18,2 \cdot 6,5 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 127 = 24038,5 \text{ кВт}\cdot\text{год}$.

7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Техніко-економічне обґрунтування дипломної роботи магістра 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) і його експлуатацію.

Виконувані розрахунки 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.

Вихідними даними для розрахунку є:

- річна програма випуску;
- тип виробництва;
- кількість операцій механічного оброблення;
- характеристика операцій: штучний час, потужність, вартість і категорія ремонтної складності обладнання, розряд робіт;
- маса деталі, вид заготовки, вартість матеріалу та відходів;
- ціна на електроенергію, воду, пару, стиснене повітря.

Розрахунки виконують за типовою методикою, викладеною в [1].

Характеристику варіантів технологічного процесу і склад технологічного обладнання відповідно для базового та проектного варіантів технологічного процесів оформляємо у вигляді табл. 7.1, 7.2, 7.11, 7.12 (додаток Б).

Розрахункова кількість робочих місця визначають за формулою:

$$C_p = \frac{T}{\tau}, \quad (7.1)$$

де T – трудомісткість механічного оброблення;

τ – такт випуску, визначений в технологічній частині.

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

Кількість основних виробничих робітників визначається за формулою:

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

де C_n – прийнята кількість обладнання;

F_δ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

k_3 – коефіцієнт завантаження обладнання;

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

k_6 – коефіцієнт багатостанкового обладнання.

Кількість допоміжних робітників визначають у процентному відношенні до основних робітників і приймається 35-50% в середньосерійному виробництві.

Кількість молодшого обслуговуючого персоналу приймають 2-3%, інженерно-технічного персоналу 10-13%, лічильно-контрольного персоналу 4-5% від загальної кількості робітників.

Результати розрахунків оформляємо у вигляді табл. 7.3, 7.13 (додаток Б).

Розрахунок капітальних затрат в основі виробничі фонди проводиться по групах:

- будівлі виробничого, допоміжного і адміністративно-побутового призначення;
- споруди та передаточні пристрої;
- обладнання;
- дорогі інструменти і пристрої;

– виробничий та господарський інвентар.

Вартість будівель визначається по питомій вартості 1 м² площі.

Вартість обладнання визначають по даних табл. 7.4, 7.14 (додаток Б).

Вартість підйомно-транспортних засобів визначається в 10-15% від вартості технологічного обладнання.

Затрати на інструмент і пристрої приймають в масовому виробництві 25-30%, в серійному 15-20%, в одиничному 6-15% від вартості виробничого обладнання.

Вартість виробничого та господарського інвентаря приймають 1-2% вартості виробничого обладнання.

Розрахунок амортизаційних відрахувань проводять по кожній групі основних виробничих фондів шляхом множення їх балансової вартості на норму амортизації.

Результати розрахунку капітальних затрат на виконання технологічного процесу зведені в табл. 7.4, 7.14 (додаток Б).

Річний фонд зарплати персоналу цеху складається з основної і додаткової зарплати.

Річний фонд основної зарплати основних робітників визначають за формулою:

$$Z_o = C_1 \cdot K_c \cdot T_{um} \cdot N, \quad (7.3)$$

де C_1 – годинна тарифна ставка 1-го розряду;

K_c – середній тарифний коефіцієнт робіт;

T_{um} – трудомісткість обробки однієї деталі по всіх операціях;

N – річна програма випуску.

Річний фонд основної зарплати допоміжних робітників визначають за формулою:

$$Z_\partial = P \cdot C_1 \cdot K_c \cdot F_\partial, \quad (7.4)$$

де P – кількість робітників даної категорії;

F_∂ – дійсний річний фонд часу роботи робітників.

Додаткова зарплата приймається для основних робітників в межах 30-35%, для допоміжних 25-30% від тарифної зарплати.

В розрахунок також передбачаються премії робітникам з фонду матеріального заохочення. Їх величина складає 5-10% основної зарплати.

Посадові оклади ІТП, ЛКП, МОП включають в себе основну і додаткову зарплату і приймається 30-40% для ІТП, 20% для службовців і 10% для МОП.

З всього фонду зарплати нараховують відрахування на страхування, в фонди зайнятості, Чорнобиля, а також в пенсійний фонд.

Розрахунок річного фонду зарплати оформляємо у вигляді табл. 7.5, 7.15 (додаток Б).

Річна потреба в основних матеріалах, а також напівфабрикатах визначається виходячи з норм витрат на один вибір і програми випуску. Зарплати на основі матеріали визначаються з врахуванням транспортно-заготівельних затрат. Відходи в стружку при механічній обробці визначаються в залежності від виду заготовки і в процентному відношенні до їх маси складають: сталіне литво – 15-25%, чавунне литво – 10-20%, штамповки – 13-30%, сталіний прокат – 30-35%, кольорове литво – 7-12%.

Затрати на допоміжні матеріали приймаються в розмірі 1,5-2% від вартості основного технологічного обладнання.

Розрахунок затрат на матеріали та напівфабрикати оформляємо у вигляді таблиці 7.6, 7.16 (додаток Б).

Затрати на електроенергію передбачають оплату за силову енергію і енергію, яка використовується для освітлення.

Річний розхід енергії, води, пари і стиснутого повітря визначається в проектній частині.

Затрати на ремонт обладнання і транспортних засобів приймаються в межах 5-7% від їх початкової вартості.

Матеріальні та інші витрати приймаються в розмірі 3%, утримання інвентаря – 1%, ремонт будівель – 3% від вартості будівель і споруд.

Ці та інші розрахунки проводяться для вивчення цехових затрат по двох статтях: затрати на утримання і експлуатацію обладнання і загально

цехові витрати. На основі отриманих результатів складається кошторис цехових витрат, який оформляємо у вигляді табл. 7.7, 7.17 (додаток Б).

Розрахунок затрат на виробництво продукції та собівартості одиниці продукції виконується окремо для кожної деталі по статтях затрат і оформляємо відповідно у вигляді табл. 7.8, 7.9, 7.18 і 7.19 (додаток Б).

В склад оборотних засобів цеху (дільниці) включають наступні елементи:

- основні матеріали;
- допоміжні матеріали;
- малоцінний інструмент та інвентар;
- запасні частини;
- готові вироби;
- незавершене виробництво;
- інші матеріальні цінності.

Укрупнено потреба в оборотних засобах визначається за формулою:

$$H_c = T_n / k_{об}, \quad (7.5)$$

де T_n – товарний випуск продукції по цеховій собівартості;

$k_{об}$ – коефіцієнт оборотності.

Величину планового прибутку визначають в процентному відношенні до об'єму реалізованої продукції за звітний період в оптових цінах підприємства.

Результати всіх розрахунків по визначенню основних техніко-економічних показників оформляємо у вигляді табл. 7.10, 7.20 (додаток Б).

Для визначення ефективності прийнятих проектних рішень проводиться співставлення об'ємів виробництва по варіантах.

