

## Вступ

Підвищення продуктивності праці і якості продукції, що випускається є актуальними завданнями машинобудівного виробництва, які в значній мірі вирішуються застосуванням сучасного високо-продуктивного устаткування, оснащення і ріжучого інструменту.

Проектування технологічного процесу корпусу вузла силового гід-ропривода АТ 1245.01 вироблялося з метою вибору найбільш раціонального і економічного способу обробки. В даному проекті знижені витрати на метал, зменшена трудомісткість виготовлення деталей, в значній мірі скорочена трудомісткість допоміжних операцій за рахунок концентрації видів обробки на універсальних багатоопераційних верстатах з ЧПК, які також дозволяють забезпечити необхідну точність і скоротити час переналадки в умовах серійного виробництва.

Застосування прогресивного швидкодіючого оснащення і гідравлічних пристосувань, засобів механізації основних і допоміжних операцій дозволило знизити частку ручної праці і підвищити ефективність механічної обробки. Планування цеху дозволило здійснити найбільш раціональну і безпечну форму організації праці робітників.

## 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 1.1. Службове призначення деталі

Деталь корпус гідроприводу системи очищення лобового скла автомобіля АТ.1245.01 призначена для підведення рідини в робочі порожнини приводу і подання необхідного положення валика приводу. Агрегат АТ.1245 є силовим гідроприводом, що призначений для приведення в дію щіток (двірників), що очищають скло від атмосферних опадів. Гідропривід працює в комплексі з дросельним краном ГА 230-2, який включається в трубопровід перед ним. Дросельний кран ГА 230-2 вмикає гідропривід АТ.1245 в роботу і зупиняє його, регулює швидкість повороту валиків приводу, забезпечуючи тим самим при повністю відкритому крані і максимальному тиску необхідне число подвійних ходів валика в хвилину. За допомогою кругового зворотньо-поступального руху щітки очищають скло. Рух здійснюється подвійними поворотами валика в хвилину. Така конструкція гідроприводу в комплексі з дросельним краном дозволяє отримати регульоване число подвійних обертів валика в хвилину в діапазоні від 0 до 230.

Виконавчими поверхнями корпусу силового приводу є отвори, що служать для підведення рідини під тиском в робочі порожнини, отвори для установки валика.

Основними поверхнями є торці корпусу, якими він приєднується до насосу з одного боку і баку з іншого.

Допоміжними поверхнями є всі отвори, що служать для установки і кріплення деталей вузла щіток. Всі інші поверхні являються вільними.

Корпус силового гідроприводу виконаний з легкого і досить міцного матеріалу - алюмінієвого сплаву АЛ 5-Т7 ГОСТ 2685-75, основу якого складає алюміній, легований кремнієм (4,5-5,5%) і міддю (1,0-1,5%). Крім того, до складу даного алюмінієвого сплаву входять магній (0,40-0,55%) і титан (0,08-0,15%). Використовуваний сплав відрізняється високою питомою міцністю, те-

хнологічністю і досить високими фізико-механічними властивостями, відносяться до групи складних алюмінієвих сплавів системи " алюміній-кремній-мідь ", що володіють найбільш високими ливарними властивостями поряд з силуміном. Цей сплав широко застосовується в автомобільній промисловості завдяки високій міцності, легкості, корозійній стійкості. Сплав АЛ 5-Т7 добре обробляється лезовим ріжучим інструментом. Він має гарні ливарні властивості, що дозволяють одержувати виливки для деталей складної конфігурації, що працюють при середніх і значних навантаженнях. Мідь, що входить до складу сплаву АЛ 5-Т7, знижує його ливарні властивості, але поліпшує оброблюваність різанням, що дуже істотно при досить складній конструкції корпусу, основна маса поверхонь якого виходить механічною обробкою. Особливість цього сплаву - теплопрочність, що дозволяє забезпечувати надійну роботу вузла силового гідроприводу при температурі робочої рідини до 250°C.

З метою поліпшення механічних властивостей алюмінієвий сплав АЛ 5-Т7 піддається термічній обробці групи Т7- загартуванню з подальшим стабілізуючим відпусткою. Механічні властивості алюмінієвого сплаву АЛ 5-Т7:

тимчасовий опір розриву = 21 ... 30 кгс / мм;

відносне подовження = 1%;

твердість НВ = 70

## 1.2 Технічні вимоги до деталі

До виконавчих поверхонь корпусу АС-4-015.001 пред'являються найжорсткіші вимоги, так як вони вступають в контакт з іншими деталями. Тому шорсткість цих поверхонь  $R_a = 1.25$  мкм. Такими поповерхнями є ділянки отворів корпусу, що контактують зі штоками.

Поверхні отворів корпусу, що служать для приєднання штуцерів, мають шорсткість  $R_a = 2.5$  мкм,  $R_z = 20$  мкм.

Виходячи з вимог малого зазору між поверхнями Д4, Д5, Д6, Д8, Д9 і поверхнями деталей, що приєднуються, допуск биття цих поверхонь щодо діаметрів відповідних їм різьб М4, М5, М6, М8 і М9 призначається не більше 0,05 мм. Максимальне биття торців Т1 і Т2 щодо поверхонь Д10 і Д7 відповідно призначається рівним 0,05 і забезпечується технологічно.

Допуски на відхилення форми встановлюються в межах допуску на розмір. Виконавчі поверхні корпусу виготовляються з точністю, відповідною 7 квалітету, а поверхні, що служать для передачі робочої рідини – за 9 квалітетом.

Різьба виготовляється з полем допуску середнього діаметра 5Н, а внутрішнього діаметра 6Н, що відповідає точному класу різьблення.

### 1.3 Обґрунтування вибору баз

З огляду на досить високі вимоги до точності обробки поверхонь деталі вибираємо таку схему базування, яка забезпечує найменшу похибку установки. Для цього за установчу поверхню вибираємо поверхню, яка пов'язана з іншими великим числом розмірних зв'язків. Основною поверхнею корпусу, що відповідає цим вимогам, є внутрішній отвір діаметром  $\varnothing 37H7$ , за яким базується валик повороту щіток. У цьому отворі встановлюється валик повороту щіток, що здійснює подвійні повороти в хвилину, задані режимом очищення та здійснювані в результаті подачі робочої рідини через дросельний кран і допоміжні отвори приєднувальних штуцерів. Таким чином, за функціональною ознакою отвір  $\varnothing 37H7$  є конструкторською базою. Прив'язка осей всіх допоміжних отворів проводиться до осі отвору  $\varnothing 37H7$ , тому можна вважати даний отвір вимірною базою. Постановка розмірів деталі і її конструкція така, що обробку більшості поверхонь деталі можна робити з використанням установки її на поверхню  $\varnothing 37H7$ . Всі ці фактори є достатніми для прийняття в комплекті з іншими поверхнями в якості основної технологічної бази отвори  $\varnothing 37H7$ . Тому що деталь має складну форму, з метою забезпечення найменшої

погрішності установки і виключення перекосів і проворотів в якості допоміжних баз використовуємо поверхні двох отворів  $\varnothing 8^{+0.03}$ . Для отримання основної технологічної бази на першій операції технологічного процесу один раз в якості бази скористуємося необробленою поверхнею нижнього припливу, в якому розташовані штуцери приєднання корпусу до гідромережі, і яка виступає за зовнішню циліндричну частину фланця. Ці поверхні отримані точним литтям і забезпечують найбільш точне розташування поверхонь деталі при рівномірному розподілі припуску для операції отримання технологічної бази.

#### 1.4 Аналіз технологічності деталі

Конструктивними особливостями деталі корпус АС-4-015.001 є її складна форма, високі вимоги до взаємного розташування поверхонь, точності і шорсткості поверхні. Крім цього є ряд поверхонь, що є недоступними для лезвийного інструменту, що змушує застосовувати низькопродуктивні методи електрвипалювання. Конструкція деталі має і ряд глухих отворів і отворів малого діаметру і великої довжини.

Аналіз конструктивних особливостей деталі з точки зору технологічності показує, що складність форми поверхонь деталі призводить до складності конструкції пристроїв, в яких вона буде оброблятися. Високі вимоги до точності і шорсткості ряду поверхонь приводять до додаткових методів обробки цих поверхонь, що подовжить технологічний ланцюжок виготовлення деталі. Наявність глибоких отворів (відношення  $L/D > 10$ ) викликає необхідність частого виведення інструменту із зони обробки, що знижує продуктивність обробки. Наявність глухих і різьбових отворів вимагає використання пристосувань з обмежувачами по крутному моменту, оскільки їх відсутність неминуче призведе до поломки інструменту. Наявність різьб підвищеної точності передбачає використання інструменту підвищеної точності, що в кінцевому підсумку збільшує вартість деталі.

Перевагою деталі з точки зору технології є висока придатність до обробки матеріалу деталі, невелика вага, що дозволяє кілька підвищити показники

режимів обробки і використовувати маневрені транспортні засоби для передачі її від верстата до верстата.

Аналіз переваг і недоліків дозволяє зробити висновок, що деталь є нетехнологічною.

### 1.5 Попередній вибір типу виробництва

Річна програма випуску деталей корпусів становить  $N_{\text{вип}} = 2500$  штук. Згідно з кресленням деталі її маса становить 0,9 кг. Використовуючи залежності типу виробництва від обсягу випуску деталей на рік і маси деталі за табл. 3.1 [1, с. 24], вибираємо багатосерійне виробництво.

У великосерійному виробництві застосовують універсальні, спеціалізовані, агрегатні, спеціальні верстати, а також верстати з ЧПК. При даному типі виробництва розраховуються й обґрунтовуються ефективні режими різання, технологічне оснащення, що розроблюється, за можливістю повинне бути переналагоджуваним на інші види і типорозміри деталей. Точність деталі передбачає використання верстатного обладнання, спеціальних пристосувань і допоміжної оснастки високої точності з виключенням впливу суб'єктивних факторів, що впливають на якість деталі. Цим вимогам в значній мірі відповідають верстати з ЧПК і верстати, що оснащені спеціальними автоматизованими пристроями.

### 1.6 Вибір виду і способу отримання заготовки

В умовах базового підприємства заготовку отримують литтям в піщано-глинисті форми, що є економічно вигідним при дрібносерійному виробництві, оскільки глинисті форми мають порівняно низьку вартість, а при малій програмі випуску перевитрата металу і трудомісткість механічної обробки по зняттю додаткових шарів металу несуттєво позначається на загальній трудомісткості і собівартості виготовленої деталі.

В умовах проектного виробництва використовуємо метод лиття в кокіл. Цей метод отримання заготовки застосовують в умовах великої програми

виробів, при використанні металу деталі, що має жидкотекучість і гарну зварюваність. Матеріал деталі, навіть в умовах базового виробництва (лиття в піщано-глинисті форми) дозволяє отримати після лиття заготовку 14-12 квалітетів точності і шорсткість поверхні  $Rz = 20$  мкм; практично відсутні усадочні тріщини і розсіяна усадочна пористість. Конструктивні особливості деталі (на-явність великої кількості внутрішніх отворів і порожнин), підвищена точність ливарної форми дозволяють отримати заготовку меншої ваги і більш високої точності в порівнянні з заготовкою, що зроблена на базовому підприємстві.

Виходячи з конструкції деталі застосовуємо лиття в кокіль з вертикальною площиною роз'єму форми по перетину В-В (див. Креслення заготовки і деталі) і отриманням ливарного отвору, вісь якого розташована в площині цього перерізу. Для формування цього отвору використовується металевий стрижень по всій довжині заготовки діаметром 22 мм. У порівнянні з базовим варіантом, заготовка після лиття в кокіль має вагу меншу на величину, що дорівнює добутку обсягу стержня і щільності матеріалу заготовки. Обсяг металу, займаного стрижнем, визначаємо за формулою:

$$V = \frac{(\pi \cdot d^2)}{4} \cdot l = \frac{3.14 \cdot 2.2^2}{4} * 11.5 = 46.69 \text{ см}^3$$

де  $d$ - діаметр стрижня, см;

$l$ - довжина стрижня, см.

Вага цього обсягу металу дорівнює:

$$G = V \cdot \gamma = 46.69 \cdot 266 = 0.116 \approx 0.12$$

де  $\gamma$  - питома вага алюмінійового сплаву, г/см.

Укрупнена вага заготовки отриманої методом лиття в кокіль без урахування ваги металу, займаного стрижнем, дорівнює:

$$G_2 = G_1 - G = 1.3 - 0.12 = 1.18 \text{ кг},$$

де  $G_1$ - вага заготовки за базовим варіантом, кг.

При литті в кокіль виникають додаткові витрати через більш високу вартість оснащення даного способу отримання заготовки, але разом з тим знижуються витрати на метал і вартість подальшої мехобробки.

Для зіставлення двох способів отримання заготовок при попередніх розрахунках в умовах, коли технологічний процес суттєво не змінюється, користуючись рекомендаціями [2] визначаємо собівартість заготовок.

Собівартість заготовки, отриманої литтям в піщано-глинисті форми:

$$C_1 = C_m \cdot G_1 \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_M \cdot K_{II} - (G_1 - q) \cdot C_{отх}$$

де  $C_m$ —ціна 1 кг металу, грн/кг;

$G_1$  - маса заготовки, кг;

$K_m$ - коефіцієнт, що враховує точність заготовки;  $K_T=1$  [2, с. 66 ]

$K_c$  - коефіцієнт, що враховує групу складності;  $K_c=1,1$  [2, с. 67, табл. 4.7 ]

$K_m$  - коефіцієнт, що враховує марку матеріалу ;  $K_m=5,99$ ; [2, с. 66 ]

$K_{II}$ - коефіцієнт, що враховує обсяги виробництва;  $K_{II}=1$  [2, с. 67, табл. 4.7 ]

$q$  - маса готової деталі, кг;

$C_{отх}$  - ціна 1 кг відходів, грн/кг.

Враховуючи це:

$$C_1 = 46 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 5,99 \cdot 1 - (1,3 - 0,9) \cdot 3,68 = 392,548 \text{ грн}$$

Вартість заготовки, отриманої литтям в кокіль:

$$C_2 = C_m \cdot G_2 \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_M \cdot K_{II} - (G_2 - q) \cdot C_{отх}$$

де  $G_2$ - маса заготовки за другим способом її отримання;

$K_m=1$ ;  $K_c=1,20$  [2, с. 67, табл. 4.7 ];  $K_m=5,99$ ;  $K_{II}=0,92$  [2, с. 67, табл. 4.7 ]

$$C_2 = 46 \cdot 1,18 \cdot 1 \cdot 1,20 \cdot 5,99 \cdot 0,92 - (1,18 - 0,9) \cdot 3,68 = 349,92 \text{ грн.}$$



З розрахунків видно, що спосіб лиття в кокіль дорожчий і це буде входити у вартість заготовки, але з урахуванням типу виробництва і економії металу, довговічності ливарної форми і ряду інших показників вартість заготовки менше ніж при більш дешевому способі лиття в піщано-глинисті форми. Тому приймаємо як остаточний варіант-спосіб лиття в кокіль.

Економічний ефект від застосування способу лиття в кокіль складе:

$$\mathcal{E}_{\text{заг}} = (C_1 - C_2) \cdot N_{\text{вып}} = (392,548 - 349,92) \cdot 18000 = 767.3 \text{ грн}$$

### 1.7 Визначення планів обробки поверхонь деталі

З огляду на конструктивні особливості деталі і технічні вимоги на точність поверхонь, точність взаємного розташування і шорсткість її поверхонь, а також користуючись рекомендаціями за технологічними можливостями отримання необхідної точності і шорсткості різними методами обробки [3, с.8,9, табл. 3,4; с. 10,11, табл. 5; с.15. табл. 6] призначаємо плани обробки і зводимо їх в табл. 1.1. На рис. 1 наведена нумерація усіх оброблюваних поверхонь деталі.

#### 1.7.1 Розробка маршруту обробки.

Формування операцій і переходів виробляємо на підставі планів обробки поверхонь деталі, наведених в табл. 1.1. Підбір обладнання проводився з умови забезпечення необхідності виконання усіх оперативних рухів інструменту для процесу формоутворення деталі. У табл. 1.2 наведено маршрутний технологічний процес. Нумерація поверхонь деталі наведена на рис.1. Розміри поверхонь деталі вказані в міліметрах.

#### 1.7.2 Вибір обладнання.

Для реалізації технологічного процесу обробки вибираємо необхідне обладнання. Конструктивною особливістю даної деталі є наявність великої кількості внутрішніх отворів різного функціонального призначення. При порівняно

малих габаритах деталі, наявності досить точних поверхонь обробки, що мають різноманітне розташування в просторі, основну обробку будемо виконувати на верстатах з ЧПК, що істотно скоротить час на зміну інструменту, орієнтацію і установку деталі, а також витрати на оснащення. На операціях 005; 010; 065; 070; 075; 080; 110 обробку виконуємо на верстаті з ЧПК 16K20T1-02, який має досить високу частоту обертів шпінделю  $n_{\max} = 2000$  об/мин, що дозволяє забезпечити високу швидкість різання, що є характерною для обробки алюмінієвих сплавів.