Рівень рентабельності виробу визначають за формулою:

$$P = \frac{\Pi \cdot 100\%}{\Phi_{oc} \cdot H_c}, \quad (7.6)$$

де Π – прибуток;

Φ_{oc} – середньорічна величина основних виробничих фондів;

H_c – величина оборотних засобів.

Процент зниження собівартості виробу визначається із залежності:

$$C_e = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100\%, \quad (7.7)$$

де C_1 і C_2 – собівартість одиниці продукції відповідно по базовому і проектному варіантах.

Розрахунковий час окупності виробу:

$$T_{ск} = \frac{K_2 - K_1}{(C_1 - C_2)N}, \quad (7.8)$$

де K_1 і K_2 – капіталовкладення відповідно по проетному та базовому варіантах;

N – річна програма випуску.

Величина річної економії від зниження собівартості продукції розраховується за формулою:

$$E = (C_1 - C_2)N, \quad (7.9)$$

Річний економічний ефект від використання нових технологічний процесів, механізації та автоматизації виробництва, способів організації виробництва і праці:

$$E_p = ((C_1 + E_n K_{1n}) - (C_2 + E_n K_{2n}))N, \quad (7.10)$$

де E_n – коефіцієнт порівняльної економічної ефективності;

K_{1n} і K_{2n} – питомі капіталовкладення відповідно по базовому та проектному варіантах.

Результати порівняння об'ємів виробництва по варіантах оформляємо у вигляді табл. 21 (додаток Б).

Висновки. Проведені техніко-економічні розрахунки підтверджують доцільність і правильність прийнятих інженерних рішень і дозволяють зробити наступні висновки. В результаті проведених міроприємств по вдосконаленню технологічного процесу виготовлення деталі, розробки нових засобів технологічного оснащення і проведення міроприємств по покращенню організації виробництва вдалося добитися зниження

собівартості виготовлення виробу, підвищення завантаження верстатів, зменшити кількість працюючих, підвищити зарплату основних робітників. Розрахунковий час окупності менший нормативного. До недоліків слід віднести деяке зниження рівня рентабельності виробу.

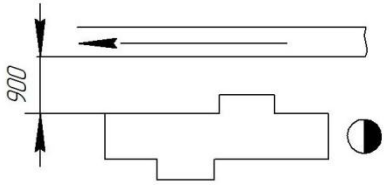
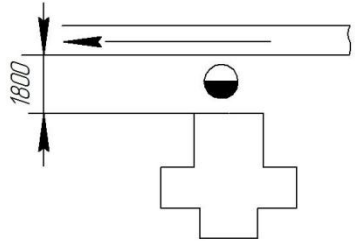
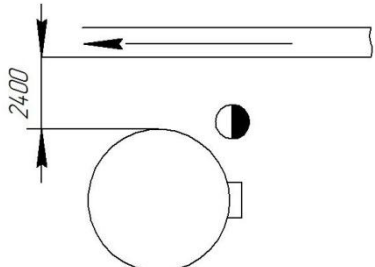
8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1 Розробка внутрішнього планування дільниці та цеху в цілому з врахуванням вимог безпеки, санітарії та пожежних вимог.

Важливе значення при розробці внутрішнього планування цеху займає правильне розміщення верстатів відносно елементів будівлі та одного верстату відносно іншого. Воно повинно створити робітникам можливість вільного переміщення в робочій зоні верстату та можливість швидкої евакуації в разі пожежної чи іншої небезпеки. В табл. 8.1 відображено правила розміщення обладнання у виробничих приміщеннях.

Таблиця 8.1 – Розміщення обладнання механічного цеху

Відстані між верстатами, між верстатом та елементами будівлі	Ескізи
1	2
Відстані між верстатами в цеху для свердлильних та малих фрезерних верстатів	
Відстані в цеху для повздовжньо-фрезерних верстатів	
Відстані між агрегатними верстатами в цеху	
Відстані від верстатів до колони	

Відстані від верстата до транспортера: - малих	
- середніх	
- великих	

При оформленні цеху необхідно врахувати, що око людини менше втомлюється якщо навколишня обстановка досить неоднорідна і око охоплює гаму кольорів.

Рекомендації щодо кольорового оформлення виробничих приміщень приведені в СН 181-70. Контрольні пристрої на робочому місці розміщені за принципом послідовності, тобто у відповідності з послідовністю операцій.

Таблиця 8.2 – Кольорове оформлення виробничих приміщень

Об'єкт фарбування	Рекомендований колір
Виробниче обладнання	Світло-зелений (салатовий)
Органи управління	Оранжевий (жовтий)
Робочі органи, які при включеному верстаті несуть небезпеку (гітари зубчастих коліс тощо)	Жовтий
Трубопроводи, батареї	Сірий
Стеля, верхня частина стін	Білий
Стіни	Синій (голубий)

Всі будівельні конструкції за степенню вогнестійкості поділяють на вісім степенів згідно СНиП 2.01.02-85. Спроектоване виробниче приміщення відноситься до II-ої степені вогнестійкості. Для того, щоб запобігти дії на людей небезпечних факторів пожежі, при проектуванні будівлі передбачено можливість швидкої евакуації людей. Відстань від робочого місця до найближчого виходу назовні не перевищує 60 м. Кількість евакуаційних виходів – не менше трьох.

Згідно СНиП 2.01.02-85 для виробничих приміщень категорії д час евакуації не обмежується.

При виникненні пожежі важливе значення має локалізація епіцентру пожежі. Для цього в цеху передбачені наступні первинні засоби пожежогасіння. В цеху для пожежогасіння прокладено внутрішній пожежний водопровід. Виходячи з розмірів цеху навпроти кожного проїзду обладнується пожежний щит, на якому розміщуються ручний пожежний інструмент та інвентар. Біля пожежних щитів розміщуються ящики з піском. Біля кожної колони розміщуються два хімічні пінні вогнегасники. На пожежних щитах повинні бути розміщені вуглекислотні вогнегасники на випадок загоряння електропроводу або електроустановки.

8.2 Санітарно-гігієнічна характеристика умов праці на дільниці обробки корпусу.

Аналіз умов праці на дільниці проводжу за такими показниками: метеорологічні умови, рівень шуму та вібрацій, виробниче освітлення. Мікроклімат на дільниці механічної обробки визначають наступними параметрами: температура повітря $t^{\circ}\text{C}$; відносна вологість $\varphi, \%$; швидкість руху повітря на робочому місці V м/с. згідно ГОСТ 12.1.005-88 категорії фізичної роботи на дільниці вибираю легку, до якої відносяться роботи, виконувані сидячи, стоячи, або пов'язані з ходінням, але які не вимагають систематичного фізичного напруження або підняття або переноски вантажів.

Відповідно до вибраної категорії робіт з ГОСТ 12.1.005-88 вибираю гігієнічні норми на робочому місці.