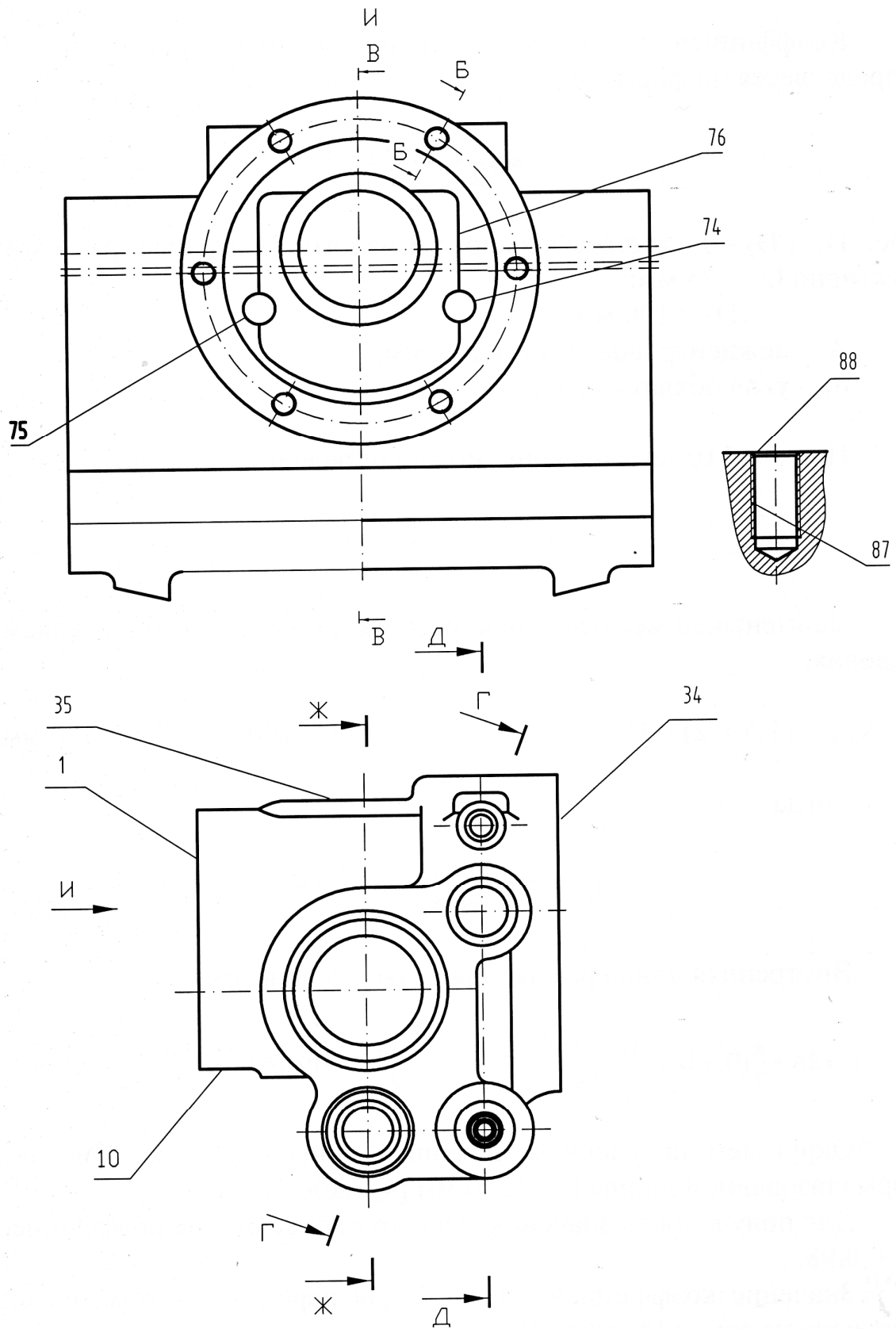


Рисунок 1.1 – Нумерація поверхнею деталі (Лист 1)

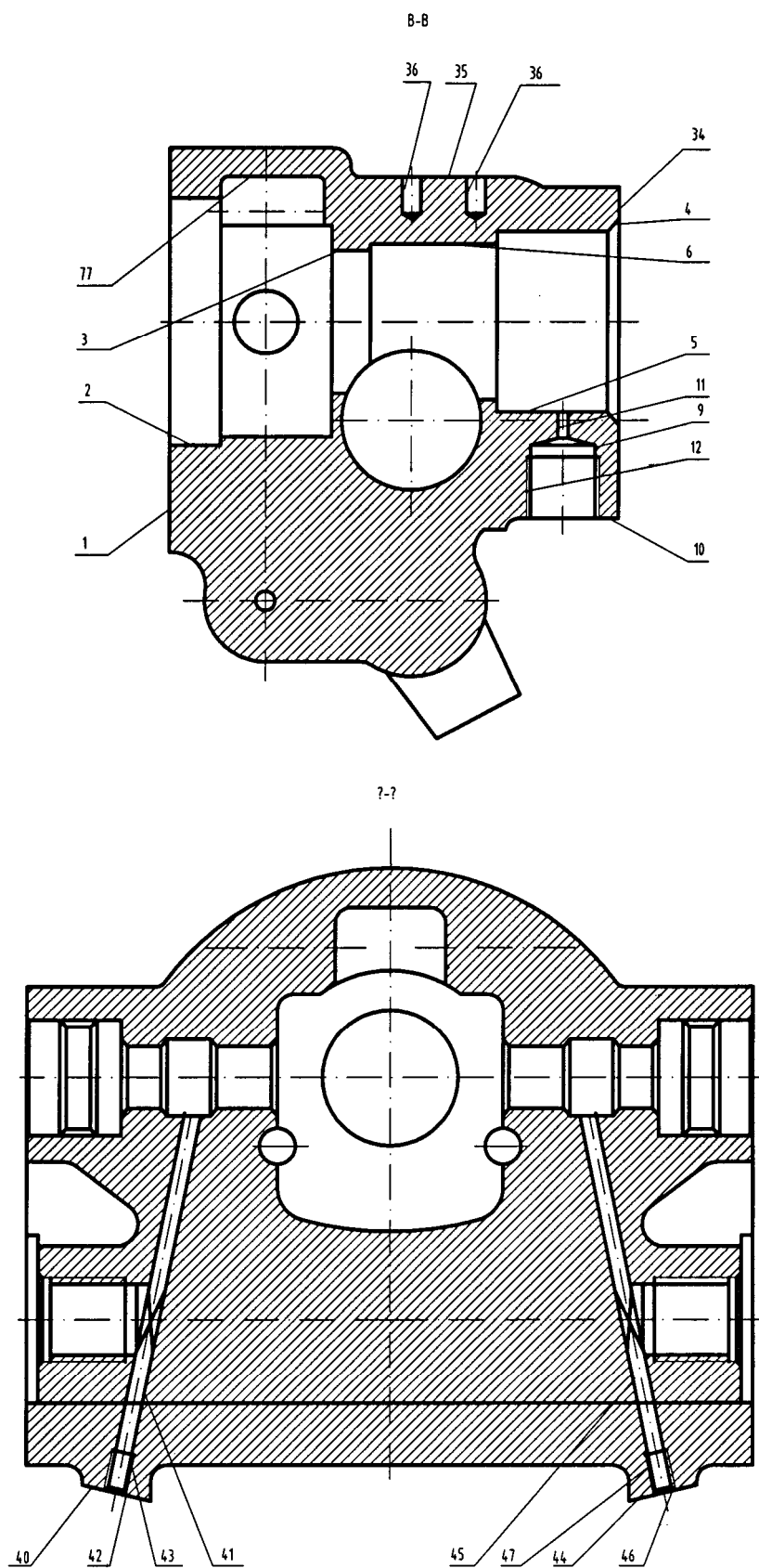
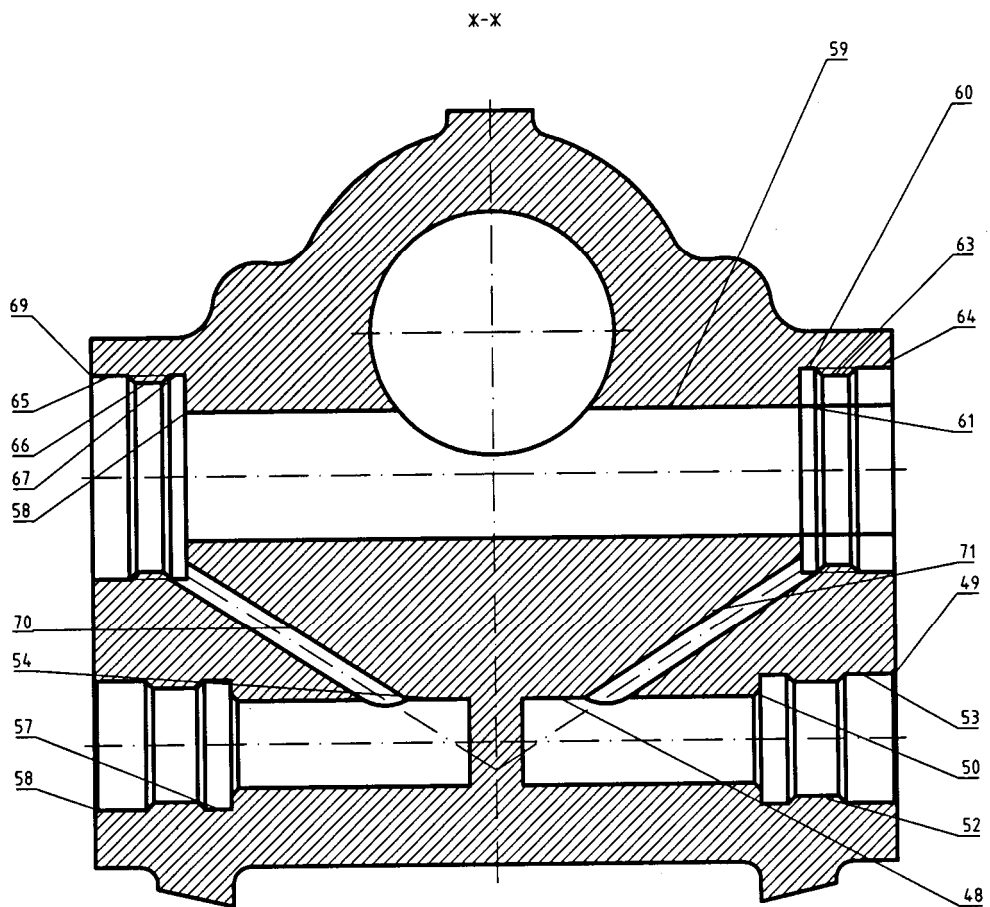
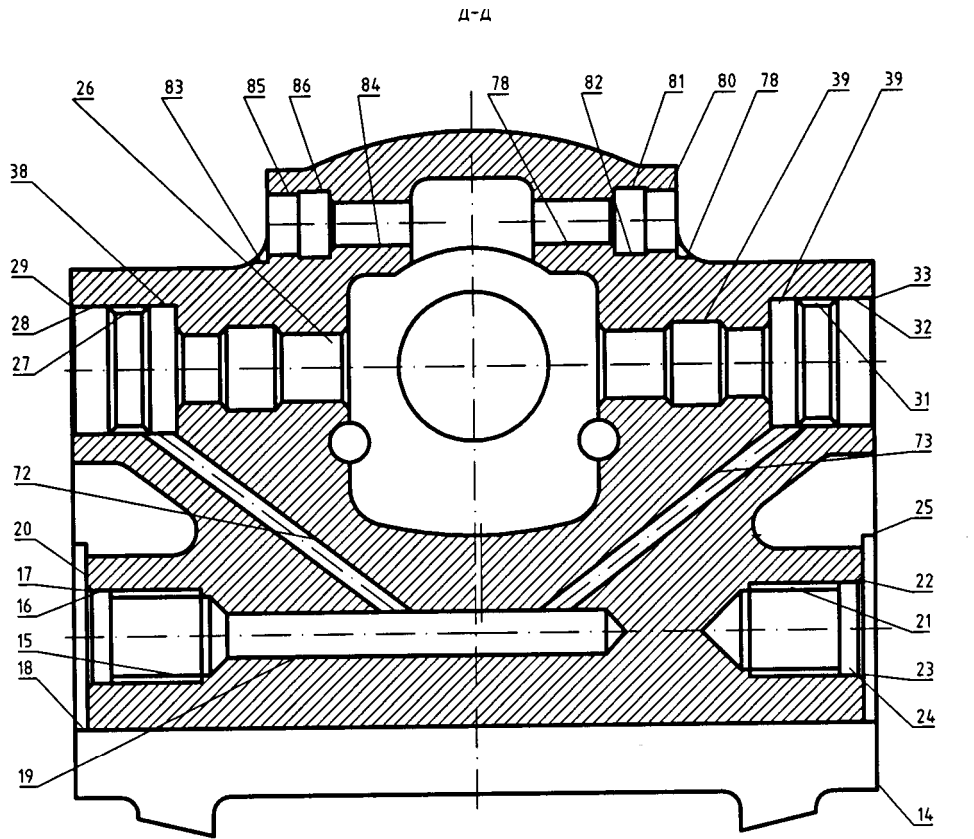


Рисунок 1.1(лист 2) - Нумерация поверхностей детали



Рисунки 11(лист 3) - Нумерация поверхностей детали



Таблиця 1.1 – Плани обробки поверхонь

Номер пов	Вид обробки	Квалітет точності	Шорсткість поверхні, мкм
1	2	3	4
1	Точіння чорнове	14	10
	Точіння напівчистове	11	2,5
	Точіння чистове	7	1,25
2	Свердління	12	10
	Розточування	8	5
3	Точіння	14	5
4	Точіння чорнове	14	20
	Точіння напівчистове	10	10
	Точіння чистове	7	2,5
5	Точіння чорнове	12	20
	Точіння напівчистове	9	10
	Точіння чистове	7	2,5
6	Свердління	12	20
	Розгортання	8	5
7	Зенкування	14	10
8	Свердління	12	20
	Розгортання	8	5
9	Фрезерування торцеве	14	14
10	Свердління	12	20
11	Свердління	12	20
	Розгортання	9	5
	Нарізання різьби	6H	2,5
12	Фрезерування чорнове	13	20
	Фрезерування чистове	9	5
13	Фрезерування чорнове	14	20
	Зенкування чистове	9	5
14	Свердління	12	20
	Розгортання	9	5
	Нарізання різьби	6H	2,5
15	Свердління	12	20
	Зенкування	9	5
16	Зенкування	14	20
17	Свердління	14	20
	Зенкування	9	5
18	Свердління	14	5
19	Зенкування	9	
20	Свердління	12	20
	Розгортання	9	5
	Нарізання різьби	6H	2,5

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
21	Зенкування	14	10
22	Зенкування	12	10
23	Зенкування	12	10
24	Зенкування	12	10
25	Свердління	12	10
	Розточування	8	1,25
26	Свердління	14	20
	Зенкування	10	10
	Розточування	8	5
	Нарізання різьби	6H	1,25
27	Свердління	14	20
	Зенкування	10	5
28	Зенкування	14	5
29	Свердління	12	20
	Зенкування	8	1,25
30	Свердління	14	20
	Зенкування	10	10
	Розточування	8	5
	Нарізання різьби	6H	1,25
31	Свердління	14	20
	Зенкування	10	10
32	Зенкування	14	10
33	Фрезерування	14	20
34	Фрезерування	14	20
35	Свердління	14	20
36	Точіння	12	5
37	Точіння	12	5
38	Точіння	12	5
39	Зенкування	13	10
40	Свердління	14	10
41	Зенкування	13	10
42	Свердління	14	20
	Нарізання різьби	6H	2,5
43	Зенкування	13	10
44	Свердління	14	20
45	Зенкування	13	10
46	Свердління	14	20
	Нарізання різьби	6H	2,5
47	Свердління	14	20
	Розточування	6	1,25



Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
48	Точіння	14	10
49	Точіння	14	10
50	Точіння	12	10
51	Свердління Точіння Нарізання різьби	14 10 6Н	20 10 2.5
52	Свердління Розточування	14 12	20 10
53	Свердління Розточування	14 12	20 10
54	Свердління Розточування	14 12	20 10
55	Свердління Розточування Нарізання різьби	14 12 6Н	20 10 2.5
56	Точіння	12	10
57	Точіння	12	10
58	Свердління Розточування	14 10	20 1.25
59	Точіння	12	10
60	Точіння	12	10
61	Точіння	12	10
62	Свердління Розточування Нарізання різьби	14 10 6Н	20 10 2.5
63	Свердління Розточування	14 10	20 5
64	Свердління Розточування	14 10	20 5
65	Свердління Розточування Нарізання різьби	14 10 6Н	20 10 2.5
66	Точіння	12	10
67	Точіння	14	10
68	Точіння	14	10
69	Свердління	14	20
70	Свердління	14	20
71	Свердління	14	20
72	Свердління	14	20
73	Фрезерование	12	10
74	Фрезерование	12	10
75	Фрезерование	12	10

Продвження таблиці 1.1

1	2	3	4
76	Електроерозійна обробка		
77	Розточування	12	10
78	Свердління	14	20
	Розточування	9	5
	Розгортання	7	2.5
79	Свердління	14	20
	Розточування	10	5
	Нарізання різьби	6Н	2.5
80	Точіння	12	10
81	Точіння	12	10
82	Розточування	12	10
83	Свердління	14	20
	Розточування	11	10
	Нарізання різьби	7	2.5
84	Свердління	14	20
	Розточування	10	10
	Нарізання різьби	6Н	2.5
85	Точіння	12	10
86	Свердління	14	20
	Розточування	10	10
	Нарізання різьби	6Н	2.5
87	Зенкування	14	10

Верстат дозволяє отримати поверхні необхідної точності. Универсальність верстата (можливість виконання обробки в патроні, центрах, план-шайбі, а також нарізування резьб, свердління і т.п.) дозволяє використовувати його для обробки безлічі внутрішніх циліндричних і різьбових отверстий, а також для обробки інших деталей гідроапаратури за недостатнім завантаженням при обробці корпусу. Верстат оснащений позиційною прямокутною системою числового програмного керування, працює в автоматичному режимі, оснащений шестипозиційною багатоінструментальною головкою, дозволяє концентрувати обробку декількох поверхонь на одному верстаті. Верстат має дві керовані координати. Дискретність системи управління при завданні розмірів - 0,005 мм.

На операції 115 для фрезерування отворів з плоским дном (на торці не допускається конус від свердла) обробка ведеться на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6Н10. Швидкість різання, необхідна при фрезеруванні отворів кінцевою фрезою, забезпечується досить високою частотою обертання шпінделя (до

2500об/хв). Переміщення стола (поздовжні до 500мм, поперечні до 160мм, вертикальні до 300мм) дозволяють фрезерувати два отвори на відстані 36мм глибиною 30мм.

Табл.1.2 - Маршрутний технологічний процес

№ операції	Найменування операції	Зміст операції та переходів	Модель обладнання
1	2	3	4
000	Заготівельна		
005	Токарна з ЧПК	Точити торець деталі Точити фаску, расточити отвір $\varnothing 46$	16K20T1-02
010	Токарна з ЧПК	1.Расточити отвір $\varnothing 36.5$ і $\varnothing 35$ точити фаски. Расточити отвори $\varnothing 23$ і $\varnothing 37$ Підрізати торець в розмір $86.5 \pm 0.1$ . Расточити отвір $\varnothing 27$ .	16K20T1-02
015	Вертикально-свердлувальна	1. Сверлити 2 отв. $\varnothing 7.8$ на глибину 19 Розвернути 2 отв. $\varnothing 8$ Зенкерувати 2 фаски $0,5 \times 45^\circ$	2Н118
020	Вертикально-свердлувальна	1. Свердлимо отвір $\varnothing 8.2$ Зенкувати фаску $120^\circ$ по $\varnothing 10 \pm 0.2$ Розвернути отвір $\varnothing 8.45$ Свердлимо отвір $\varnothing 2$ 5. Нарізати різьбу $M10 \times 1,5-6H$ на глибину 10	2Н118
025	Свердлувально-фрезерна з ЧПК	Фрезерувати торець Фрезерувати торець	21105Н7Ф4
030	Свердлувально-фрезерна з ЧПК	1. Фрезерувати торець. 2.Центрувати отвір $\varnothing 3.15$ 3.Свердлимо отвір $\varnothing 10^{+0,43}$ на $h = 17^{1,0}$ 4. Свердлимо отвір $\varnothing 5^{+0,16}$ на $h=53$ 5.Зенкувати отвір $\varnothing 15^{+0,24}$ на $h=2 \pm 0.2$ 6.Зенкувати отвір $\varnothing 12,5^{+0,12}$ на $h=3 \pm 0.2$ 7. Розвернути отвір $\varnothing 10,95$ Нарізати різьбу $M12 \times 1-5H6H$ на $h=3 \pm 0.2$	21105Н7Ф4

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
		9. Центрувати отвір $\varnothing 3.15$ 10. Свердли́ти отвір $\varnothing 11,5^{+0,43}$ 11. Свердли́ти отвір $\varnothing 14,5^{+0,43}$ на $h=16.5\pm 0.4$ 12. Зенкувати фаску $60^\circ$ по $\varnothing 18^{+0,24}$ 13 Зенкувати отвір $\varnothing 17^{+0,035}$ на глибину $7\pm 0,2$ 14. Зенкувати отвір $\varnothing 14.7^{+0,07}$ 15. Розгорнути отвір $\varnothing 12^{+0,035}$ 16. Розгорнути отвір $\varnothing 14.95^{+0,027}$ 17. Нарізати різьбу M16x1-5H6H на глибину $8\pm 0.5$	
035	Свердлувально-фрезерна з ЧПК	1. Фрезерувати торець. 2. Центрувати отвір $\varnothing 3.15$ 3. Свердли́ти отвір $\varnothing 10^{+0,43}$ на $h = 17^{1,0}$ 4. Свердли́ти отвір $\varnothing 5^{+0,16}$ на $h=53$ 5. Зенкувати отвір $\varnothing 15^{+0,24}$ на $h=2\pm 0.2$ 6. Зенкувати отвір $\varnothing 12,5^{+0,12}$ на $h=3\pm 0.2$ 8. Розгорнути отвір $\varnothing 10,95$ 9. Нарізати різьбу M12x1-5H6H на $h=3\pm 0.2$ 9. Центрувати отвір $\varnothing 3.15$ 12. Свердли́ти отвір $\varnothing 11,5^{+0,43}$ 13. Свердли́ти отвір $\varnothing 14,5^{+0,43}$ на $h=16.5\pm 0.4$ 12. Зенкувати фаску $60^\circ$ по $\varnothing 18^{+0,24}$ 13. Зенкувати отвір $\varnothing 17^{+0,035}$ на глибину $7\pm 0,2$ 14. Зенкувати отвір $\varnothing 14.7^{+0,07}$ 18. Розгорнути отвір $\varnothing 12^{+0,035}$ 19. Розгорнути отвір $\varnothing 14.95^{+0,027}$ 20. Нарізати різьбу M16x1-5H6H на глибину $8\pm 0.5$	
		1.	

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
040	Свердлувально-фрезерна з ЧПК	2. Фрезерувати дві поверхні шириною 16 2. Свердлити два отвори $\varnothing 2$ на глибину $25 \pm 0,4$	21105H7Ф4
045	Токарно-гвинторізна	1. Точити канавку шириною $3 \pm 0,2$ по $\varnothing 17$ 2. Точити канавку шириною $4 \pm 0,1$ по $\varnothing 13$	16K20
050	Токарно-гвинторізна	1. Точити канавку шириною $3 \pm 0,2$ по $\varnothing 17$ 2. Точити канавку шириною $4 \pm 0,1$ по $\varnothing 13$	16K20
055	Свердлувально-фрезерна з ЧПК	1. Зенкувати торець виступу 2. Свердлити глухий отвір $\varnothing 3,3$ на глибину 71 3. Зенкувати отвір $\varnothing 3,35$ на глибину $8 \pm 0,2$ 4. Нарізати різьбу $M4 \times 0,75 \times 6H$ на h 7	21105H7Ф4
060	Свердлувально-фрезерна з ЧПК	1. Зенкувати торець виступу 2. Свердлити глухий отвір $\varnothing 3,3$ на глибину 71. 3. Зенкувати отвір $\varnothing 3,35$ на h $8 \pm 0,2$ 4. Нарізати різьбу $M4 \times 0,75 \times 6H$ на h 7	21105H7Ф4
065	Токарна з ЧПК	1. Свердлити отвір $\varnothing 11$ на глибину $47 \pm 0,5$ 2. Розточити за контуром внутрішні стінки трьох отворів 3. Точити дві фаски по $\varnothing 21$ и $\varnothing 22,5$	16K20T1-02
070	Токарна з ЧПК	2. Свердлити отвір $\varnothing 11$ на глибину $47 \pm 0,5$ 3. Розточити за контуром внутрішні стінки трьох отворів 4. Точить две фаски по $\varnothing 21$ та $\varnothing 22,5$ 5. Точити внутрішню канавку шириною 5мм на $\varnothing 20,5$ 6. Точить внутренню різьбу $M20 \times 1,5-5H6H$	16K20T1-02

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
075	Токарна з ЧПК	1. Свердлити отвір $\varnothing 25$ 2. Розточити отвір за контуром 3. Точити канавку шириною $3 \pm 0.2$ на $\varnothing 36.5$ 4. Точити фаску $120^\circ$ по $\varnothing 26.5$ 5. Точити внутрішню різьбу M36 $\times$ 1.5-5H6H на довжині 8.5мм.	16K20T1-02
080	Токарна з ЧПК	1. Свердлити отвір $\varnothing 25$ 2. Розточити отвір за контуром 3. Точити канавку шириною $\pm 0,2$ по $\varnothing 36.5$ 3. Точити фаску $120^\circ$ по $\varnothing 26.5$ 4. Точити внутрішню різьбу M36 $\times$ 1.5-5H6H на довжині 8.5мм.	16K20T1-02
085	Вертикально-свердлувальна	1. Свердлити глибокий наклонний отвір $\varnothing 3.5$	2H118
090	Вертикально-свердлувальна	1. Свердлити глибокий наклонний отвір $\varnothing 3.5$ з іншого боку деталі	2H118
095	Вертикально-свердлувальна	1. Свердлити наклонний отвір $\varnothing 3.5$	2H118
100	Вертикально-свердлувальна	1. Свердлити наклонний отвір $\varnothing 3.5$ з іншого боку деталі	2H118
105	Вертикально-свердлувальна	1. Свердлити отвір $\varnothing 3.5$ h = 30мм	2H118
110	Токарна з ЧПК	1 Підрізати торець, витримавши розмір $17 \pm 0,1$ 2. Розточити отвір $\varnothing 48$ h = $8.5 \pm 0.1$ . 3. Точити фаску $120^\circ$ по $\varnothing 49$	16K20T1-01
115	Вертикально-фрезерна	1. Фрезерувати два отвори $\varnothing 7$ h=30мм	6H10
120	Свердлувально-фрезерна з ЧПК	1. Фрезерувати внутрішню вибірку за контуром на глибину 19,5мм.	
125	Електроерозійна	1. Пропалити внутрішній паз глибиною 4мм и шириною $15 \pm 0,4$ мм	46722Б

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
130	Токарно-гвинторізна	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розточити отвір <math>\varnothing 13</math> з піфдрізан-ням торця</li> <li>2. Свердлити отвір <math>\varnothing 6</math> до виходу до пазу</li> <li>3. Розточити отвір <math>\varnothing 6</math></li> <li>4. Розточити канавку шириною <math>3\pm 0,2</math> по діаметру 12.5</li> <li>5. Розточити отвір під різьбу M12×1,5-5H6H.</li> <li>6. Точити фаску под різьбу</li> <li>7. Розгорнути отвір <math>\varnothing 6</math></li> <li>8. Нарізати різьбу M12×1,5-5H6H.</li> <li>9. Калібрувати різьбу</li> </ol>	
135	Токарно- гвин-торізна	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розточити отвір <math>\varnothing 13</math> з підрізкою торця</li> <li>2. Свердлити отвір <math>\varnothing 6</math> до виходу до пазу</li> <li>3. Розточити отвір <math>\varnothing 6</math></li> </ol>	
135	Токарно- гвин-торізна	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розточити канавку шириною <math>3\pm 0,2</math> по діаметру 12.5</li> <li>4. Расточить отверстие под резьбу M12×1,5-5H6H</li> <li>5. Точити фаску під різьбу</li> <li>6. Розгорнути отвір</li> <li>7. Нарізати різьбу M12×1,5-5H6H.</li> <li>9. Калібрувати різьбу</li> </ol>	16K20
140	Вертикально-сверлильная	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Свердлити 8 отворів <math>\varnothing 4</math> мм.</li> <li>2. Розгорнути 8 отворів <math>\varnothing 4,2</math></li> <li>3. Зенкувати <math>120^\circ</math> на глибину 0,5</li> </ol>	2H118
145	Резьбонарезная	Нарізати різьбу в 8 отворах (M5×0,8-5H6H) h=8,5	P130
150	Слесарная	Притерти торці до виведення подряпин, забоїн, вм'ятин в межах допуску	Плита при-тирочна
155	Миечна	Промити деталь	M750
160	Электрохімічна	Виконати електрохімічну обробкув-нутрішніх порожнин	
165	Контрольна		
170	Анодування	Виконати покриття в хромо-нікелевому розчині	

На операціях 025; 030; 035; 040; 035; 055; 060; 120 обробка ведеться на свердлильно-фрезерному верстаті з ЧПК моделі 21105Н7Ф4. На цьому верстаті може проводитися свердління, зенкування, нарізування різьблення мітчиками, а також напівчистове і чистове прямолінійне і контурне фрезерування. На верстаті можливе розточування отворів і канавок в них. При цьому програмуються координатні переміщення столу і шпиндельної бабки, швидкості переміщення, частоти обертання шпинделя, зміна інструменту. Станок забезпечений багатоінструментальним магазином, в якому розміщується до 20 інструментів. Час зміни інструменту 'від різку до різку' становить 12с. Дискретність завдання лінійних переміщень по трьох координатах становлять 0.001мм. У верстаті використовується пристрій ЧПУ, який дозволяє робити керування трьома координатами, причому при круговій інтерполяції - двома (а при лінійній-трьома) одночасно. Насосна установка верстата дозволяє використовувати пристосування, які в якості робочої рідини використовують масло.

На операціях 045; 050; 130; 135 обробка деталі проводиться на токарно-гвинторізний верстаті моделі 16К20, що забезпечує високу швидкість різання і точність. Верстат універсальний і дозволяє виробляти обробку деталей в центрах, патроні, план-шайбі, цанзі. Крім точіння можуть виконуватися операції свердління, нарізування різьблення.

На операціях 015; 020; 085; 090; 100; 105; 140 обробка ведеться на настільно-свердлильні верстати моделі 2Н118 з максимальним діаметром свердління 18мм. Максимальна частота обертання шпинделя 2800 об / хв дозволяє вести обробку отворів малого діаметра з розрахунковими режимами, а хід сверлильної головки 300мм дозволяє проводити обробку глибоких отворів.

На операції 115 для фрезерування отворів з плоским дном (на торці не допускається конус від свердла) обробка ведеться на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6Н10. Швидкість різання, необхідна при фрезеруванні отворів кінцевий фрезою, забезпечується досить високими оборотами обертання шпинделя (до 2500об / хв). Переміщення столу (поздовжні до 500мм, поперечні до 160мм,



вертикальні до 300мм) дозволяють фрезерувати два отвори на відстані 36мм глибиною 30мм.

На операції 145 при нарізанні різьби в 8 отворах після попередньої обробки отворів під різьбу обробку ведемо на різьбонарізному верстаті моделі P130.

### 1.8 Розрахунок і визначення припусків, допусків на заготовку і міжопераційний розміри

#### 1.8.1 Аналітичний розрахунок припусків на поверхню обертання.

Розраховуємо припуск на обробку отвору  $\varnothing 37H7 (37^{+0,027})$ . Технологічний маршрут обробки отвору складається з чорнкової, напівчистої і чистої токарних операцій. Результати розрахунків зводимо в таблицю 1.3.

Сумарне значення  $R_z$  і  $h$ , що характеризують якість литих заготовок, становить 200 і 100 мкм відповідно до табл. 10.3 [3]. Після першої технологічної операції глибина дефектного шару становить  $h = 50$  мкм,  $R_z = 50$  мкм. Після другої технологічної операції  $h = 30$  мкм,  $R_z = 30$  мкм, після третьої-  $R_z = 3$  мкм.

Сумарні просторові відхилення визначаються за формулою:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}$$

де  $\rho_{кор}$  - викривлення заготовки від дії температурних деформацій, мкм;

$\rho_{см}$  - величина зміщення ливарних форм, мкм.

Величина викривлення на діаметр отвору визначається за формулою:

$$\rho_{1кор} = \Delta_k d = 0,85 \cdot 37 = 31,95 \text{ мкм},$$

де  $\Delta_k$  – питома викривлення, мкм / мм, яке згідно табл. 4. 29 [4]

дорвноює 0,7 ... 1 мкм / мм;  $\Delta_k = 0,85$  мкм / мм;

d- діаметр отвору, мм.

Величина викривлення на довжину отвору:

$$\rho_{11кор} = \Delta_k \ell = 0,85 \cdot 24 = 20,4 \text{ мкм},$$

де  $\ell$ - довжина отвору.

Викривлення заготовки дорівнюватиме:

$$\rho_{кор} = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{кор}^2} = \sqrt{31.95^2 + 20.4^2} = 37.9 \text{ мкм}$$

При визначенні  $\rho_{см}$  слід брати до уваги точність розташування базових поверхонь, що використовуються в прийнятій схемі установки, відносно оброблюваної в цій установці поверхні.

Для даної схеми величина зміщення ливарних форм становить:

$$\rho_{см} = \delta_{отв}/2 = 0,8./2 = 0,4 \text{ мм}$$

де  $\delta_{отв}$  - допуск на розмір отвору, мм.

Сумарні просторові відхилення:

$$\rho_3 = \sqrt{37.9^2 + 400^2} = 401.8 \text{ мкм}$$

Залишкові просторові відхилення при чорновому розточуванні:

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho_3 = 0,06 \cdot 401,8 = 24,1 \text{ мкм}$$

Похибка установки визначається з виразу :

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ мкм}$$

де  $\varepsilon_6$  - похибка базування, мкм;

$\varepsilon_3$ - похибка закріплення, мкм.

Згідно табл. 4.33 [4] похибка базування визначається за формулою:

$$\varepsilon = \frac{\delta_B}{2 * \sin \frac{\alpha}{2}}$$

де  $\delta_B$ - допуск на діаметр, за яким деталь встановлюється в прилад.