Таблиця 8.4 – Гігієнічні норми в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, °С			Відносна вологість		Швидкість руху повітря, м/с	
		Оптимальна	Допустима		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
			Верхня межа	Нижня межа				
Холодний	I б	21-23	24	20	40-60	75	0,1	не більше 0,2
Теплий	I б	23-24	28	21	40-60	60	0,2	0,1÷0,3

Згідно ГОСТ 12.1.005-88 нормування шуму здійснюється по двох принципах:

- нормування по граничному спектру шуму, при якому встановлюють гранично-допустимі рівні звукового тиску;
- нормування рівня звуку в децибелах А(дБА), яке дозволяє дати інтегральну оцінку всьому спектру шуму.
- Для умов спроектованого механічного цеху згідно вказаного стандарту вибираю норми звукового тиску та рівень звуку.

Таблиця 8.5 – Нормування шуму

Робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ і октавні полоси з середньо геометричними частинами, Гц							Рівень звуку та еквівалентність звуку (дБ)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	
Постійні робочі місця і робочі зони у виробничих приміщеннях	99	92	86	83	80	78	76	85

При виборі рівнів освітленості необхідно проаналізувати зорову роботу, виконувану робітником на робочому місці. Аналіз проводжу за трьома параметрами, об'єктом розрізнення, фоном та контрасту об'єкту з фоном.

За найменший об'єкт розрізнення на робочому місці беру товщину градування шкали, штангель циркуля, яким перевіряємо точність розмірів деталі.

Фон на робочому місці по величині відбитого світлового потоку визначаю як середній контраст об'єкту з фоном.

Рівні освітлення відповідно до визначених параметрів зорової роботи визначаю із СНиП II-4-79.

Таблиця 8.6 – Рівні освітлення

Характеристика зорової роботи	Найбільший розмір об'єкту розрізнення роботи, мкм	Розряд зорової роботи	Підряд роботи	Контраст об'єкту розрізнення з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення		Природне освітлення КОЕ, %	
						При комбінованому освітленні	При загальному освітленні	При верхньому освітленні	При боковому освітленні
Середньої точності	Від 0,5 до 1	IV	в	середній	середній	400	200	4	1,5

8.3 Розрахунок місцевого вентиляційного відсосу пилу та стружки.

Основним завданням при проектуванні ділянки є зниження запиленості. Досягається воно двома основними шляхами: безпосереднім видаленням пилу із зони обробки та загальної очистки повітря у виробничих приміщеннях.

Безпосереднє видалення стружки із зони обробки здійснюється місцевим вентиляційним відсосом. Він розташовується збоку або знизу від верстату з таким розрахунком, щоб площа відкритого січення була напрямлена в зону різання. Кількість повітря, необхідна для видалення стружки і пилу та їх переміщення по трубопроводу:

$$C_{тв} = C_c \cdot \mu, \quad (8.1)$$

де $C_c = Q \cdot \gamma$ - вага стружки та пилу;

μ - коефіцієнт матеріалу (для сірого чавуну $\mu = 0,8$).

Об'єм зрізувального шару металу в хвилину:

$$Q = t \cdot B \cdot S_n, \quad (8.2)$$

де t - глибина фрезерування;

B - ширина фрезерування;

S_n - хвилинна подача.

Вихідними даними для розрахунку є:

(Операція 005) $t = 2$ мм; $B = 250$ мм; $S_n = 190$ мм/хв.;

$$Q = 2 \cdot 250 \cdot 190 = 95000 \text{ (мм}^3\text{/хв)};$$

$$C_c = 95000 \cdot 7,8 \cdot 10^3 = 741 \cdot 10^6 = 0,741 \text{ (м}^3\text{/хв)};$$

$$C_{тв} = 741 \cdot 10^6 \cdot 0,8 = 592,8 \cdot 10^6 = 0,593 \text{ (м}^3\text{/хв)}.$$

Тоді за 1 годину:

$$P_g = 60 \cdot 5,93 = 35,568$$

Приймаємо $P_g = 36,0$ (м³/год).

Мінімальна площа відкритого січення витяжного пристрою:

$$F = \frac{C_{ms}}{3600 \cdot V}, \quad (8.3)$$

де V - швидкість руху всмоктуваного повітря ($V = 0,5 \div 1,7$ м/с)

$$F = \frac{36}{3600 \cdot 1,0} = 0,01 \text{ м.}$$

Маючи об'єм видаляємого повітря за годину P_g та площу відкритого січення витяжного пристрою вибираю для даної операції вентилятор центр обіжного типу Ш-4-10; №2 $\frac{1}{2}$ в якого $P_g = 36$ м³/год.

8.4 Заходи по відношенню стійкості машинобудівного заводу в екстремальних умовах.

Забезпечення стійкості роботи об'єктів народного господарства в умовах надзвичайних ситуацій мирного чи воєнного часу являється однією з основних задач цивільної оборони. Надзвичайні ситуації можна класифікувати наступним чином:

1. Надзвичайні ситуації пов'язані із стихійними лихами (землетруси, повені, урагани, снігові бурі, обвали, лавини, лісові і торф'яні пожежі, епідемії тощо).

2. Надзвичайні ситуації, пов'язані з викиданням шкідливих речовин в навколишнє середовище (аварії на АЕС та інших об'єктах ядерної енергетики з викидом радіоактивних речовин в атмосферу, аварії на об'єктах, що мають СДЯР, з викидом їх в навколишнє середовище).

3. Надзвичайні ситуації, пов'язані з виникненням пожеж і вибухів, і їх наслідками (руйнування та пошкодження будівель, споруд, технологічних установок, ємностей, і трубопроводів на підприємствах із вибухо- і пожежонебезпечною технологією, пожежі і вибухи в населених пунктах і на транспортних комунікаціях тощо).

4. Надзвичайні ситуації конфліктного типу, (озброєний напад на штаби ПУ і УС, склади і військові гарнізони, хвилювання в окремих районах,

визвані виступами екстреміських груп, застосування ОМП, і інших сучасних засобів зараження в бойових діях у воєнний час).

Для успішного вирішення задач по ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу необхідні знання характеристик стихійних лих, аварій, катастроф, сучасних засобів ураження, особливості джерел і зон ураження.

Під стихійним лихом розуміють природні явища, що носять надзвичайний характер і призводять до порушення нормальної діяльності населення, загибелі людей, руйнування та знищення матеріальних цінностей.

Землетруси – сильні коливання земної кори, що викликані тектонічними чи вулканічними причинами. Що призводить до руйнування будівель, споруд, людських жертв.

Для захисту від землетрусів завчасно виявляють сейсмічно небезпечні зони в різних регіонах країни. В сейсмічно небезпечних районах передбачені різні міри захисту, починаючи від невідказного виконання норм, вимог і правил при будівництві і реконструкції будинків.

При повені (значне затоплення місцевості), тобто при її запобіганні ефективними є влаштування ставів, ємкостей в балках, ярах і низах для перехоплення талих і дощових вод. Велике значення для захисту має зведення дамб, штучна зміна рельєфу.