Приймаємо  $\delta_6 = 0,87$  [4, табл. 4.34]

$$\varepsilon_6 = 0,87/2 \cdot \sin 120^\circ/2 = 0.502 \text{ мм} = 502 \text{ мкм.}$$

Приймаємо  $\varepsilon_3 = 0,35$  [4, табл. 4.34]

$$\varepsilon_1 = \sqrt{0.502^2 + 0.35^2} = 0.612 \text{ мкм} = 612 \text{ мкм.}$$

Мінімальне значення міжопераційного припуску:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) = 2 \cdot (200 + 100 + \sqrt{401.8^2 + 612^2}) = 2 \cdot 1032.1 \text{ мкм}$$

При другій операції (напівчистове точіння) похибка просторових відхилень дорівнюватиме:

$$\rho_1 = 0,05 \cdot 401,8 = 20,9 \text{ мкм}$$

Згідно табл. 4.34 [4] приймаємо  $\varepsilon_3 = 0,15 \text{ мм}$  (150мкм) і розраховуємо

$$\varepsilon_B = \frac{\delta}{2 * \sin \frac{120}{2}} = \frac{100}{2 * 0.866} = 57.7 \text{ мкм}$$

Тоді похибка установки дорівнюватиме

$$\varepsilon_3 = \sqrt{57.7^2 + 150^2} = 160.7 \text{ мкм}$$

Мінімальне значення межопераційного припуску дорівнює:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{24.1^2 + 160.7^2}) = 2 \cdot 262.5 \text{ мкм}$$

Для третьої технологічної операції (чистового точіння) величина осту-точних просторових відхилень визначається аналогічно наведеної вище методикою:

$$\rho_1 = 0,04 \cdot \rho_3 = 0,04 \cdot 401,8 = 10,1 \text{ мкм}$$

Таблиця 1.3. Розрахунок припусків, допусків і проміжних розмірів по технологічним операціям оброблення отвору  $\varnothing 37H7$

Елементарна поверхня деталі та технологічний маршрут її обробки	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$	Розр. номінальний розмір, мм	Допуск на виготовлення $T_d$ , мм	Прийняті(округлені) розміри за переходами		Одержані граничні припуски, мм	
	Rz	H	$\rho$	$\varepsilon$				$D_{\text{бшт}}$	$d_{\text{max}}$	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка лиття	200	100	401,8	-			800	34,25	35,05		
Точіння чорнове	50	50	24.1	612	$2*1032.1$	34	620	36.31	36.3	2.064	2.24
Точіння напівчистове	30	30	20	160.7	$2*262.6$	36,5	100	36.84	36.94	0.533	1.05
Точіння чистове	3	-	16.1	0	$2*80.9$	37	25	37	37.025	0.162	0.24
										2,789	3,53

Перевірка:  $2*Z_{\min} - 2*Z_{\max} = T_{d3} - T_{d4} = 800 - 25 = 775$  мкм

Похибка базування дорівнює нулю, тому що напівчистова і чистове токарні операції виконуються з однієї установки деталі.

### 1.8.2 Аналітичний розрахунок припусків на обробку плоскої поверхні.

Технологічний маршрут обробки площини 14 (рис1.1) складається з двох операцій: чорнового і чистового фрезерування. Остаточний розмір  $112 \pm 0,1$  мм. Сумарне значення  $R_a$  і  $h$  для ливарних алюмінієвих сплавів становить 200 і 100 мкм згідно з таблицею 10 [3].

Сумарне значення просторових відхилень поверхні при обробці площини деталі, яка встановлюється на пальці і плоскість, перпендикулярну оброблюваній, вибираємо з табл. 4.28 [4]. Ці похибки дорівнюють:

$$\rho = \rho_{\text{кор}}$$

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot L / 2 = 0,85 \cdot 112 / 2 = 47,6 \text{ мкм}$$

де  $\Delta_k$  - питома кривизна литих заготовок 0,7 ... 1,0 мкм / мм; приймаємо

$$\Delta_k = 0,85.$$

$L$  - довжина оброблюваної поверхні, мм.

Похибка установки заготовки на виконуваний операції визначається за формулою:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2},$$

але  $\varepsilon_{\text{пр}} = 0$ , тому що це систематична похибка і її можна компенсувати на більшій партії деталей.

Похибка базування виникає за рахунок перекосу заготовки під час установки деталі на пальці пристосування через наявність зазорів між стінками отвору і установочними пальцями. Найбільший зазор

$$S_{\text{max}} = \delta_A + \delta_B + S_{\text{min}},$$

де  $\delta_A$  - допуск діаметра посадкового пальця, мм;

$\delta_B$  - допуск на діаметр отвору, мм;

$S_{\text{min}}$  - мінімальний зазор між діаметром встановлювального пальця

і діаметром отвору деталі:

$$S_{\min} = d_{\min \text{омс}} - d_{\max n} = 8,0 - 7,987 = 0,013 \text{ мм}$$

$$S_{\max} = 0,009 + 0,009 + 0,013 = 0,031 \text{ мм}$$

Найбільший кут повороту заготовки на штирях визначається з формули:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_{\max}}{L} = \frac{0,031}{60} = 0,00516$$

Похибка базування заготовки на довжині обробки:

$$\varepsilon_{\ddagger} = L \cdot \operatorname{tg} \alpha = 112 \cdot 0,0056 = 0,0576 \text{ " " } \approx 58 \text{ " } \ddot{h}$$

Похибка закріплення вибираємо з табл. 4.37 [4];  $\varepsilon_s = 70 \text{ мкм}$ .

Тоді похибка установки буде дорівнювати:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{58^2 + 70^2} = 90,9 \text{ мкм}$$

Величина міжопераційних припусків на плоску поверхню торця деталі приведена в табл. 1.4.

Припуски для обробки інших поверхонь деталі визначаємо табличним методом і після цього призначаємо розміри обробки на кожній операції. У технологічному процесі вказані розміри поверхонь обробки і допуски на них на кожній операції.

### 1.9 Розрахунок режимів різання

Визначення режимів різання табличним методом для операції 005 (токарна).

Перехід 1. Уривок торця деталі підрізним різцем (ВК8). Глибина різання  $t = 2$  мм. За табл 26 [5] вибираємо подачу:

$$S_T = 0,55 \text{ мм}$$

Реальне значення подачі залежить від умов, в яких буде вироб-водиться обробка деталі:

$$S = S_T \cdot K_{sn} \cdot K_{su} \cdot K_{sf} \cdot K_{sz} \cdot K_{sж} \cdot K_{sm}$$

де  $S_T$  - табличне значення подачі, мм.об;

$K_{sn}$  - коефіцієнт, що враховує вплив стану оброблюваної поверхні;

$K_{su}$  - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу ріжучої частини інструменту;

$K_{sf}$  - коефіцієнт, що враховує вплив форми оброблюваної поверхні;

$K_{sz}$  - коефіцієнт, що враховує вплив загартування;

$K_{sjc}$  - коефіцієнт, що враховує вплив жорсткості технологічної системи;

$K_{sm}$  - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу деталі.

З табл. 30 [5, с.239] вибираємо:  $K_{sn}=0,8$ ;  $K_{su}=1,0$ ;  $K_{sf}=1,0$ ;  $K_{sz}=0,8$ ;

$K_{sjc}=0,73$ ;  $K_{sm}=1,25$ .

$$S=0.55 \cdot 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.8 \cdot 0.73 \cdot 1.25=0.147 \approx 0.15 \text{ мм/об};$$

Таблиця 1.4. Розрахунок припусків, допусків і проміжних розмірів за технологічними операціями  
обробки торця (площину 14).

Елементарна поверхня деталі и технологічний маршрут її обробки	Елементи припуска, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$	Розрахунковий номінальний розмір $2Z_{\max}$	Допуск на виготовлення $T_d$ , мм	Прийняті (округлені) розміри по переходах		Отримані граничні припуски, мм	
	Rz	H	$\rho$	$\epsilon$				$D_{\text{вшт}}$	$d_{\max}$	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка лиття	200	100	47,6	-	-	-	1600	112,49	114,09		
Фрезерування чорнове	50	50	2,9	90,9	402,6	112,5	630	112,9	112,72	1,373	0,403
Фрезерування чистове	15	15	2,4	90,9	190,9	112,1	200	111,9	112,1	0,621	0,191
										1,994	0,594

Перевірка :  $\sum Z_{\min} - \sum Z_{\max} = T_{d3} - T_{d4} = 1600 - 200 = 1400$  мкм



де  $V_T$  - табличне значення швидкості різання, м / хв.;

$K_{vm}$  - коефіцієнт, що враховує вплив властивості матеріалу деталі;

$K_{vi}$  - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу ріжучої частини інструменту;

$K_{v\varphi}$  - коефіцієнт, що враховує вплив головного кута в плані;

$K_{vT}$  - коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту;

$K_{vж}$  - коефіцієнт, що враховує вплив жорсткості технологічної системи;

$K_{vm}$  - коефіцієнт, що враховує вплив стану оброблюваної поверхні;

$K_{vo}$  - коефіцієнт, що враховує вплив охолодження.

З табл. 32 [5, с. 241] находимо  $V_T=240$  м/хв.;  $K_{vm}=1,0$ ;  $K_{vi}=1,0$ ;  $K_{vж}=1,0$ ;  $K_{v\varphi}=0,83$ ;  $K_{vT}=1,05$ ;  $K_{vm}=0,85$ ;  $K_{vo}=1,1$ .

$$V=240 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.83 \cdot 1.05 \cdot 1.0 \cdot 0.85 \cdot 1.1=143.1 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертів шпінделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 143.1}{3.14 \cdot 70} = 651.04 \text{ об / хв}$$

Прийmemo за паспортом токарного верстата СЧПУ 16К20Т1-02 стандартну частоту обертання  $n = 630$  об / хв. Швидкість різання  $V = 138.5$  м / хв.

За аналогічною методикою визначаємо режими різання табличним методом для всіх токарних операцій і результати розрахунків наводимо в технологічному процесі.

1.10 Визначення режимів різання на переходи свердління, розгортання і різьбонарізання для свердлильно-фрезерних операцій.

На переходах 2 і 9 операцій 030 проводиться обробка центрових отворів діаметром 3,15 мм центрувальним свердлом. Матеріал ріжучої частини свердла

P6M5. Глибина різання  $t = 1.575$  мм. Подача при свердлінні визначається за формулою:

$$S_o = S_{oT} \cdot K_{Sl} \cdot K_{Sжс} \cdot K_{Su} \cdot K_{Sd} \cdot K_{Sm}$$

де  $S_{om}$ - табличне значення осьової подачі, мм / об;

$K_{Sl}$ - коефіцієнт, що враховує вплив глибини подачі;

$K_{Sжс}$ - коефіцієнт, що враховує вплив жорсткості технологічної системи;

$K_{Su}$ - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу ріжучого інструменту;

$K_{Sd}$ - коефіцієнт, що враховує тип оброблюваного відкритися (наскрізне, глухе);

$K_{Sm}$ - коефіцієнт, що враховує вплив оброблюваного матеріалу.

Осьову подачу  $S_{oT} = 0,06$  мм / об вибираємо по табл. 64 [5, с. 267].

Коефіцієнти вибираємо по табл. 65 [5, с. 267].

$$K_{Sl}=1,0; K_{Sжс} = 1,0; K_{Su} = 1,0; K_{Sd}= 0,5; K_{Sm}=2,7.$$

$$S_o=0.06 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.5 \cdot 2.7=0.08 \text{ мм/об}$$

Швидкість різання визначаємо за формулою

$$V=V_T \cdot K_{vM} \cdot K_{vH} \cdot K_{vd} \cdot K_{vT} \cdot K_{vl} ,$$

де  $V_T$ - табличне значення швидкості різання, м / хв;

$K_{vM}$ - коефіцієнт, що враховує вплив оброблюваного матеріалу;

$K_{vH}$ - коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу;

$K_{vd}$ - коефіцієнт, що враховує вплив типу отвори (наскрізне, глухе);

$K_{vT}$ - коефіцієнт, що враховує вплив стійкості інструменту;

$K_{vl}$ - коефіцієнт, що враховує вплив довжини свердління.

Обираємо з табл. 68 [5, с. 269] табличне значення швидкості різання

$$V_T = 68 \text{ м / хв};$$

З табл. 1 [5, с.17] обираємо  $K_{vm}=1.1$ ; з табл. 67[5, с.271] обираємо  $K_{vi} = 0.91$ ;  $K_{vd}=0,9$ ;  $K_{vt}= 0,75$ ;  $K_{vl}=1.0$ .

$$V= 68 \cdot 1.0 \cdot 0.91 \cdot 0.9 \cdot 0.75 \cdot 1.0 = 45.9 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 45.9}{3.14 \cdot 3.15} = 4638.2 \text{ об / хв.}$$

Верстат фрезерний з ЧПУ 21105Н7Ф4 має найбільшу частоту обертання  $n = 2000$  об / хв. При такій частоті обертання дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 3.15 \cdot 2000}{1000} \approx 19.8 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Аналогічним чином визначаються режими різання для всіх операцій свердління технологічного процесу.

На переході 7 проводиться розгортання отвору  $\varnothing 10,95$  мм. Матеріал ріжучої частини спеціальної розгортки Р6М5.

Значення осьової подачі при розгортанні визначається за формулою:

$$S_o = S_{от} \cdot K_{sl} \cdot K_{sm}$$

де  $S_{от}$ - табличне значення вісьової подачі, мм/об;

$K_{sl}$ - коефіцієнт, що враховує вплив глибини обробки;

$K_{sm}$ - коефіцієнт, що враховує вплив оброблюваного матеріалу.

Осьову подачу  $S_{от} = 0,074$  мм / об вибираємо з табл. 86 [5, с. 285].

Коефіцієнти вибираємо з табл. 86 [5, с. 285].  $K_{sl}=1.0$ ;  $K_{sm}=1.62$ .

$$S_o = 0.074 \cdot 1.0 \cdot 1,62 = 0.1 \text{ мм/об}$$

Швидкість різання визначаємо за формулою

$$V = V_T \cdot K_{VM} \cdot K_{VD} \cdot K_{VI} \cdot K_{VT} \cdot K_{VN} \cdot K_{VO} ,$$

де  $V_T$ - табличне значення швидкості різання, м / хв;

$K_{VM}$ - коефіцієнт, що враховує вплив оброблюваного матеріалу;

$K_{VD}$ - коефіцієнт, що враховує вплив типу отвори (наскрізне, глухе);

$K_{VI}$ - коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу;

$K_{VT}$ - коефіцієнт, що враховує вплив стійкості інструменту;

$K_{VN}$ - коефіцієнт, що враховує вплив довжини свердління;

$K_{VO}$ - коефіцієнт, що враховує вплив охолодження;

Вибираємо по табл. 31 [5, с. 17, табл.1] табличне значення швидкості різання  $V_T = 31$ . м/мин;

По табл. 1 [5, табл.1] обираємо  $K_{VM}=1.1$ ; по табл. 76 та 89[5, с.287] обираємо  $K_{VI} = 0.81$ ;  $K_{VD}=1,0$ ;  $K_{VT} = 0,7$ ;  $K_{VN}=1.0$ ;  $K_{VO} = 1,2$ .

$$V = 31 \cdot 1.1 \cdot 1.0 \cdot 0.81 \cdot 0.7 \cdot 1.0 \cdot 1.2 = 23.2 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 23.2}{3.14 \cdot 10.95} = 671.4 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Приймаємо найближчу по верстату стандартну частоту обертання шпинделя  $n = 630$  об / хв. Дійсна швидкість різання при розгортанні буде:

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 10.95 \cdot 630}{1000} = 21.7 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

На переході 8 нарізається мітчиком різьблення М12×1-5Н6Н. Глибина різання  $t=0.55$ мм.

Подача мітчика дорівнює кроку різьблення  $S = 1$  мм/об. Швидкість різання визначається за формулою:

$$V = V_T \cdot K_{VD} \cdot K_{VI} = 12 \cdot 1,0 \cdot 0,75 = 8,5 \text{ м/мин,}$$

де  $V_T$ - табличне значення швидкості різання, м / хв;

$K_{VD}$ - коефіцієнт, що враховує вплив типу отвори (наскрізне, глухе);

$K_{ви}$ - коефіцієнт, що враховує вплив інструментального ма-ла;

Частота обертання інструменту:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 8.5}{3.14 \cdot 12} = 221.5 \frac{об}{хв}.$$

Приймаємо найближчу по верстату частоту обертання  $n = 200$  об / хв.

Висновок мітчик з отвору виробляємо на частоті обертання  $n = 400$  об / хв.

Дійсна швидкість різання:

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 12 \cdot 200}{1000} = 7.5 \frac{м}{хв}.$$

Аналогічно обираємо режими різання для всіх різенарізальних операцій.

### 1.10.3. Аналітичний розрахунок режимів різання для операцій фрезерування і зенкування.

На переході 1 (операції 030, 035) виконується фрезерування торців (пов. 13,14-рис.1.1). Інструмент - фреза торцева 2214-0153 ГОСТ 9473-80. Діаметр фрези 100 мм, число зубів  $z = 10$ . Матеріал ріжучої частини - твердий сплав ВК8.

Глибина різання  $t = 0.5$  мм. За табл.38 [4, с.285] приймаємо подачу на зуб  $S_z = 0.096$  мм / зуб.

Розрахункове значення швидкості різання:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} K_v \quad м/хв,$$

де  $C_v$  коефіцієнт швидкості, що характеризує властивості матеріалу деталі та інструменту;

$m, x, e, u, p, q$  - показники ступеня при розрахункових параметрах;

$T$  - стійкість інструменту, хв;

$t$  - глибина різання, мм;

$S$  - подача на зуб, мм/зуб;

$B$  - ширина фрезерування, мм;

$z$  - число зубів фрези;

$K_v$ - комплексний коефіцієнт, що враховує вплив умов оброблення.

$$K_v = K_{\mu v} \cdot K_{n v} \cdot K_{u v},$$

де  $K_{\mu v}$ - коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу;

$K_{n v}^*$ - коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки;

$K_{u v}$ , - коефіцієнт, що враховує матеріал ріжучої частини інструменту

Згідно з довідковими даними [5, с.286-290] визначаємо все необхідні розрахункові параметри і визначаємо швидкість різання:

$$v = \frac{185.5 \cdot 100^{0.45}}{100^{0.33} \cdot 0.5^{0.3} \cdot 0.096^{0.2} \cdot 85^{0.1} \cdot 10^{0.11}} \cdot 0.8 \cdot 0.9 \cdot 2.7 = 613.7 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання інструменту:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 613.7}{3.14 \cdot 100} = 1953.17 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Приймаємо найближчу для верстату частоту обертання  $n = 1600$  об / хв.

Дійсна швидкість різання при фрезеруванні торця деталі.

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 100 \cdot 1600}{1000} = 502.4 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Сила різання:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot v^n} K_{\mu p}, H$$

де  $C_p$  - коефіцієнт сили різання;

$x, y, u, q, v$  -показники ступеню.

З табл. 41 [5, с.291] визначаємо всі необхідні дані і визначаємо значення сили різання:

$$P_z = \frac{10 \cdot 22.6 \cdot 0.5^{0.86} \cdot 0.096^{0.72} \cdot 85^1 \cdot 10}{100^{0.82} \cdot 1600^0} \cdot 2.75 = 123.41 H$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \nu}{1020 \cdot 60} = \frac{123.41 \cdot 502.4}{1020 \cdot 60} = 1.01 \text{ кВт.}$$

Потужність приводу верстата  $N = 10$  кВт.

Аналогічно визначаємо режими різання для всіх операцій фрезерування в технологічному процесі.

На переході 15 виробляється зенкування отвору  $\varnothing 12^{+0,035}$ . Довжина обробки 96 мм. Матеріал ріжучої частини зенкера Р6М5. Глибина різання на даній операції  $t = 0.25$  мм.

Подачу визначаємо за формулою:

$$S = C_s \cdot D^{0.6} \text{ мм/об,}$$

де  $C_s$  коефіцієнт, що залежить від властивостей оброблюваного матеріалу і технологічних факторів.

Значення  $C_s$  обираємо з табл. 51 [6].  $C_s = 0,125$ .

$$S = 0.125 \cdot 12^{0.6} = 0.1 \text{ мм/об}$$

Швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot HB^n} K_v, \text{ м/хв.}$$

За табл. 29 і 30 [4, с.279] визначаємо всі необхідні коефіцієнти і визначаємо значення швидкості різання:

$$V = \frac{80 \cdot 12^{0.3}}{35^{0.3} \cdot 0.125^{0.5} \cdot 0.1^{0.3} \cdot 70^{0.35}} \cdot 1.2 = 24.1 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання інструменту:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 24.1}{3.14 \cdot 12} = 639.6 \text{ об / хв.}$$

Приймаємо найближчу по верстату частоту обертання  $n = 630$  об / хв.

Дійсна швидкість різання

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 12 \cdot 630}{1000} = 23.8 \frac{\text{м}}{\text{хв.}}$$

За вищенаведеною методикою призначаємо режими різання для всіх операцій зенкування технологічного процесу.

### 1.11. Нормування технологічного процесу

У великосерійному виробництві норма штучно-калькуляційного часу визначається за формулою:

$$T_{ш.к.} = t_{шт} + \frac{T_{пз}}{n},$$

де  $t_{шт}$  - штучний час, хв;

$T_{пз}$  - підготовчо-заклучний час при переході на випуск партії інших деталей, хв.

Норма штучного часу визначається за формулою

$$t_{шт} = t_o + t_b + t_{обс} + t_{отд}$$

де  $t_o$  - основний технологічний час на виконання операції, хв;

$t_b$  - допоміжний час, хв;

$t_{обс}$  - час на технічне обслуговування, хв;

$t_{отд}$  - час на особисті потреби і відпочинок

Допоміжний час визначається за формулою:

$$t_b = t_{yc} + t_{зо} + t_{уп} + t_{изм} + t_{мв}, \text{ хв.},$$

где  $t_{yc}$  - час на установку і зняття деталі, хв.;

$t_{зо}$  - час на закріплення і відкріплення деталі, хв.;

$t_{уп}$  - час, включення, виключення і ручного управління органами верстата, хв;

$t_{изм}$  - час, вимірювання деталі, хв.;

$t_{мв}$  - машинно-допоміжний час, пов'язаний з виконанням допоміжних переміщень (холостих ходів) для верстатів з ЧПУ, автоматів і напівавтоматів, хв.

Час на обслуговування робочого місця і відпочинок приймається в процентах від оперативного часу:

$$t_{обсл} + t_{отд} = 4 \div 10\% t_{оп} = 4 \div 10\% (t_o + t_b), \text{ хв.}$$



Час роботи верстата за програмою управління (для верстатів з ЧПУ) - час циклу визначається за формулою:

$$t_{ц} = t_0 + t_{MB}, \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час  $T_{ПЗ}$ , необхідний для переналагодження верстатів при запуску партії деталей, визначається за картами технічних норм часу загальномашинобудівельних нормативів [7, карти 111÷125] в залежності від типу верстатів, виду оснащення, точності обробки.

$T_{ПЗ}$  для верстатів з ЧПУ дорівнює:

$$T_{ПЗ} = T_{ПЗ-1} + T_{ПЗ-2} + T_{ПЗ-3}, \text{ мин}$$

де  $T_{ПЗ-1}$  - час, необхідний на підготовку технічної документації;

для станків з ЧПУ прийнято  $T_{ПЗ-1} = 12 \text{ хв.}$ ;

$T_{ПЗ-2}$  - час, необхідний на заміну оснащення, зняття і установку приладу, хв.,

$T_{ПЗ-3}$  - час на обробку пробної партії деталей, залежить від точності оброблюваної поверхні, хв.

Кількість деталей в настроювальній партії визначаємо попередньо за формулою:

$$n = \frac{V_{мес}}{Q}, \text{ штук,}$$

де  $V_{мес}$  - місячна програма, шт;

число запусків на місяць, приймаємо 4.

$$V_{мес} = \frac{V_{зап}}{12}, \text{ штук,}$$

де  $V_{зап}$  - програма запуску, яка відповідно до рекомендацій [8] приймається на 15% більше програми випуску, тобто

$$V_{зап} = 1,15 \cdot V_{вып} = 1,15 \cdot 18000 = 20700 \text{ штук,}$$

$$V_{мес} = \frac{20700}{12} = 1725 \text{ штук}$$

$$n = \frac{1725}{4} = 431 \text{ шт/ук.}$$

Приймаємо обсяг настроювальної партії  $n = 400$  штук.

Виконуємо розрахунок норм часу за операціями.

Операція 005 (токарна з ЧПУ).

Основний технологічний час при точінні визначається за формулою [9]:

$$t_o = \frac{\ell i}{ns}, \text{ хв.},$$

де  $\ell$  - довжина робочого ходу інструменту, що забезпечує формування поверхні інструменту, що забезпечує формування поверхні обробки, мм;

$i$  - число проходів;

$n$  - частота обертання заготовки, об/хв.;

$S$  - подача, мм/об.

Розрахункова довжина робочого ходу інструменту визначається за формулою:

$$\ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{п}, \text{ мм},$$

де  $\ell_o$  - довжина поверхні, що оброблюється, мм;

$\ell_{вр}$  - довжина врізання та підходу інструменту, мм;

$\ell_{п}$  - довжина перебігу, мм.

Довжина поверхні, що оброблюється, при підрізанні торця полої деталі на першому переході

$$\ell_1 = \frac{D_1 - D_2}{2} = \frac{70 - 42}{2} = 14 \text{ мм},$$

де  $D_1$  и  $D_2$ -діаметри зовнішньої поверхні та внутрішнього діаметру заготовки.

Величина врізання:

$$\ell_{вр} = \frac{t}{\text{tg}\varphi} = 2/1 = 2 \text{ мм}$$

де  $\varphi$  - головний кут різця в плані ( $\varphi=45^\circ$ );

$t$  – глибина різання.

З урахуванням  $\ell_{\text{п}}$  и  $\ell_{\text{вр}}$  довжина ходу інструменту:

$$\ell_1 = 14+2+2=18\text{мм.}$$

Основний час обробки:

$$t_{o1} = \frac{18}{630 \cdot 0.15} = 0.19\text{хв.}$$

Перехід 2:  $\ell_2=20\text{мм};$

$$t_{o2} = \frac{20}{630 \cdot 0.15} = 0.21\text{хв.}$$

Основний сумарний час операції:

$$t_o = t_{o1} + t_{o2} = 0.19 + 0.21 = 0.4\text{хв.}$$

Допоміжний час на установку, зняття, закріплення, відкріплення деталі вагою 1,18 кг., вручну в спеціальному пристосуванні, а також час управління станком приймаємо за картою 2[7, с.32].

$$t_{yc} + t_{30} + t_{yp} = 0,17\text{мин}$$

Час на вимір одного розміру шаблоном та трьох розмірів штангенциркулем приймаємо за картою 86[7, с.191]. При 30% контролі:

$$t_{изм} = 0,3 \cdot (0,17 + 0,1 \cdot 0,1 + 0,1) = 0,14\text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця, природні потреби та відпочинок згідно з картою 19[7, с.191] приймається 4% від оперативного.

Так як для здійснення програми управління необхідно виконувати допоміжні (холості) рухи інструменту, пов'язані з підводом, відводом та зміною його, то з урахуванням довжини холостих ходів в поздовжному напрямку та

$\ell_{z-xx}$  и поперечному напрямку  $\ell_{z-xx}$  і швидкостей швидкого підводу і відводу інструменту в поздовжньому напрямку  $V_{z-xx}=6000\text{мм/хв.}$  та поперечному напрямку  $V_{x-xx} = 2000 \text{ мм/хв.}$ , обчислюємо машинно-допоміжний час для двох переходів:

$$t_{\text{MB}} = t_{\text{MB1}} + t_{\text{MB2}} = \frac{158+140}{6000} + \frac{100+100}{2000} + \frac{137+157}{6000} + \frac{100+110}{2000} \approx 0.31\text{хв.}$$

Тоді довоміжний час дорівнює:

$$t_{\text{B}} = t_{\text{yc}} + t_{\text{zo}} + t_{\text{yп}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{MB}} = 0,17 + 0,14 + 0,31 = 0,62 \text{ хв.}$$

Час циклів для двох переходів:

$$t_{\text{ц1}} = t_{\text{o1}} + t_{\text{MB1}} = 0,19 + 0,162 = 0,35 \text{ хв.},$$

$$t_{\text{ц2}} = t_{\text{o2}} + t_{\text{MB2}} = 0,21 + 0,149 = 0,36 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування та відпочинок:

$$t_{\text{обсл}} + t_{\text{отд}} = 0.04(t_{\text{o}} + t_{\text{B}}) = 0.04(0.4 + 0.62) = 0.041 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час для переналадки верстату 16K20T1-02 на партію деталей буде дорівнювати:

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{пз-1}} + T_{\text{пз-2}} + T_{\text{пз-3}} = 12 + 9 + 0 = 21 \text{ хв,}$$

де  $T_{\text{пз-1}}=12\text{хв.}$  [3, с.604] для верстатів с ЧПЗ;

$T_{\text{пз-2}} = 9 \text{ хв.}$  [3, с.607] для встановлення інструментів та зміни приладів;

$T_{\text{пз-3}} = 0 \text{ хв.}$  [3, с.611], тому що не пов'язано з обробкою точних поверхонь на першій операції чорнового точіння.

Штучно- калькуляційний час;

$$T_{\text{шт-к}} = 0,4 + 0,62 + 0,041 + 21/400 = 1,12 \text{ хв.}$$

Операція 10 (токарна з ЧПУ). За вищенаведеною методикою з урахуванням довідкових даних, наведених в літературі [3, 7, 9] наводимо розрахунок норм часу на чотирьох переходах токарної операції, пов'язаних з підрізкою торця, свердлінням отвору, чорновим і чистовим розточування внутрішнього отвору.

Перехід 1.

$$t_{o_1} = \frac{\ell_1}{ns} = \frac{24.5 + 2 + 1.5}{0.15 \cdot 630} = 0.3xв;$$

$$t_{MB_1} = \frac{190}{6000} + \frac{128}{2000} = 0.017 + 0.064 = 0.08xв;$$

$$t_{u_1} = 0,3 + 0,08 = 0,38xв.$$

Перехід 2:

$$t_{o_2} = \frac{\ell_2}{ns} = \frac{52 + 5 + 2}{0.1 \cdot 1400} = 0.52xв;$$

$$t_{MB_2} = \frac{240}{6000} + \frac{100}{2000} = 0.04 + 0.02 = 0.06xв;$$

$$t_{u_2} = 0,59 + 0,06 = 0,65xв.$$

Перехід 3:

$$t_{o_3} = \frac{\ell_3}{ns} = \frac{56}{0.15 \cdot 630} = 0.67xв;$$

$$t_{MB_3} = \frac{150}{6000} + \frac{132}{2000} = 0.025 + 0.066 = 0.09xв;$$

$$t_{u_3} = 0,6 + 0,09 = 0,69xв.$$

Перехід 4:

$$t_{o_4} = \frac{\ell_4}{ns} = \frac{58}{0.1 \cdot 1000} = 0.58xв;-$$

$$t_{MB_4} = t_{MB_3} = 0,09xв.$$

Основний час на операції:

$$\begin{aligned}
t_o &= t_{o1} + t_{o2} + t_{o3} + t_{o4} = 0.3 + 0.52 + 0.67 + 0.58 = 2.07 \text{ хв} \\
t_{yc} + t_{zo} + t_{yn} + t_{o4} &= 0,14 \text{ хв} \\
t_{изм} &= 0.3 * (t_{изм1} + t_{изм2} + t_{изм3} + t_{изм4}) = 0,3 * (0,08 + 0,01 + 0,06 + 0,06) = 0,15 \text{ хв} \\
t_B &= t_{yc} + t_{zo} + t_{yn} + t_{изм} + t_{MB1} + t_{MB2} + t_{MB3} + t_{MB4} = 0.14 + 0.08 + 0.06 + 0.09 + 0.09 + 0.15 = 0.67 \text{ хв} \\
t_{оп} &= t_o + t_B = 2.07 + 0.67 = 2.74 \text{ хв} \\
t_{обсл} + t_{отд} &= 0.1 * t_{оп} = 0.1 * 2.74 = 0.27 \text{ хв} \\
T_{пз} &= T_{пз-1} + T_{пз-2} + T_{пз-3} = 12 + 9 + 8 = 29 \text{ хв} \\
T_{шт-к} &= 0.14 + 0.15 + 0.67 + 2.74 + 0.27 + 29/400 = 3.043 \text{ хв}.
\end{aligned}$$

Операція 15 (вертикально-свердлувальний). На трьох переходах обробляється (свердлення, зенкерування, розгортання) два отвори на верстаті 2Н118 з ручним підведенням інструменту по кондуктору.

Перехід 1: 
$$t_{o1} = \frac{\ell_1}{ns} = \frac{2 \cdot 215}{0.15 \cdot 1400} = 0.15 \text{ хв.}$$

Перехід 2: 
$$t_{o2} = \frac{\ell_2}{ns} = \frac{2 \cdot 21}{0.2 \cdot 1400} = 0.075 \text{ хв.} \approx 0.08 \text{ хв.}$$

Перехід 3: 
$$t_{o3} = \frac{\ell_3}{ns} = \frac{2 \cdot 2}{0.2 \cdot 1400} = 0.007 \text{ хв.} \approx 0.007 \text{ хв.}$$

$$t_o = 0.15 + 0.075 + 0.00700 = 0.24 \text{ хв.}$$

Допоміжний час з урахуванням часу на переустановлення трьох інструментів  $t_{пер} = 0,1 \text{ хв.}$

$$t_{yc} = t_{zo} + t_{yn} + t_{пер} = 0.14 + 0.1 = 0.24 \text{ хв.}$$

$$t_{изм} = 0.01 + 0.01 + 0.02 = 0.04 \text{ хв.}$$

$$t_B = t_{yc} + t_{zo} + t_{yn} + t_{пер} = 0.24 + 0.04 = 0.28 \text{ хв.}$$

$$t_{ол} = t_o + t_B = 0.24 + 0.28 = 0.52 \text{ хв.}$$

$$t_{обсл} + t_{отд} = 0.04 * t_{ол} = 0.04 * 0.52 = 0.02 \text{ хв.}$$

$$T_{пз} = 18 \text{ хв.}$$

$$T_{шт-к} = 0.24 + 0.28 + 0.02 + 18/400 = 0.058 \text{ хв.}$$

Операція 20 (вертикально-свердлувальний). На верстаті 2Н118 за п'ять переходів з ручною зміною інструментів сверлитися два отвори, один з яких розгортається, Zenko і в ньому нарізається різьба.

Аналогічно операції 015 розраховуємо норми часу:

$$\text{Перехід 1: } t_{o_1} = \frac{\ell_1}{n_1 s} = \frac{15}{0.1 \cdot 1400} = 0.11 \text{ хв.}$$

$$\text{Перехід 2: } t_{o_2} = \frac{\ell_2}{n_2 s} = \frac{2}{0.2 \cdot 1400} = 0.01 \text{ хв.}$$

$$\text{Перехід 3: } t_{o_3} = \frac{\ell_3}{n_3 s} = \frac{14}{0.2 \cdot 1400} = 0.05 \text{ хв.}$$

$$\text{Перехід 4: } t_{o_4} = \frac{\ell_4}{n_4 \cdot s} = \frac{7}{0.1 \cdot 1400} = 0.05 \text{ хв.}$$

$$\text{Перехід 5: } t_{o_5} = \frac{\ell_5}{ns} = \frac{14}{1.5 \cdot 1400} + \frac{14}{1.5 \cdot 500} = 0.04 + 0.02 = 0.06 \text{ хв.}$$

$$t_0 = 0.11 + 0.01 + 0.05 + 0.05 + 0.06 = 0.28 \text{ хв.},$$

$$t_{yc} + t_{zo} + t_{yn} = 0.14 \text{ хв.}$$

$$t_{пер} = 0.16 \text{ хв. (для п'яти інструментів 0)}$$

$t_{ИЗМ}$  при 50% контролі трьома пробками, 1 шаблоном и 1 калибром буде дорівнювати

$$t_{бпр} = 0.5 \cdot (0.2 + 0.08 + 0.16) = 0.22 \text{ хв.}$$

$$t_B = 0.14 + 0.16 + 0.22 = 0.52 \text{ хв.}$$

$$t_{оп} = 0.28 + 0.52 = 0.8 \text{ хв.}$$

$$t_{обсл.} + t_{отд} = 0.04 + 0.8 = 0.84 \text{ хв.}$$

$$T_{пз} = 18 \text{ хв.}$$

$$T_{шт-к} = 0.28 + 0.52 + 0.84 + 18/400 = 0.88 \text{ хв.}$$

Операція 025 (свердлильно-фрезерна з ЧПУ). За два переходи фрезеруються торцеві площини деталі з її перевстановлення в швидкодіючому пристосуванні.