Урагани – це вітри, швидкість яких перевищує 32,6 м/с. найбільш надійним захистом населення від ураганів є використання захисних споруд (метро, сховища, підземні переходи). При цьому в прибережних районах необхідно врахувати можливе затоплення певних ділянок і необхідно вибирати захисні укриття на підвищеннях.

Аварії – це вихід з ладу машин, механізмів, пристроїв, комунікацій, споруд, і їх систем внаслідок порушення технології виробництва; правил експлуатації; мір безпеки тощо. Найбільш характерними аваріями, що визивають важкі наслідки є вибухи, пожежі, зараження атмосфери і місцевості СДЯР і РР тощо. Пожежі, як різновид аварії, можуть виникати внаслідок пошкоджень електропроводки, паливних систем, ємкостей з

легкозаймистими рідинами, порушень правил техніки безпеки. На характер і масштаби пожежі впливають: вогнестійкість будівель, метеорологічні умови, стан систем і засобів пожежогасіння.

Як захист населення від СДЯР використовують:

- при високих концентраціях аміаку: промислові протигази марки «К» і «М»;
- при суміші аміаку з сірководнем – «КД»; ізолюючі протигази та захисна одежа;
- хлор: промислові профілюючі протигази ГП-5, «В» і «М», дитячі протигази і захисні комплекти.

До сучасних засобів масового знищення відносять ядерну, хімічну і бактеріологічну зброю. Поражаюча дія ядерного вибуху залежить від потужності боєприпаси, виду взриву чи заряду.

Велика кількість енергії, що виділяється під час вибуху ядерного боєприпаси, розподіляється на утворення повітряної ударної хвилі, світлового випромінювання, проникаючої радіації, радіоактивного зараження місцевості і електромагнітного імпульсу.

Надійним захистом від ударної хвилі є сховища. При відсутності використовують ПРУ, підземні виробітки, рельєф місцевості.

Світлове випромінювання і електромагнітне випромінювання, джерелом яких є світлова і електромагнітна області вибуху. Степінь поважачої дії цих випромінювань різко знижується при своєчасному сповіщенні людей. Використання ними захисних споруд, природних укриттів, індивідуальних засобів захисту.

Серед уражаючих факторів ядерного вибуху радіоактивне зараження займає особливе місце, так як його дія може поразати район, що прилягає до місця вибуху, але і місцевість, віддалену на десятки і навіть сотні кілометрів.

При вибуху ядерного боєприпасу радіоактивні продукти підіймаються разом з хмарою вибуху, переміщаються разом із частинками ґрунту під дією висотних вітрів на великі відстані. По мірі переміщення хмари вони випадають заражають місцевість і утворюють так званий слід радіоактивної хмари (див. рис. 8.2).

Слід радіоактивної хмари при незмінному напрямку вітру ділиться на чотири зони: помірного (А), сильного (Б), небезпечного (В) і дуже небезпечного (Г) зараження.

Електромагнітний імпульс. При ядерних вибухах в атмосфері виникають потужні електромагнітні поля з довжиною хвиль від 1 до 1000 м і більше. Поражаюча дія ЕМІ обумовлена виникненням електромагнітних напруг і струмів в провідниках і кабелях, в антенах радіостанцій тощо.

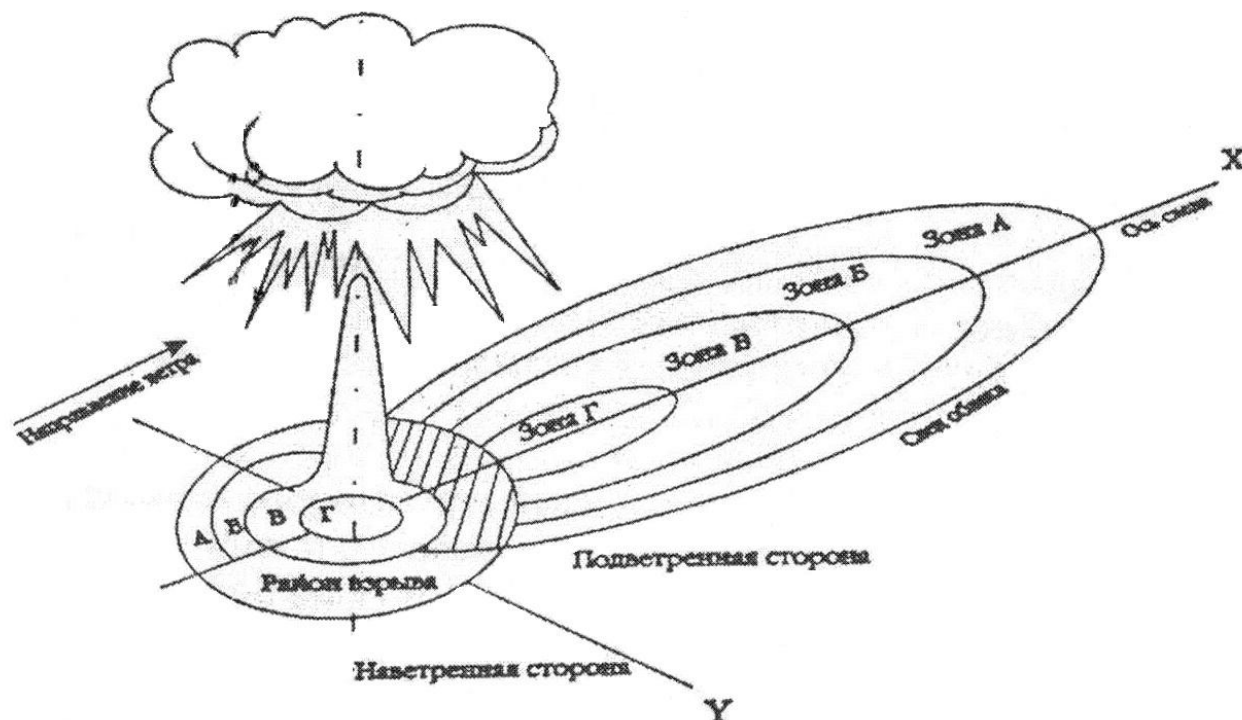


Рисунок 8.2 – Схема радіоактивного зараження місцевості в районі вибуху.

Одночасно з ЕМІ виникають радіохвилі, що розповсюджуються на велику відстань і сприймаються приймачами як поміхи. Під стійкістю функціонування об'єкту народного господарства розуміють здатність його в надзвичайних ситуаціях випускати продукцію в запланованому об'ємі і номенклатурі (для об'єктів, що безпосередньо не виробляють продукції – виконувати свої функції у відповідності з призначенням), а у випадку аварії – відновити виробництво у мінімально короткі терміни.