Основний час при фрезеруванні поверхні торцевою фрезою дорівнює:

$$t_o = \frac{(\ell_o + \ell_{\text{вп}} + \ell_n) \cdot i}{S_z \cdot z \cdot n}, \text{ хв.}$$

де  $\ell_o$  - довжина оброблюваної поверхні, мм;

$\ell_{\text{вп}}$  - величина врізання, мм;

$\ell_n$  - величина перебігу, мм;

$S_z$  - подача на зуб, мм / зуб;

$z$  - число зубів, шт.

Величина врізання фрези визначається за формулою:

$$\ell_{\text{вп}} = 0.5(D_{\text{тм}} - \sqrt{D_{\text{тм}}^2 - B^2} + \frac{t}{\text{tg}\phi}), \text{ мм,}$$

де  $D_{\text{ф}}$  - діаметр фрези, мм;

$B$  - ширина фрезерування, мм;

$t$  - глибина різання, мм;

$\phi$  - кут в плані різця фрези  $45^\circ$ .

$$\ell_{\text{вп}} = 0.5(100 - \sqrt{100^2 - 80^2} + \frac{1.5}{\text{tg}45^\circ}) = 0.5(100 - 60 + 1.5) = 20.75 \approx 21 \text{ мм}$$

$l_{\text{п}}=3\text{мм}$  [9].

Перехід 1: 
$$t_{o_1} = \frac{80 + 21 + 3}{0.096 \cdot 10(1400)} = 0.07 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{MB}_1} = \frac{248}{4000} = 0.06 \text{ хв.}$$

( швидкість холостих ходів вертикально-свердлильно-фрезерного верстата з ЧПУ 21105Н7Ф4 за всіма трьома координатами 4000 мм / хв).

$$t_{\text{ц1}} = 0.07 + 0.06 = 0.13 \text{ хв.}$$

Перехід 2: 
$$t_{\text{ц2}} = t_{o_1} = 0.07 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{MB2}} = t_{\text{MB1}} = 0.06 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{ц2}} = t_{\text{ц1}} = 0.13 \text{ хв.}$$

$$t_o = t_{o_1} + t_{o_2} = 0.07 + 0.07 = 0.14 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{yc}} + t_{\text{з0}} + t_{\text{уп}} = 0.14 \text{ хв.}$$



Час перевстановлення деталі  $t_d = 0.12$  хв.

$$t_{\text{изм}} = 0.5(0.1+0.1)=0.1\text{хв.}$$

$$t_b = 0.14+0.12+0.06+0.06+0.1=0.48\text{хв.}$$

$$t_{\text{оп}} = 0,14+0.48=0,62\text{хв.}$$

$$t_{\text{обсл}} + t_{\text{отд}} = 0.1 * t_{\text{оп}} = 0.1 * 0,62 = 0.062\text{х.}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 0.14 + 0.48 + 0.062 + \frac{22}{400} = 0.74\text{хв.}$$

Для даного верстата структура підготовчо-заключного часу при чорновому фрезеруванні :

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{пз-1}} + T_{\text{пз-2}} + T_{\text{пз-3}} = 12 + 10 + 0 = 22 \text{ хв.}$$

Операція 030 (свердлильно-фрезерна з ЧПУ). На 17 переходах виробляється обробка двох внутрішніх поверхонь деталі за програмою: фрезерування, свердління, зенкування, розгортання, різьбонарізання. На попередніх операціях були детально розглянуті формули нормування подібних операцій. Тому наводимо наступні результати розрахунків норм часу.

Перехід 1 (аналогічно операції 025)

$$t_{o1} = 0.07\text{хв,}$$

$$t_{MB1} = 0.06\text{хв,}$$

$$t_{Ц1} = 0.13\text{хв.}$$

Перехід 2

$$t_{o2} = \frac{5}{0.08 \cdot 2000} = 0.03\text{хв.}$$

$$t_{MB2} = \frac{120}{4000} = 0.03\text{хв.}$$

$$t_{Ц2} = 0.06\text{хв.}$$

Перехід 3

$$t_{o3} = \frac{19}{0.16 \cdot 630} = 0.19\text{хв.}$$

$$t_{MB3} = \frac{134}{4000} = 0.03 \text{ хв.}$$

$$t_{Ц3} = 0.22 \text{ хв.}$$

Перехід 4

$$t_{o4} = \frac{55}{0.1 * 1400} = 0.4 \text{ хв.}$$

$$t_{MB4} = \frac{170}{4000} = 0.04 \text{ хв.}$$

$$t_{Ц4} = 0.44 \text{ хв.}$$

Перехід 5

$$t_{o5} = \frac{3}{0.1 * 250} = 0.12 \text{ хв.}$$

$$t_{MB5} = \frac{122}{4000} = 0.03 \text{ хв.}$$

$$t_{Ц5} = 0.15 \text{ хв.}$$

Перехід 6

$$t_{o6} = \frac{2}{0.1 * 630} = 0.03 \text{ хв.}$$

$$t_{MB6} = \frac{118}{4000} = 0.03 \text{ хв.}$$

$$t_{Ц6} = 0.06 \text{ хв.}$$

Перехід 7

$$t_{o7} = \frac{15}{0.1 * 630} = 0.24 \text{ хв.}$$

$$t_{MB7} = \frac{130}{4000} = 0.03 \text{ мин}$$

$$t_{Ц7} = 0.27 \text{ хв.}$$

Перехід 8

$$t_{o8} = \frac{13}{1 * 200} + \frac{13}{1 * 400} = 0.07 + 0.03 = 0.1 \text{ хв.}$$

$$t_{MB8} = \frac{128}{4000} = 0.03 \text{ хв.}$$

$$t_{ц8} = 1.13 \text{ хв.}$$

Перехід 9

$$t_{o9} = \frac{5}{0.08 * 2000} = 0.03 \text{ хв.}$$

$$t_{MB9} = \frac{120}{4000} = 0.03 \text{ хв.}$$

$$t_{ц9} = 0.06 \text{ хв.}$$

Перехід 10

$$t_{o10} = \frac{116}{0.2 * 630} = 0.92 \text{ хв.}$$

$$t_{MB10} = \frac{230}{4000} = 0.06 \text{ хв.}$$

$$t_{ц10} = 0.98 \text{ хв.}$$

Перехід 11

$$t_{o11} = \frac{19}{0.2 * 400} = 0.24 \text{ мин}$$

$$t_{MB11} = \frac{134}{4000} = 0.03 \text{ мин}$$

$$t_{ц11} = 0.27 \text{ хв.}$$

Перехід 12

$$t_{o12} = \frac{2}{0.1 * 350} = 0.06 \text{ хв.}$$

$$t_{MB12} = \frac{121}{4000} = 0.03 \text{ хв.}$$

$$t_{ц12} = 0.09 \text{ хв.}$$

Перехід 13

$$t_{o13} = \frac{9}{0.1 * 350} = 0.26 \text{ хв.}$$

$$t_{MB13} = \frac{124}{4000} = 0.03 \text{ хв.}$$

$$t_{U13} = 0.29 \text{ хв.}$$

Перехід 14

$$t_{o14} = \frac{9}{0.1 \cdot 400} = 0.23 \text{ хв.}$$

$$t_{MB14} = \frac{124}{4000} = 0.03 \text{ хв.}$$

$$t_{U14} = 0.26 \text{ хв.}$$

Перехід 15

$$t_{o15} = \frac{100}{0.1 \cdot 630} = 1.58 \text{ хв.}$$

$$t_{MB15} = \frac{224}{4000} = 0.06 \text{ хв.}$$

$$t_{U15} = 1.58 + 0.06 = 1.64 \text{ хв.}$$

Перехід 16

$$t_{o16} = \frac{11}{0.1 \cdot 400} = 0.28 \text{ хв.}$$

$$t_{MB16} = \frac{129}{4000} = 0.03 \text{ хв.}$$

$$t_{U16} = 0.31 \text{ хв.}$$

Перехід 17

$$t_{o17} = \frac{10}{1 \cdot 160} + \frac{10}{1 \cdot 350} = 0.066 + 0.035 = 0.1 \text{ хв.}$$

$$t_{MB17} = \frac{130}{4000} = 0.13 \text{ хв.}$$

Сумарне  $t_{MB}$  на 17 переході буде:

$$t_{MB} = 0.06 + 0.03 + 0.03 + 0.04 + 0.03 + 0.03 + 0.03 + 0.03 + 0.06 + 0.03 + 0.03 + 0.03 + 0.03 + \\ + 0.06 + 0.03 + 0.03 = 0.61 \text{ хв.}$$

Суммарное  $t_o$  на 17 переходе

$$t_{MB} = 0.07 + 0.03 + 0.19 + 0.4 + 0.12 + 0.03 + 0.24 + 0.1 + 0.03 + 0.92 + 0.24 + 0.06 + 0.26 +$$

$$+0.23+1.58+0.28+ 0.1= 4.88\text{мин.}$$

Час вимірювання всіх поверхонь деталі штангенциркулем, пробками, шаблонами і різьбовими калібрами при 50% контролі в сумі по операціям склало  $t_{\text{вим}}=0.52\text{хв.}$

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уп}} + t_{\text{зо}} + t_{\text{ус}} + t_{\text{мв}} + t_{\text{изм}} = 0.14+0.61+0.52 = 1.27\text{хв.}$$

$$t_{\text{o}} + t_{\text{o}} = 4.88+1.27 = 6.15 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{обсл}} + t_{\text{отд}} = 10\% * t_{\text{оп}} = 0.1 * 6.15 = 0.61\text{хв.}$$

$$T_{\text{из}} = T_{\text{из-1}} + T_{\text{из-2}} + T_{\text{из-3}} = 12+16+0=28\text{хв.}$$

$$T_{\text{шт-к}} = t_{\text{o}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{отд}} = 4.88+1.27+0.61+28/400=6.83\text{хв.}$$

Операція 35 (свердлильно-фрезерна з ЧПУ). На даній операції з іншого торця деталі обробляються внутрішні поверхні деталі; види обробки і конструктивні розміри аналогічні операції 030, за винятком переходів 4, 9, 10, 15. Тому всі норми часу прийняті по попередньої операції за вирахуванням часів зазначених чотирьох переходів:

$$t_{\text{o}} = 3.21\text{мин}$$

$$t_{\text{изм}} = 0,49\text{хв.}$$

$$t_{\text{в}} = 1,14\text{мин}$$

$$t_{\text{отд}} + t_{\text{обсл}} = 0.44\text{хв.}$$

$$T_{\text{из}} = 28\text{мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 5.41\text{хв.}$$

Операція 040 (свердлильно-фрезерна з ЧПУ). На даній операції фрезерувати кінцевою фрезою дві плоскі поверхні деталі і свердлити два отвору в одній з них.

Основний час обробки при фрезеруванні кінцевою фрезой будет доівнювати:

$$t_{\text{o}} = \frac{li}{s_z z n}, \text{ хв.},$$

де  $l$ - довжина ходу фрези, мм;

$i$  – число проходів;

$s_z$  – подача на зуб, мм/зуб;

$z$  – число зубців;

$n$  – частота обертання фрези, об/мин.

Довжина робочого ходу фрези

$$\ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{п}, \text{ мм}$$

де  $\ell_o$ - довжина оброблюваної поверхні, мм;

$\ell_{вр}$  – довжина врізання і підходу інструменту, мм;

$\ell_{п}$  – довжина перебігу, мм ( $\ell_{п} = 0$  тому що фрезерування проводиться в упор)

$$\ell_{вр} = \sqrt{t(D-t)} = \sqrt{2(15-2)} = 5 \text{ мм},$$

Довжина врізання дорівнює

де  $D$ - діаметр фрези, мм;

$t$  – глибина різання, мм.

Перехід 1

$$t_{o1} = \frac{\ell_1 \cdot i}{s_z z n_1} = \frac{32 \cdot 5}{0.06 \cdot 4 \cdot 400} = 0.38 \text{ хв.}$$

$$t_{MB1} = \frac{122}{4000} = 0.04 \text{ хв.}$$

$$t_{y1} = 0.38 + 0.04 = 0.42 \text{ хв.}$$

$$t_{o1} = \frac{\ell_2 i}{s_z z n_2} = \frac{18 \cdot 5}{0.06 \cdot 4 \cdot 400} = 0.24 \text{ хв.}$$

$$t_{MB2} = \frac{97}{4000} = 0.02 \text{ хв.}$$

$$t_{y1} = 0.24 + 0.02 = 0.26 \text{ хв.}$$

$$t_{o1} = 2 \frac{\ell_3 i}{s n_3} = 2 \cdot \frac{6}{0.1 \cdot 1400} = 0.09 \text{ хв.}$$

Перехід 2

## Перехід 3

$$t_{MB3} = \frac{155}{4000} = 0.04 \text{ хв.}$$

Основний час операції:

$$t_{y3} = 0.09 + 0.04 = 0.13 \text{ хв.}$$

$$t_o = t_{o1} + t_{o2} + t_{o3} = 0.39 + 0.24 + 0.09 = 0.72 \text{ хв.}$$

Сумарне  $t_{MB} = t_{MB1} + t_{MB2} + t_{MB3} = 0.39 + 0.02 + 0.04 = 0.09 \text{ хв.}$

$$t_{yп} + t_{зо} + t_{yc} = 0.14 \text{ хв.}$$

$$t_{изм} = 0.17 \text{ хв.}$$

$$t_b = t_{yc} + t_{зо} + t_{yп} + t_{изм} + t_{MB} = 0.14 + 0.09 + 0.17 = 0.4 \text{ хв.}$$

$$t_{оп} = t_o + t_b = 0.72 + 0.4 = 1.12 \text{ хв.}$$

$$t_{обсл} + t_{отд} = 10\% * t_{оп} = 0.1 * 1.12 = 0.11 \text{ хв.}$$

$$T_{пз} = T_{лз-1} + T_{пз-2} + T_{пз-3} = 11 + 7 + 6 = 24 \text{ хв}$$

$$T_{шт-к} = t_o + t_b + t_{обсл} + t_{отд} + T_{из}/n = 1.12 + 1.27 + 0.11 + 24/400 = 1.29 \text{ хв.}$$

При технічному нормуванні технологічного процесу вироблено нормування операцій, що включають в себе найбільш представницькі види обробки, прийоми вимірювання розмірів, допоміжних прийомів, пов'язаних з підготовкою і проведенням будь-якої технологічної операції.

Аналогічно визначаємо норми часу на інші операції і указуємо їх в технологічному процесі. Норми часу на операції слесар-ва (притиральні), електрохімічна, електроерозійна, анодування приймаємо за даними практики з базового технологічного процесу.

## 2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

При обробці деталі корпус силового гідроприводу АС-4-015.001 застосовується ряд спеціальних верстатних і контрольних пристосувань. В даному проекті проведена конструкторська розробка трьох верстатних пристосувань для верстатів 16К20Т1-02, 21105Н7Ф4 і одного контрольного пристосування.

### 2.1. Розрахунок пристосування для свердлильно-фрезерної обробки на зусилля затиску.

Розроблюване пристосування використовується для проведення декількох видів обробки на свердлильно-фрезерному верстаті з ЧПУ 21105Н7Ф4 при виконанні операції 030. Розрахунок сил різання при виконанні найбільш динамічно навантаженого переходу фрезерування виконаний в підрозділі 1.10.3 при розрахунку режимів різання аналітичним методом. Розрахункова схема представлена на рисунку 2.1.

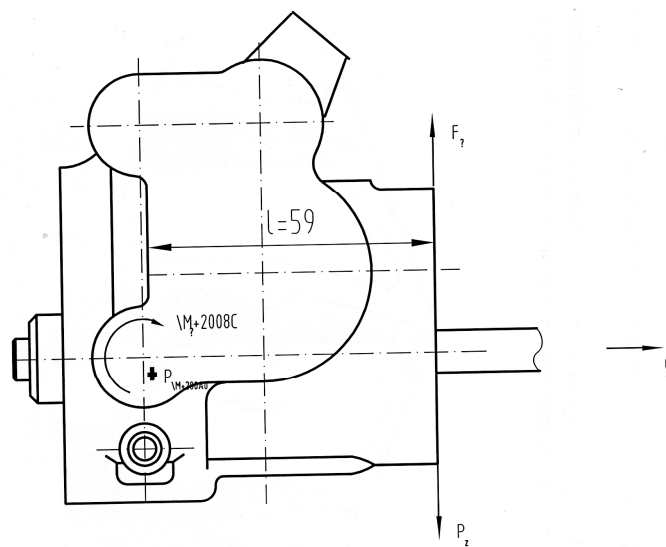


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема сил, що діють на деталь

Відповідно до розрахункової схеми на заготовку діє осьова сила і момент сил різання, які прагнуть зрушувати заготовку в напрямку, перпендікулярному дії осьової сили. Таким чином, сумарна сила, що діє на деталь, визначається з розрахункової залежності

$$P = \sqrt{P_{ок}^2 + P_z^2}, H.$$



Для опереднього розрахунку вважаємо  $P_{oc} = 0.5P_z$ , тоді

$$P = \sqrt{(0.5P_z)^2 + P_z^2} = \sqrt{(0.5 \times 123.4)^2 + 123.4^2} = 137.96 \approx 138H.$$

Для утримання деталі в фіксованому положенні на поверхні контакту деталі з пристосуванням необхідно створити нормальну силу  $N$ , здатну забезпечити силу тертя більшу або рівну силі різання. Це завдання вирішується притиском деталі тягою і шайбою до поверхні опори. Для виділення величини цієї сили визначимо діаметр гідроциліндра. У пристосування використовуємо гідравлічний привід. Застосування цього приводу зручно і вигідно тим, що кожен верстат з ЧПУ оснащений власною гідросистемою. Верстат моделі 21105Н7Ф4 забезпечений насосною системою типу

$$\frac{18Г2 - 32}{4А112М86} \quad 11Г40 - 32$$

Продуктивність гідросистеми до 18 л / м, робочий тиск до 35 атм.