На стійкість функціонування об'єкту (механічного цеху) в надзвичайних умовах впливають наступні фактори: надійність захисту робочих і службовців від наслідків стихійних лих, аварій (катастроф), а

також первинних і вторинних поражаючих факторів ОМП та інших сучасних засобів нападу; здатність інженерно-технічного комплексу цеху протистояти в певній степені цим діям; надійність системи постачання об'єкту всім необхідним для виробництва продукції (сировини, паливо, енергія, газ, вода тощо); стійкість і неперервність керування виробництва; готовність об'єкту до робіт по встановленні порушеного виробництва.

Основні заходи по підвищенню стійкості, що проводяться на об'єктах (цехах, дільницях, підприємствах) в мирний час, передбачають: захист робітників, службовців та інженерно-технічного комплексу від наслідків стихійних лих; світломаскування об'єкту; підготовку його до відновлення порушеного виробництва тощо.

Будівлі і споруди на об'єкті необхідно розміщувати на відстані. Між будівлями повинні бути протипожежні розриви, шириною не менше сумарної висоти двох сусідніх будівель. Найбільш важливі виробничі будівлі необхідно будувати заглибленими чи пониженої висоти, по конструкції краще залізобетонні з металічним каркасом.

В кам'яних будівлях перекриття повинні бути з армованого бетону, чи з бетонних плит. Великі будівлі слід розділяти на секції з незгоряючими стінами.

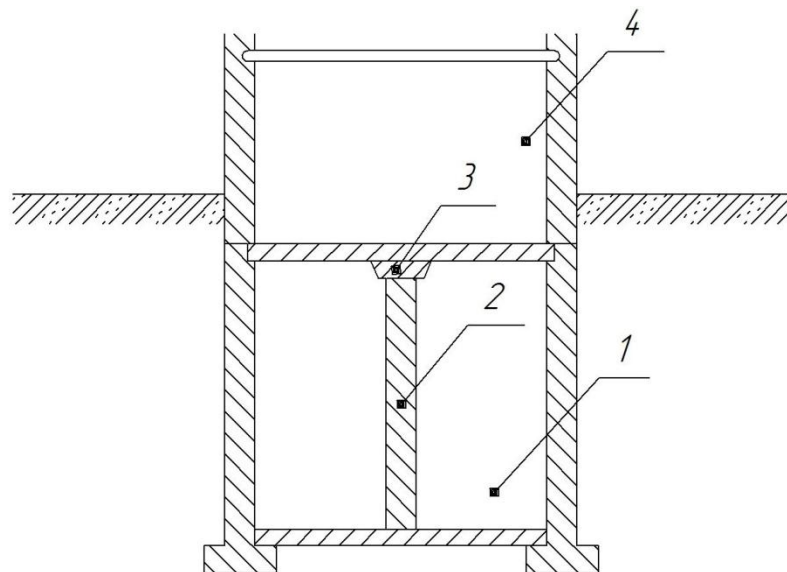


Рисунок 8.3 – Підсилення підвальних приміщень:

1 – підвал; 2 – стійка; 3 – балка; 4 – перший поверх.

При недостатній стійкості самого обладнання від дій швидкісного напору ударної хвилі воно повинно кріпитись на фундаментах.

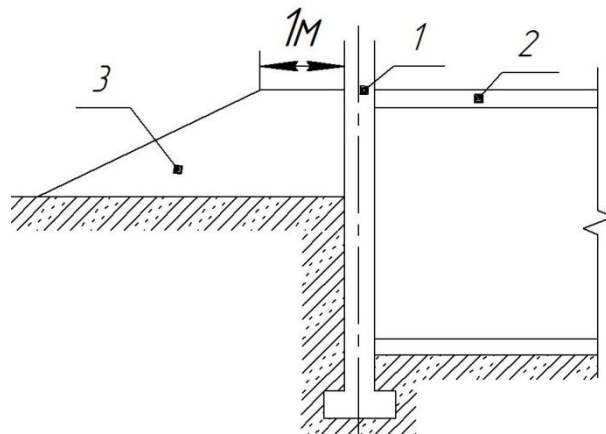


Рисунок 8.4 – Обсипка ґрунтом підвальних приміщень

1 – стійка; 2 – перекриття; 3 – обсіпка.

Складські приміщення для зберігання легко займистих речовин (бензин, керосин, нафта, мазут) повинні розміщуватись в окремих блоках заглибленого чи напівзаглибленого типу в границях території об'єкту, чи за її межами. Від стійкості будівель і споруд залежить в основному стійкість всього об'єкту. Підвищенням їх стійкості досягається монтуванням каркасів, рам, підкосів, контрфорсів, проміжних опор для зменшення прольоту несучих конструкцій (рис. 8.3).

Невисокі споруди, для підвищення їх міцності частково обчислюються ґрунтом (рис. 8.4). Високі споруди для підвищення їх міцності (труби, вишки, башти, колони) закріплюють вітряжками, розрахованими на дію швидкісного напору ударної дії.

Захист ємкостей із СДЯР і легко займистих рідин здійснюється шляхом їх обвалування – приспособлення земляного валу навколо ємкості, розрахованого на втримання повного об'єму рідини. Основні заходи по підвищенню стійкості технологічного обладнання механічного цеху для забезпечення високої міцності заключається в спорудженні над ним спеціальних пристроїв (у вигляді кожухів, шатрів, парасоль тощо), що захищають його від пошкоджень обломками конструкцій, що руйнуються.