Нормальну силу  $N$  визначаємо з формули

$$F_{mp} = N \times f,$$

де  $F_{mp}$  – сила тертя при зажимі деталі, Н

$f$  – коефіцієнт тертя; для сталевих прихватів по поверхні алюмінієвих деталей приймаємо  $f=0.15$  [14].

В зв'язку з тим, що процес різання володіє певною нестабільністю через нерівномірність припуску, зносу інструменту та інших факторів, має місце коливання сили різання. Тому розрахункове зусилля приймають рівним

$$P = P_z \times k,$$

де  $P_z$  - сила різання, Н;

$k$  - коефіцієнт запаса.

Коефіцієнт запасу враховує ряд умов обробки:

$$k = k_0 \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4 \times k_5 \times k_6,$$

Де  $k_0$  - гарантований коефіцієнт запасу;

$k_1$  - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання через випадкові нерівності на поверхнях заготовок, що оброблюють, та що залежить від виду обробки; при напівчистовій обробці приймаємо  $k_1 = 1.2$ ;

$k_2$  - коефіцієнт, що враховує вплив сил різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту; приймаємо для остаточного фрезерування  $k_2 = 1.3$ ;

$k_3$  - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання; для торцевого фрезерування приймаємо  $k_3 = 1.2$ ;

$k_4$  - коефіцієнт, учитывающий постоянство силы, развиваемой зажимным элементом; при использовании гидропривода  $k_4 = 1.0$ ;

$k_5$  - коефіцієнт, що враховує зручність експлуатації; при удобному розташуванні органів управління приймаємо  $k_5 = 1.0$ ;

$k_6$  - коефіцієнт, що враховує вплив моментів, що прагнуть обернути заготовку; при розташуванні заготовки на пальцах, коли розміщення точок контакту постійне  $k_6 = 1.0$ .

$$k = 1.5 * 1.2 * 1.3 * 1.2 * 1.0 * 1.0 = 2.15$$

За умовами безпеки,  $k \geq 2.5$ , тому приймаємо  $k = 2.5$ .

$$P = 138 \times 2.5 = 345 \text{ H}.$$

Визначаємо нормальну силу проміж деталлю та опорою:

$$N = \frac{F_{mp}}{f} = \frac{P}{f} = \frac{345}{0.15} = 2300 \text{ H} = 234.7 \text{ кг}.$$

Силу на приводі визначаємо за формулою:

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot \rho,$$

де  $D$  - діаметр гідроциліндру, см;

$d$  - діаметр штока, см;

$\rho$  - тиск в гідросистемі,  $\text{кг}/\text{см}^2$ .

В пиводі за конструкцією немає силового варіатору, тому

$$N = Q = 234.7 \text{ кг}$$

Діаметр гідроциліндру визначаємо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4Q + \pi \times d^2 \times \rho}{\pi \times \rho}} = \sqrt{\frac{4 \times 234,7 + 3,14 \times 2^2 \times 20}{3,14 \times 20}} = 3,99 \approx 4 \text{ см}.$$

Приймаємо діаметр гідроциліндру  $D = 40 \text{ мм}$ .

2.2. Розрахунок пристосування для токарної обробки на міцність.

Пристосування застосовується для обробки поверхонь 48, 49, 50, 51, 52, 53 (рис. 1.1) на операції 065, а після переналадки застосовується для обробки поверхонь 55, 56, 54, 58 57, на операції 070.

Обробка внутрішніх поверхонь корпусної деталі проводиться при закріпленні її на косинці. Деталь встановлюється на циліндричний палець по отвору  $\varnothing 8^{+0.03}$  і ромбічний палець по другому отвору такого ж розміру

При попередніх розрахунках приймаємо циліндричний палець з полем допуску  $g6$  ( $\varnothing 8g6^{(-0.005)}_{(-0.014)}$ ) і таке ж поле допуску для ромбічного пальця.

Призначаємо відхилення міжцентрової відстані пальців (міжцентрову відстань для отворів в корпусних деталі  $54 \pm 0.2$  см) по співвідношенню [15]:

$$\delta_{L_n} = \delta_{L_d} / 5 = 400 / 5 = 80 \text{ мкм},$$

де  $\delta_{L_n}$  - припустиме відхилення на відстань між пальцями в пристосуванні,

мкм;

$\delta_{L_d}$  - припустиме відхилення на відстань між вісями базових отворів деталі, мкм.

Схема встановлення деталі наведена на рис.2.2.

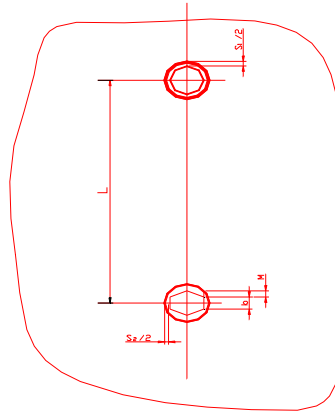


Рисунок.2.2 – Схема встановлення деталі

Гарантований зазор, необхідний для установки деталі двома отворами на два пальця пристосування:

$$M = \delta_{L_{II}} + \delta_{L_d} - \frac{S_1}{2} = 400 + 80 - \frac{5}{2} = 477.5 \text{ мкм},$$

де  $S_1$  - найменший зазор сполучення між отворами деталі та центруючим пальцем.

Найменший зазор сполучення між отворами деталі та центруючим пальцем

$$S_1 = D_{\min_{отв}} - D_{\max_n} = 8.0 - 7.995 = 0.005 \text{ мм}.$$

Найменший допустимий зазор для сполучення базового отвору деталі

$$S_2 = \frac{2bM}{D} = \frac{2 \times 2 \times 0.477}{8} = 0.238 \text{ мм},$$

де  $b$  - довжина хорди циліндричної ділянки зрізаного пальця згідно табл. 33 [15].

Розмір фіксуючого пальця забезпечить гарантований зазор пов'язане-ня не менше розрахункового, так як найближчій посадкою розрахункових значень допусків є допуск H7/v12  $\begin{pmatrix} -150 \\ -300 \end{pmatrix}$ .

Відповідно до ескізів положення осі розточувального отвору може визначитися двома екстремальними варіантами. При першому варіанті має місце кутовий поворот осі в площині, паралельній осям розташування пальців. При другому варіанті має місце плоскопаралельне зміщення отворів деталі щодо осі пальців (див. Рис.2.3 і рис.2.4).

Варіант 1. Поворот вісі за рахунок вибирання зазорів проміж базовими отворами деталі та пальцями пристосування в різні боки.

Рівняння для даного випадку має вид

$$\varepsilon_{u_1} = \delta_D - \sqrt{\varepsilon_{cm}^2 + \varepsilon_B^2 + \varepsilon_{\Pi_1}^2 + \varepsilon_{\Pi_2}^2 + \varepsilon_{yc}^2},$$

де  $\varepsilon_{cm}$  - найбільше зміщення деталі відносноцентруючого пальця, що численно дорівнюєполовині зазору в сполученні  $\varnothing 8H7/g6$

$$\varepsilon_{cm} = (+0.015 - (-0.047))/2 = 0.031 \text{ мм.}$$

$\varepsilon_B$  - похибка базування; в загальному випадку це зміщення можна розглядати в любому напрямку від номінального та прийняти колом, що описане вектором  $\bar{r} = \bar{\varepsilon}_B = \frac{S_{\max}}{2}$ . Стосовно координуючого розміру величину похибки базування визначимо з подібності трикутників  $OO_1a$  и  $OO_2a_2$  (рис.2.3).

$$\varepsilon_B = \frac{OO_2 \times OO_1}{OO_1} = \frac{54 \times 0.031}{2} = 0.056 \text{ мм.}$$

$\varepsilon_{\Pi_1}$  - похибка виготовлення пристосування, що викликає додаткове зміщення вісі поверхонь, що оброблюються.

$$\varepsilon_{\Pi_1} = \left( \frac{1}{3} \div \frac{1}{5} \right) \delta_0 = \frac{1}{3} \times 400 = 0.134 \text{ мм.}$$

$\varepsilon_{\Pi_2}$  - зміщення вісі отвору через перекосяк внаслідок відхилення від паралельності поверхонь Н и К (рис.2.5)

$$\varepsilon_{\Pi_2} = \frac{50 \times \delta_D}{D_{III}} = \frac{50 \times 0.4}{280} = 0.071 \text{ мм.}$$

$\varepsilon_{yc}$  - припустима похибка установки токарних пристосувань 0.01 ÷ 0.05 мм;  
приймаємо 0.03 мм.  $\varepsilon_{yc}$   $\varepsilon_{ec}$

$$\varepsilon_{u_1} = 0.4 - \sqrt{0.031^2 + 0.056^2 + 0.01^2 + 0.134^2 + 0.03^2} = 0.151 \text{ мм.}$$

Варіант 2. Плоскопараллельное зміщення осі деталі щодо осі пальців..

Розрахункове рівняння для цього варіанту:

$$\varepsilon_{u_2} = \delta_D - \sqrt{\varepsilon_{cm}^2 + \varepsilon_B^2 + \varepsilon_{\Pi_1}^2 + \varepsilon_{\Pi_2}^2 + \varepsilon_{yc}^2}.$$

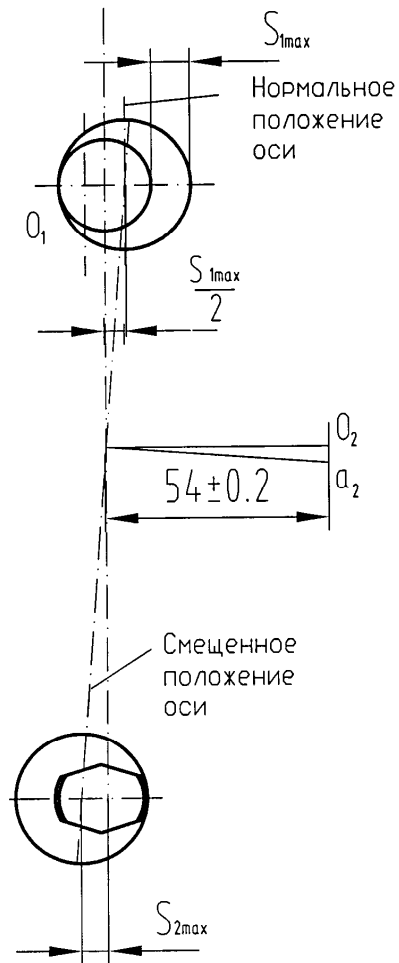


Рисунок 2.3 – Положения осей отвору (вариант 1)

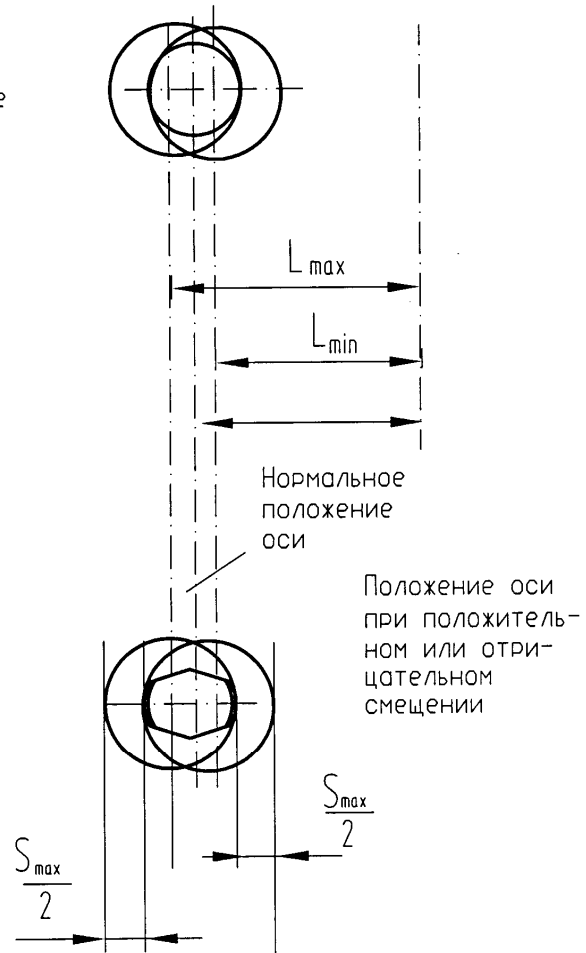


Рисунок 2.4 – Положения осей отвору (вариант 2)

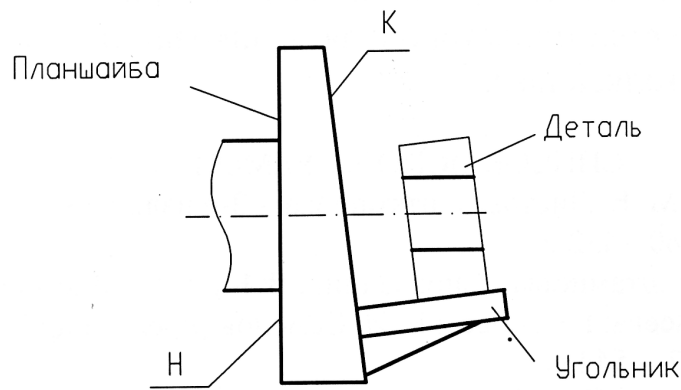


Рисунок 2.5 – Схема зміження вісі отвору внаслідок відхилення від паралельності базових поверхонь планшайби

У цьому рівнянні  $\varepsilon_{cm}, \varepsilon_{П_1}, \varepsilon_{П_2}, \varepsilon_{yc}$  дорівнюватимуть наведеним вище значенням.

$$\varepsilon_B = \frac{S_{1_{\max}}}{2} = \frac{0.062}{2} = 0.031.$$

$$\varepsilon_{u_2} = 0.4 - \sqrt{0.031^2 + 0.031^2 + 0.01^2 + 0.134^2 + 0.03^2} = 0.144 \text{ мм.}$$

Похибка отримання за першим варіантом більше, але в межах допуску на виготовлений розмір, таким чином вибрані розміри пальців і відхилення від паралельності планшайби вибрано правильно.

### 2.3. Робота контрольного пристосування.

Принципальна схема контрольного пристосування наведена на рисунку 2.6.

Деталь встановлюється на цангу 3 до упору в три опори 16. Для вибірки зазору між цангою і базовим отвором деталі розтискають цангу, переміщуючи тягу за допомогою рукоятки 26. Після остаточної установки деталі вона контрольованим торцем упирається на три опори і вимірювальний важіль, який встановлює стрілку індикатора на нульову позначку близьку нулю (попередньо на вимірювальному штифті деталі встановлюється натяг до 2 мм).



Вимірювання торцевого биття проводиться після того, як буде "відтягнуто" фіксатор 36 і здійснено поворот на  $360^\circ$ . Похибка взаємного розташування вісі базового отвору і перпендикулярного їй торця буде реєструватися

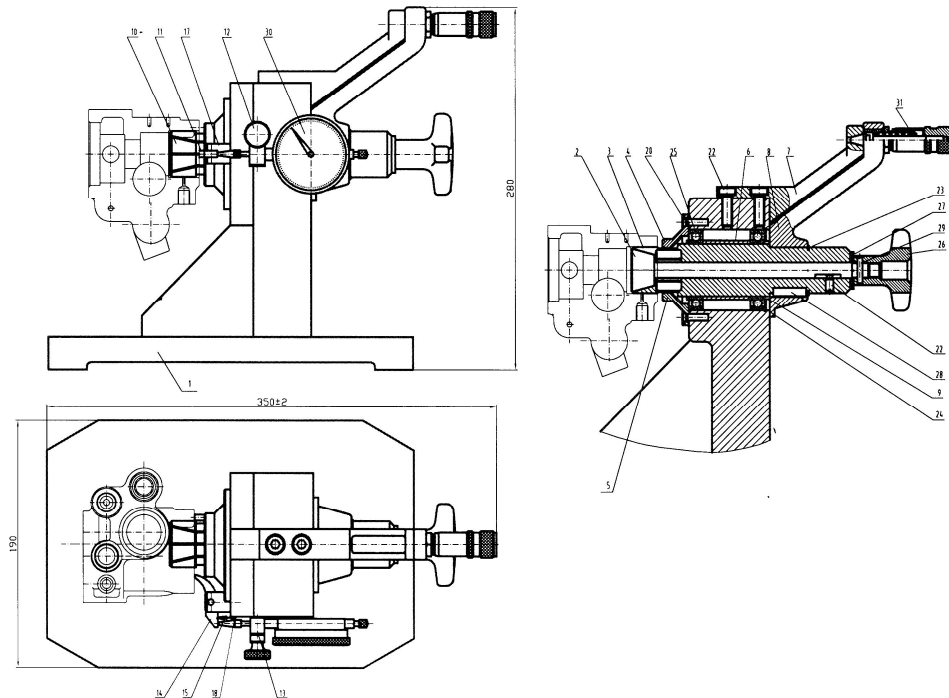


Рисунок 2.6 – Принципіальна схема пристосування

індикатором, що встановлений на тримачі 35, закріпленому на корпусі 1 контрольного пристосування.