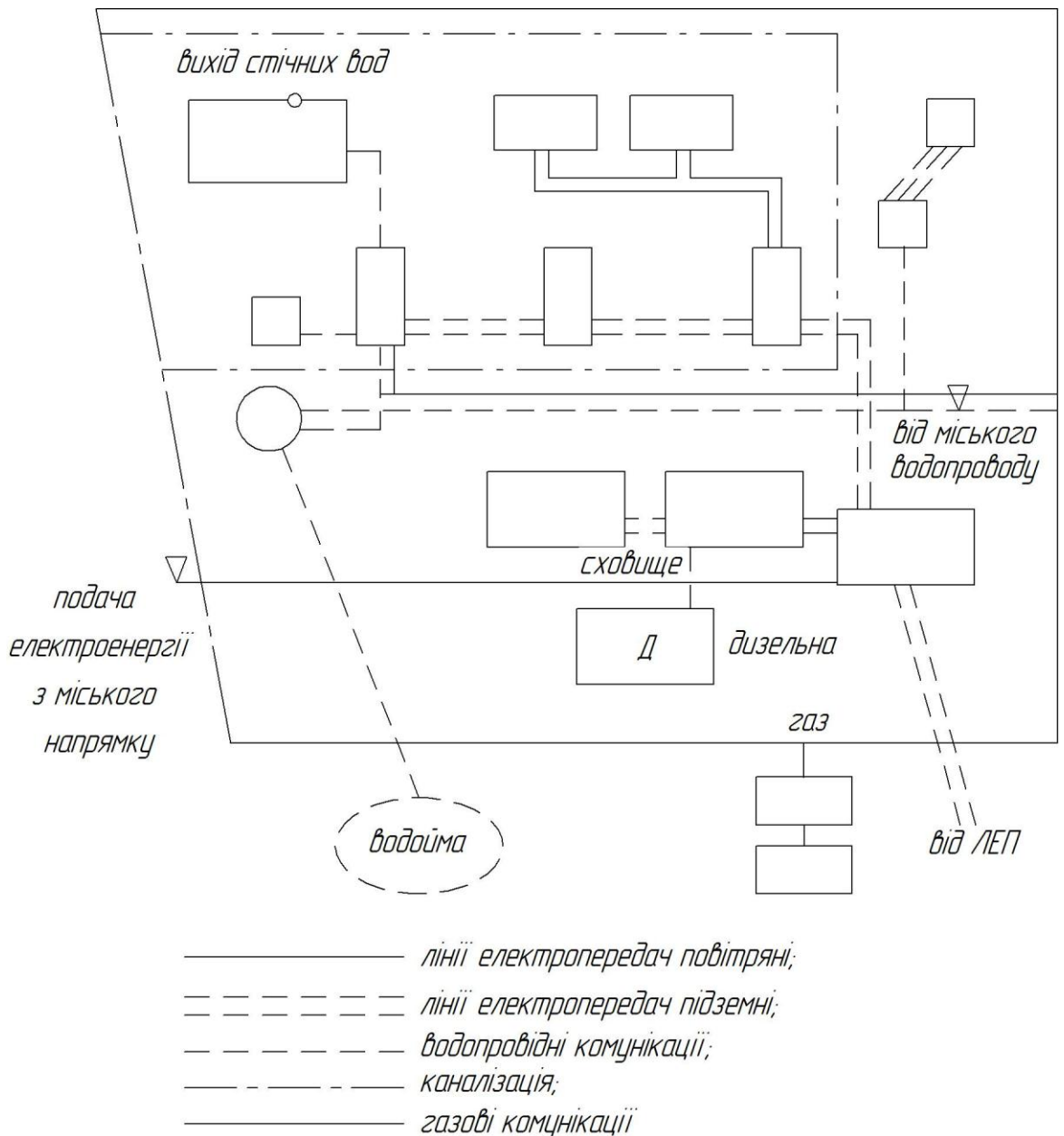


Рисунок 8.5 – Підвищення стійкості постачання об'єкту електроенергією, газом і водою

Висновки. Підвищення стійкості системи електропостачання досягається проведенням як загальноміських, так і об'єктових інженерно-технічних заходів. Електроенергія повинна поступати на об'єкт з двох напрямків, при живленні з одного напрямку необхідно передбачати автономне (аварійне) джерело (пересувну електростанцію).

Трансформаторні приміщення, розподільча апаратура і прилади повинні бути надійно захищені, в тому числі від електромагнітного імпульсу ядерного вибуху.

Особливу увагу слід приділити стійкості системи газопостачання. Вся система робиться кільцевою, що дозволяє відключити пошкоджені ділянки і використання ліній, що збереглися. На газопроводі слід встановити запобіжну апаратуру із дистанційним керуванням і крани, що автоматично перекривають газ при пошкоджені труби.

Дуже важливе значення має створення стійкої системи водопостачання об'єкту, яке повинно здійснюватись з двох джерел – основного і резервного, один з котрих повинен бути підземним.

Надійність матеріально-технічного постачання забезпечується: встановленням стійких зв'язків з підприємствами – постачальниками, своєчасною підготовкою складів для зберігання готової продукції, переходом на місцеві джерела сировини, будівництва за межами міста філій підприємства, створенням запасів сировини, палива, обладнання, матеріалів, комплектуючих тощо.

9 ЕКОЛОГІЯ

9.1 Актуальність охорони навколишнього середовища.

З появою машин вплив на природу антропогенних факторів різко зріс. Внаслідок цього відновлюваний потенціал природи став меншим дії суспільства на неї, що викликало початок необоротної зміни навколишнього середовища. Взаємодія виробничих – господарських та природні процесів привела до порушення взаємних зв'язків між елементами живої та неживої природи. Очевидна можливість прямування до помітної деградації біосфери, а в наш вік науково-технічної революції – до економічної кризи.

Основними причинами цієї кризи є:

- історично вкорінена думка, що самоочисна спроможність безмежна;
- не виправна дія на адаптацію тварин та людей до змін;
- демографічний вибух, який спричинений потенціальним ростом населення планети, його урбанізації та індустріалізації планети;
- інтенсивний розвиток науки, промисловості: транспорту з відповідним ростом викидів та відходів, гонка озброєнь, споживацька спрямованість науково-технічної революції, хімізація сільського господарства.

Розвиток науки і техніки, який ми називаємо – науково-технічним прогресом, грозить нам:

- 1) отруєння повітря, води, ґрунту;
- 2) гострим браком чистої води, а може і кисню;
- 3) браком продуктів харчування внаслідок перенаселення планети і ерозії ґрунтів;
- 4) виснаження мінеральних ресурсів і енергетичний «голод»;
- 5) порушення біологічної і кліматичної рівноваги.

Економія 1 т сталі надає змогу зменшити на 10 т витрати руди та на 18 т твердих, рідких та газоподібних відходів (серед яких бензопірен, в мільйони отруйніший за окис вуглецю – речовини, яка є еталоном при співставленні викидів). Зменшення витрат сталі на 25% на Україні дозволило

б зупинити один гірничо-збагачувальний комбінат з відповідним зменшенням витрат ресурсів та викидів.

9.2 Шкідливі викиди в цеху (дільниці).

В цехах механічної обробки обробка на верстатах супроводжується виділенням пилю, стружки, туману мастил та емульсій. Верстати з емульсійним охолодженням виділяють за 1 годину на кВт потужності: води – 150 г, туману емульсора – 0,0063 г.

Заточні верстати дають пил розміром 16-25 мкм (середній 36 мкм) густиною: 4,23 г/см³, тобто це є суміш металу з абразивом з відношенням приблизно 50% до 50%.

На території промислових виробництв утворюються стічні води трьох видів: побутові; поверхневі; промислові.

Промислові стічні води підприємств утворюються при експлуатації на його території душових, туалетів, пралень та їдалень. Поверхневі стічні води утворюються в результаті змивання дощовою, талою і поливною водою домішок, що накопичуються на території, дахах і стінах виробничих будівель. Основними домішками цих вод є тверді частинки (пісок, каміння, стружка, пил, сажа, залишки роздолин тощо), нафтопродукти, що використовуються на виробництві, а також органічні і мінеральні добрива, що використовуються в заводських скверах і квітниках.

Промислові стічні води утворюються в результаті використання води в технологічних процесах. Їх кількість, склад і концентрацію домішок визначають типом виробництва, його потужністю, видами технологічних процесів, що використовуються. 90% води, якою позначається підприємство, повертається назад у водойми з різними домішками. Біля 10% загального використання промисловості приходить на машинобудівні підприємства, де воду використовують на охолодження (підігрів) вихідних матеріалів, деталей і вузлів технологічного обладнання; приготування різних технологічних розчинів; промивку, збагачення і очищення вихідних матеріалів чи продукції, господарсько-побутове обслуговування.

Розрахунки для проведення заходів по зменшенні викидів шкідливих домішок в довкілля.

а) Розрахунок вертикального відстійника з камерою утворення пластівців.

Вихідні дані:

- продуктивність стічних вод: $Q = 1000 \text{ м}^3/\text{добу}$;
- максимальні затрати $Q_{\max} = 810 \text{ м}^3/\text{год}$;
- середні витрати $Q_{\text{сер}} = 5,40 \text{ м}^3/\text{год}$.

Приймаємо число камер утворення пластівців у вертикальному відстійнику $N = 4$ і визначаємо площу:

$$F = Q_{\max} \cdot T / (60 \cdot N \cdot H) = 8,10 \cdot 7,5 / (60 \cdot 3,6 \cdot 4) = 0,07 \text{ м}^2,$$

де $T = 5 - 10$ хв. – час перебування стічних вод у камері;

$H = 3,6 - 4$ м – висота камери.

Обчислюємо діаметр однієї камери:

$$D = \sqrt{4F / 3,14} = \sqrt{4 \cdot 0,07 / 3,14} = 0,3 \text{ м}.$$

Горловина розміщена на відстані $0,2D = 0,2 \cdot 0,3 = 0,06$ м від стінки камери на глибині $0,5$ м від поверхні води. Діаметр горловини:

$$d_c = 1,13 \sqrt{Q_{\max} / (m \cdot V_c)} = 1,13 \sqrt{0,028 / (0,908 \cdot 3)} = 0,115 \text{ м},$$

де $m = 0,908$ - коефіцієнт розходу для конічно-східної посадки з кутом конусності;

$$\beta = 25^\circ;$$

V_c - швидкість виходу води з горловини, м/с (приймаємо рівною $2-3$ м/с).

Діаметр трубопроводу, що підводиться, розраховуємо з умови швидкості руху стічної води $V_p = 0,8 - 1$ м/с. в нижній частині камери утворення пластівців встановлюємо заспокійливу решітку для гасіння обертового руху води. Об'єм зони осадження відстійника при часі перебування стічної води, що обробляється, в зоні осадження $T_{oc} = 1$ год.

$$V_{oc} = Q_{max} \cdot T_{oc} / N = 8,10 \cdot 1 / 4 = 2,02 \text{ м}^3.$$

Висоту зони осадження приймаємо рівною

$$H_{oc} = H + 0,5 = 3,6 + 0,5 = 4,1 \text{ м.}$$

Діаметр відстійника:

$$D_g = 1,13 \sqrt{(V_{oc} + F \cdot H) / H_{oc}} = 1,13 \sqrt{(2,03 + 0,07 \cdot 3,6) / 14,1} = 1,7 \text{ м.}$$

9.3 Розрахунок нафтовловлювача.

Вихідні дані:

- середні витрати стічних вод $Q_{сep} = 1000 \text{ м}^3/\text{добу}$;
- годинний коефіцієнт нерівномірності стічних вод $K = 1,3$;
- вміст нафти у воді $C_1 = 100 \text{ м}^2/\text{л}$;
- в очищеній воді вміст нафти не повинен перевищувати $C_2 = 40 \text{ м}^2/\text{л}$.

Максимальна секундна витрата на нафтовловлювачі:

$$Q_{max} = Q_{сp} \cdot K / (24 \cdot 3600) = 1000 \cdot 1,3 / 86400 = 0,015 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Приймаємо $n = 3$ виділення нафтовловлювача і глибина проточної частини $H_1 = 2 \text{ м}$, розрахункова швидкість руху води: $V = 0,005 \text{ м/с}$.

Ефект очистки води від нафти:

$$E = (C_1 - C_2) \cdot 100 / C_1 = (100 - 40) \cdot 100 / 100 = 60\% .$$

При цьому гідравлічна крупність $u = 0,6 \text{ м/с}$.

Ширину виділень обчислюємо за формулою:

$$\beta = Q_{max} / n \cdot H_1 \cdot V = 0,015 / (3 \cdot 2 \cdot 0,005) = 0,5 \text{ м.}$$

Довжину нафтовловлювача визначаємо за формулою:

$$L = V \cdot H_1 / k(u \cdot w) = 0,005 \cdot 2 / 0,5 \cdot 0,0006 = 33,3 \text{ м,}$$

де k - коефіцієнт використання об'єму відстійника (приймаємо $k = 0,6$);

w - вертикальна турбулентна складова ($w = 0,05 \cdot V$).

Кількість вловленої нафти:

$$G = \frac{C_1 \cdot E \cdot k \cdot Q}{1000 \cdot 1000} = \frac{100 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1000}{1000 \cdot 1000} = 0,06 \text{ Т/добу.}$$

9.3.1 Очищення повітря.

Повітря на дільниці в основному забруднене частинками туману (0,3-5 мкм). По монограмі 4.1 [12] вибираємо фільтр для очистки повітря при розмірі частинок туману 0,3-5 мкм.

Вибираємо фільтр: для фільтрації повітря при даних розмірах частинок можуть бути використані:

- електрофільтри;
- тонковолокнисті фільтри;
- промислові вен турі;
- волокнисті і тканинні фільтри.
-

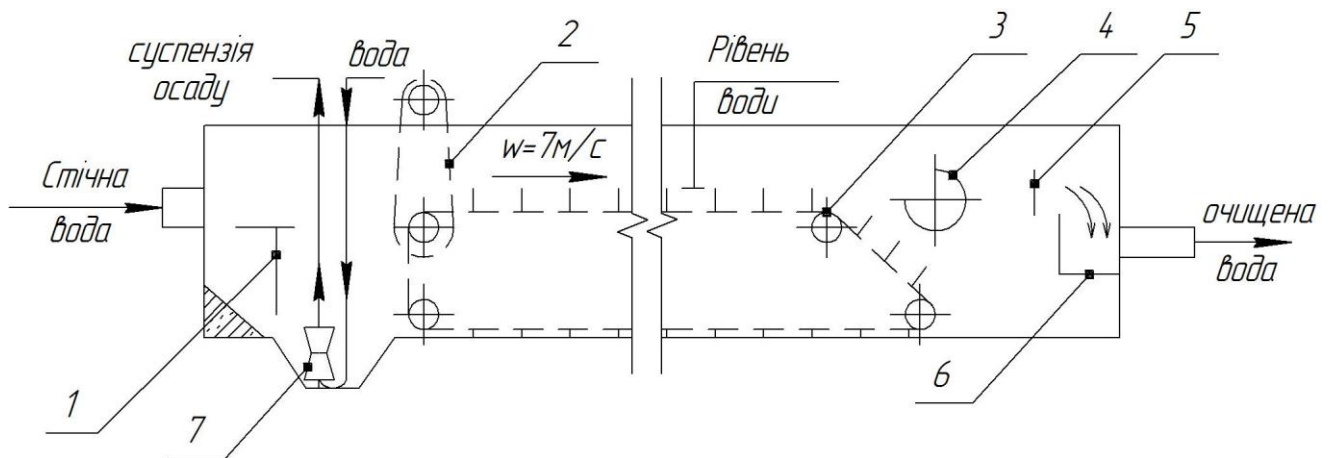


Рисунок 8.1 – Структурна схема нафтовловлювача:

- 1 – зубчата розподільча перетинка; 2 – привід; 3 – транспортер ланцюговий скребачковий; 4 – труба для прийому нафтопродуктів; 5 – перетинка; 6 – жолоб збірний; 7 – гідроелеватор.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В дипломній роботі проведено аналіз діючого процесу механічного оброблення корпусу редуктора та відмічено основні напрямки його удосконалення, розроблено аналіз відповідності технічних вимог. Відпрацьовано конструкцію деталі на технологічність, введено технічні пропозиції по удосконаленню конструкції, яка по відношенню до базової краща за техніко-економічними показниками. Розроблено конкуруючі технологічні процеси, з яких вибрано оптимальний. Для нього приведено розрахунок режимів різання, вибрано і розраховано припуски, запропоновано й розраховано похибки базування, зроблено технічне нормування технологічного процесу.

За допомогою цих та інших факторів ми маємо змогу зменшити кількість використаного обладнання, отже, зменшити виробничі площі і кількість зайнятих основних робітників. Введення уніфікованих пристосувань дозволяє обробляти декілька поверхонь деталі за один устанок, що підвищує якість виготовлення продукції, зменшує час на оброблення, а тому підвищує продуктивність праці, зменшує собівартість виготовлення деталі.

Проведено економічне обґрунтування раціональності використання даного технологічного процесу механічного оброблення корпусу редуктора РГ 115.007.

На основі вибраного обладнання та розрахунку його кількості, виконано компоновку плану цеху і дільниці механічного оброблення.

Крім цього, розроблено заходи щодо покращення умов праці та протипожежної безпеки, збереження навколишнього середовища.

Бібліографія

1. Класифікація профілів гвинтових заготовок за геометричними формами [Текст] / М.І. Пилипець, В.В. Васильків, Д.Л. Радик, О.М. Лясота // Вісник Інженерної академії України. – К.: Видавництво МВС України. – 2007. – Вип. 1. – С. 88 – 99.
2. Пилипець, М.І. Науково-технологічні основи виробництва навивних заготовок деталей машин: дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.08 [Текст] / М.І. Пилипець. – Львів, 2002. – 445 с.
3. Пилипець, М.І. Особливості оцінювання технологічності процесів формоутворення гвинтових заготовок [Текст] / М.І. Пилипець, В.В. Васильків // Труды 6-й междунар. науч.-техн. конф. «Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве». – Харьков: ХНПК «ФЭД». – 2002. – С. 110 – 112.
4. Пономарев, С.Д. Расчет упругих элементов машин и приборов [Текст] / С.Д. Пономарев, Л.Е. Андреева. – М.: Машиностроение, 1980. – 326 с.
5. Радик, Д.Л. До питання аналізу технологічних процесів виробництва різнопрофільних гвинтових заготовок деталей машин [Текст] / Д.Л. Радик, В.В. Васильків, А.П. Драган, О.М. Лясота // Наукові нотатки. – Луцьк: ред.-вид. відділ ЛДТУ. – 2005. – Вип. 16. – С. 210 – 219.
6. Радик, Д.Л. До питання актуальності дослідження технологічних процесів формоутворення гвинтових заготовок машин [Текст] / Д.Л. Радик, В.В. Васильків, А.П. Лясота // Вісник Львівського державного аграрного університету. Серія: Агроінженерні дослідження. – Львів: вид. центр ЛДАУ. – 2005. – № 9. – С. 278 – 283.
7. Романовский, В.П. Справочник по холодной штамповке [Текст] / В.П. Романовский. – Л.: Машиностроение, 1979. – 520 с.
8. Спиваковский, А.О. Конвейерные установки. Ч. IV [Текст] / А.О. Спиваковский. – Харьков-Киев: Госнаучтехиздат Украины, 1935. – 508 с.

9. Спиваковский, А.О. Транспортирующие машины: учебное пособие для машиностроительных вузов. – 3 изд. [Текст] / А.О. Спиваковский, В.Н. Дьячков. – М.: Машиностроение, 1983. – 487 с.
10. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. В 2 т. [Текст]; под ред. А.В. Кравченко. – М.: Гос. научн.-техн. изд-во машиностроительной литературы, 1960. – Т. 1. – 655 с.
11. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин: В 4 т. [Текст]; под ред. М.И. Клецкина. – М.: Машиностроение, 1967. – Т. 1. – 722 с.
12. Технические развертки изделий из листового материала [Текст] / Н.Н. Высоцкая и др. – Л.: Машиностроение, 1968. – 272 с.
13. Технические требования к зерноуборочному комбайну [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://agrosite.narod.ru/ar1/ar1_1.htm
14. Технологическое оборудование мясокомбинатов: учебник [Текст] / С.А. Бредихин и др. – 2-е изд., испр. – М.: Колос, 2000. – 392 с.
15. Технологічні основи формотворення різнопрофільних гвинтових заготовок [Текст] / Б.М. Гевко, М.І. Пилипець, В.В. Васильків, Д.Л. Радик. – Тернопіль: вид-во ТДТУ ім. І. Пулюя, 2009. – 457 с.
16. Ткачев, А.Г. Технология аппаратостроения: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. 170500 «Машины и аппараты химических производств» [Текст] / А.Г. Ткачев. – М.: Машиностроение-1, 2001. – 186 с.
17. Трофименков, Ю.Г. Винтовые сваи в качестве фундаментов мачт и башен линии передач [Текст] / Ю.Г. Трофименков, Л.Г. Мариупольский // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1964. – № 4. – С. 15 – 19.
18. Турышев, В.А. Винтовые конвейеры [Текст] / В.А. Турышев. – Красноармейск: КПИ, 1970. – 20 с.
19. Харламов, С.В. Конструирование технологических машин пищевых производств [Текст] / С.В. Харламов. – М.: Машиностроение, 1979. – 223с.
20. Чекмарев, А.А. Справочник по машиностроительному черчению [Текст] / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2001. – 493 с.

21. Шлыгин, В.В. Графические методы расчетов в машиностроении [Текст] / В.В. Шлыгин. – М.: Машиностроение, 1967, – 288 с.

22. Щегольков, Н.Н. Компьютерное конвертирование параметров профиля винтовой поверхности [Текст] / Н.Н. Щегольков // Вестник машиностроения. – 1995. – № 6. – С. 8 – 12.