Для запобігання проворота тяги щодо цанги, вона фіксується гвинтом 21.

Знімання деталі проводиться за "застопореним" фіксатором. Відвертається рукоятка і тяга під дією пелюсток цанги і легкого зусилля на торець рукоятки переміщається в осьовому напрямку. Таким чином між цангою і базовим отвором деталі утворюється зазор. Це дозволяє легко зняти деталь з цанги.

### 3. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА З ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ КОРПУС АТ1245.01

3.1 Визначення потрібної кількості обладнання. Розрахунок програми запуску.

Програму запуску ( $N_3$ ) корпусу визначимо за формулою:

$$N_3 = 1.15N = 1.15 \cdot 18000 = 20700 \text{ од./рік,}$$

де  $N$  - річна програма випуску деталі, од.;

Місячну програму запуску деталей визначимо за формулою:

$$N_{3.м} = \frac{N_3}{12} = \frac{20700}{12} = 1725 \text{ од./міс.}$$

3.1.1 Визначення кількості робочих місць на ділянці.

Вихідні дані для раозрахунку наведені в табл 3.1.

Таблиця 3.1 – Норми часу для обробки корпусу

№ опер.	Найменування операції	Модель станка	$t_{шт.к}$ , хв.
1	2	3	4
005	Токарна з ЧПУ	16K20T1-02	1,12
010	Токарна з ЧПУ	16K20T1-02	3,08
015	Вертикально-сверлильна	2Н118	0,58
020	Вертикально-сверлильна	2Н118	0,88
025	Сверлильно-фрезерна з ЧПУ	21105Н7Ф4	0,74
030	Сверлильно-фрезерна з ЧПУ	21105Н7Ф4	6,83
035	Сверлильно-фрезерна з ЧПУ	21105Н7Ф4	5,41
040	Сверлильно-фрезерна з ЧПУ	21105Н7Ф4	1,29
045	Токарно-гвинторізна	16K20	0,39
050	Токарно-гвинторізна	16K20	0,39
055	Сверлильно-фрезерна з ЧПУ	21105Н7Ф4	1,56
060	Сверлильно-фрезерна з ЧПУ	21105Н7Ф4	1,56
065	Токарна з ЧПУ	16K20T1-02	1,62
070	Токарна з ЧПУ	16K20T1-02	1,53
075	Токарна з ЧПУ	16K20T1-02	1,81
080	Токарна з ЧПУ	16K20T1-02	1,46
085	Вертикально-сверлильна	2Н118	1,91
090	Вертикально-сверлильна	2Н118	1,91
095	Вертикально-сверлильна	2Н118	0,87
100	Вертикально-сверлильна	2Н118	0,87
105	Вертикально-сверлильна	2Н118	0,71
110	Токарна з ЧПУ	16K20T1-02	0,56

Продовження табл 3.1

1	2	3	4
115	Вертикально-фрезерна	6Н10	2,32
120	Сверлильно-фрезерна з ЧПУ	21105Н7Ф4	1,87
125	Електроерозійна	4Б722Б	4,3
130	Токарно-гвинторізна	16К20	1,42
135	Токарно-гвинторізна	16К20	1,42
140	Вертикально-сверлильна	2Н118	2,13
145	Різьбонарізна	Р130	1,57
$\Sigma t_{шт.к.i}$			52,11

Середня трудоміскість операцій, хв.:

$$t_{шт.к.ср.} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{шт.к.i.} = \frac{52.11}{29} = 1.8$$

де  $n$  – кількість операцій технологічного процесу.

Визначимо середнє завантаження робочого місця по випуску даної деталі на місяць, хв:

$$T_{ср.м.} = N_{з.м.} \cdot t_{шт.к.ср.} = 1725 \cdot 1,8 = 3105$$

Тоді питома трудоміскість місячної програми запуску деталей,%, становить

$$T_{N\%} = \frac{100 T_{ср.м.}}{60 \cdot F_{э.м.}} = \frac{100 \cdot 3105}{60 \cdot 300} = 17.25$$

де  $F_{э.м.}$  – ефективний фонд часу роботи устаткування. По [ ]  $F_{э.м.} = 300$  год.  
за кількістю змін у місяці  $j = 45$ .

Визначимо тривалість випуску деталі за місяць, змін:

$$\Phi = \frac{j \cdot T_{N\%}}{100} = \frac{45 \cdot 17.25}{100} = 7.76$$

приймаємо 8 змін.

Визначимо місячний ефективний фонд часу обладнання, відповідний тривалості випуску деталі, год.:

$$f_{\text{э.м.}} = \frac{F_{\text{э.м.}} \cdot \Phi}{j} = \frac{300 \cdot 8}{45} = 53.3$$

Розрахункову кількість верстатів визначаємо за формулою:

$$C_{P_i} = \frac{N_{\text{э.м.}} \cdot t_{\text{шт.к.і}}}{60 \cdot f_{\text{э.м.}}}$$

Розрахункову кількість верстатів округляємо до найближчого більшого цілого  $C_{np}$  і розраховуємо коефіцієнт завантаження:

$$K_3 = \frac{C_{P_i}}{C_{np_i}} \cdot 100$$

Розрахунковий коефіцієнт завантаження не повинен перевищувати номінальних значень, наведених в [ ]::

для універсальних верстатів  $K_{3.\text{ном}} = 0,9$ ;

для верстатів з ЧПУ  $K_{3.\text{ном}} = 0,95$ .

Якщо розрахунковий коефіцієнт завантаження перевищує номінальний корегуємо кількість верстатів за формулою

$$C'_{np_i} = \frac{C_{np_i}}{K_{3.\text{ном.}}}$$

Результати наведено в табл. 3.2.

Середній коефіцієнт загрузки устаткування

$$K_{3.\text{ср.}} = \frac{\sum C_{P_i}}{\sum C_{np_i}} \cdot 100 = \frac{32.2}{39} \cdot 100 = 83\%$$

## 3.2 Організація виробничого процесу

### 3.2.1 Вибір організаційної форми виробництва.

Виберемо організаційну форму виробництва за рекомендаціями [].

Прийmemo предметну форму організації робіт, властиву для серійного виробництва. В цьому випадку верстати розташовуються в послідовності технологічних операцій для декількох деталей, що вимагають одного порядку обробки. У тій же послідовності утворюється і рух деталей. Обробка деталей на верста-

тах проводиться партіями. Величину партії попередньо визначимо за формулою:

$$n = \frac{N_{з.м.} \cdot a}{F} = \frac{1725 \cdot 5}{23} = 375,$$

де  $a$  – необхідний запас деталей на складі (при безперебійній роботі складального цеху), днів;

$F$  – число робочих днів в місяці.

Час виконання операції на окремих верстатах не узгоджене з часом операції на інших верстатах. Виготовлені деталі під час роботи зберігаються у верстатів і потім транспортуються партіями. Приймаємо розмір виробничої партії, що розрахований раніше в п.1.11 таким, що дорівнює  $n = 400$  од., а розмір передавальної партії  $p = 80$  од.

Для обраних умов обробки вибираємо паралельно-послідовний рух деталей в ході обробки.

Таблиця 3.2 – Кількість верстатів на ділянці

№ опер.	Модель станка	$t_{ум.к.}$ , мин	$C_p$	$C_{пр}$	$K_3$ , %
005	16K20T1-02	1,12	0,65	1	65
010	16K20T1-02	3,08	1,73	2	87
015	2Н118	0,58	0,34	1	34
020	2Н118	0,88	0,5	1	50
025	21105Н7Ф4	0,74	0,43	1	43
030	21105Н7Ф4	6,83	3,72	4	93
035	21105Н7Ф4	5,41	2,96	3	95
040	21105Н7Ф4	1,29	0,73	1	73
045	16K20	0,39	0,23	1	23
050	16K20	0,39	0,23	1	23
055	21105Н7Ф4	1,56	0,88	1	88
060	21105Н7Ф4	1,56	0,88	1	88
065	16K20T1-02	1,62	0,92	1	92
070	16K20T1-02	1,53	0,86	1	86
075	16K20T1-02	1,81	0,95	1	95
080	16K20T1-02	1,46	0,83	1	83
085	2Н118	1,91	0,95	1	95
090	2Н118	1,91	0,95	1	95
095	2Н118	0,87	0,49	1	49

100	2Н118	0,87	0,49	1	49
105	2Н118	0,71	0,41	1	41
110	16К20Т1-02	0,56	0,34	1	34
115	6Н10	2,32	1,28	2	64
120	21105Н7Ф4	1,87	0,95	1	95
125	4Б722Б	4,3	2,33	3	78
130	16К20	1,42	0,78	1	78
135	16К20	1,42	0,78	1	78
140	2Н118	2,13	1,17	2	59
145	Р130	1,57	0,87	1	87
Загалом		52,11	32,2	39	83

Тривалість виробничого циклу визначаємо за формулою:

$$T_{n-n} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_{ум.к.i}}{C_{np_i}} - (n-p) \sum_{i=1}^{m-1} \left( \frac{t_{ум.к.i}}{C_{np_i}} \right)_{кор}$$

де  $n$  – операційна партія;

$p$  – транспортна партія;

$\left( \frac{t_{ум.к.i}}{C_{np_i}} \right)_{кор}$  - найменше співвідношення для кожної пари сумісних операцій

технологічного процесу.

Тривалість виробничого циклу:

$$T_{n-n} = 400 \left( \frac{1.12}{1} + \frac{3.08}{2} + \frac{0.58}{1} + \frac{0.88}{1} + \frac{0.74}{1} + \frac{6.83}{4} + \frac{5.41}{3} + \frac{1.29}{1} + \frac{0.39}{1} + \right. \\ \left. + \frac{0.39}{1} + \frac{1.56}{1} + \frac{1.56}{1} + \frac{1.62}{1} + \frac{1.53}{1} + \frac{1.81}{1} + \frac{1.46}{1} + \frac{1.91}{1} + \frac{1.91}{1} + \frac{0.87}{1} + \right. \\ \left. + \frac{0.87}{1} + \frac{0.71}{1} + \frac{0.56}{1} + \frac{2.32}{2} + \frac{1.87}{1} + \frac{4.3}{3} + \frac{1.42}{1} + \frac{1.42}{1} + \frac{2.13}{2} + \frac{1.57}{1} + \right) - \\ (400 - 80) \left( \frac{1.12}{1} + \frac{0.58}{1} + \frac{0.58}{1} + \frac{0.74}{1} + \frac{0.74}{1} + \frac{6.83}{4} + \frac{1.29}{1} + \frac{0.39}{1} + \frac{0.39}{1} + \right. \\ \left. + \frac{0.39}{1} + \frac{1.56}{1} + \frac{1.56}{1} + \frac{1.53}{1} + \frac{1.53}{1} + \frac{1.46}{1} + \frac{1.46}{1} + \frac{1.91}{1} + \frac{0.87}{1} + \frac{0.87}{1} + \right) \\ \left. + \frac{0.71}{1} + \frac{0.56}{1} + \frac{0.56}{1} + \frac{2.32}{2} + \frac{4.3}{3} + \frac{1.42}{1} + \frac{1.42}{1} + \frac{2.13}{2} + \frac{2.13}{2} \right) =$$

400·36,69-320·30,08=5050,4 хв.

Визначим зміщення, хв:

$$S_i = (n - p) \left( \frac{t_{ум.к.і}}{C_{нр_{ш}}} \right)_{кор}$$

$$S_1 = 320 \cdot 1.12 = 358.4 \text{ хв.}$$

$$S_2 = 320 \cdot 0.58 = 185.6 \text{ хв.}$$

$$S_3 = 320 \cdot 0.58 = 185.6 \text{ хв.}$$

$$S_4 = 320 \cdot 0.74 = 236.8 \text{ хв.}$$

$$S_5 = 320 \cdot 0.74 = 236.8 \text{ хв.}$$

$$S_6 = 320 \cdot 1.71 = 547.2 \text{ хв.}$$

$$S_7 = 320 \cdot 1.29 = 412.8 \text{ хв.}$$

$$S_8 = 320 \cdot 0.39 = 124.8 \text{ хв.}$$

$$S_9 = 320 \cdot 0.39 = 124.8 \text{ хв.}$$

$$S_{10} = 320 \cdot 0.39 = 124.8 \text{ хв.}$$

$$S_{11} = 320 \cdot 1.56 = 499.2 \text{ хв.}$$

$$S_{12} = 320 \cdot 1.56 = 499.2 \text{ хв.}$$

$$S_{13} = 320 \cdot 1.53 = 489.6 \text{ хв.}$$

$$S_{14} = 320 \cdot 1.53 = 489.6 \text{ хв.}$$

$$S_{15} = 320 \cdot 1.46 = 467.2 \text{ хв.}$$

$$S_{16} = 320 \cdot 1.46 = 467.2 \text{ хв.}$$

$$S_{17} = 320 \cdot 1.91 = 611.2 \text{ хв.}$$

$$S_{18} = 320 \cdot 0.87 = 278.4 \text{ хв.}$$

$$S_{19} = 320 \cdot 0.87 = 278.4 \text{ хв.}$$

$$S_{20} = 320 \cdot 0.71 = 227.2 \text{ хв.}$$

$$S_{21} = 320 \cdot 0.56 = 179.2 \text{ хв.}$$

$$S_{22} = 320 \cdot 0.56 = 179.2 \text{ хв.}$$

$$S_{23} = 320 \cdot 1.16 = 371.2 \text{ хв.}$$

$$S_{24} = 320 \cdot 1.43 = 457.6 \text{ хв.}$$

$$S_{25} = 320 \cdot 1.42 = 454.4 \text{ хв.}$$

$$S_{26} = 320 \cdot 1.42 = 454.4 \text{ хв.}$$

$$S_{27} = 320 \cdot 1.07 = 342.4 \text{ хв.}$$

$$S_{28} = 320 \cdot 1.07 = 342.4 \text{ хв.}$$

3.2.2 Організація обслуговування робочих місць цеху включає в себе наступні підсистеми

- інструментальне господарство;
- ремонтне господарство;
- транспортно-складське господарство;
- енергетичне господарство;
- підсистема забезпечення якості продукції.

*a) інструментальне господарство*

Функціями інструментального господарства є:

- 1) своєчасне і комплектне забезпечення цеху всіма видами технологічної оснастки;
- 2) облік і планування потреб цеху в технологічному оснащенні;
- 3) зберігання, відновлення і своєчасна видача за вимогами технологічного оснащення.

У проектованому цеху інструментальне господарство складається з інструментальні-роздавальної комори (ІРК) і майстерні централізованої заточки (загострювального відділення).

Видача оснастки в постійне користування (наприклад, комплектів слюсарного інструменту) здійснюється по інструментальним книжкам.

Видача оснастки у тимчасове користування ведеться за одномарочною системою, за якої робітнику видається кілька марок з табельним номером. Комірник, видаючи оснащення, отримує від робочого марку і вішає її в клітинку, звідки було взято інструмент.

Заточування і підналагодження оснастки здійснюється централізовано в майстерні заточки. Вона складається з виробничого відділення, обмінної комори і контрольного пункту з приймання заточеного інструменту.

#### *б) ремонтне господарство*

Головними функціями ремонтного господарства є:

1) забезпечення безперебійної експлуатації устаткування з заданими-ними точносних характеристиками і експлуатаційними показниками при виконанні планових завдань.

2) дотримання графіків технічного обслуговування і ремонту обладнання (ТОіР).

3) матеріальна і технічна підготовка ремонтів.

Ремонтна служба проектованого цеху є структурною одиницею ремонтної служби підприємства. На підприємстві застосовується змішану форму організації ремонтних робіт.

При такій організації найбільш трудомісткі види робіт (капітальний ремонт, модернізація обладнання, виготовлення запасних частин і відновлення зношених деталей) проводиться в ремонтно-механічному цеху (РМЦ), а технічне обслуговування і позапланові ремонти силами цехової ремонтної бази (ЦРЛ).



*в) транспортне господарство*

Внутрішньоцеховий транспорт забезпечує переміщення вантажів в межах цеху. Внутрішньоцеховий транспорт поділяється на загальноцеховий і міжопераційний. Загальноцеховий забезпечує зв'язок між окремими ділянками, цеховими складами, а міжопераційний - між окремими ними робочими місцями. Як міжопераційний транспорт в проектуваному цеху застосовують ручні візки, а загальноцеховий транспорт представлений електрокарами.

При переміщенні деталей вони укладаються в багатооборотну тару - пласкі піддони. Оперативне керівництво роботою цехового транспорту здійснюється диспетчером цеху, а виконання перевезень - транспортними бригадами.

*г) складське господарство*

Його функції полягають в прийомі, збереганні, урахуванні матеріалів і регулюванні рівня їх запасу, підготовці деталей до відправки до збіркового цеху.

*д) енергогосподарство*

Цехова частина енергогосподарства складається з первинних енергоприемників (верстати, печі, підйомно-транспортне обладнання д-ня), цехових перетворювачів і внутрішньоцехових розподільчих мереж. Функціями енергогосподарства є:

- 1) виконання правил експлуатації енергетичного обладнання;
- 2) організація обслуговування і ремонту енергоустаткування;
- 3) проведення заходів по економії електроенергії.

В цілому, робота з обслуговування робочих місць в цеху організована наступним чином. Штучні заготовки цех отримує з ковальсько-штамповочної ділянки і ливарного цеху. Заготовки надходять в цеховий склад матеріалів і заготовок. Запас матеріалів і заготовок в цеховому складі невеликий, так як призначенням його є тільки забезпечити регулярне постачання цеху матеріалами і заготовками для безперебійної роботи верстатів. Ця вимога обумовлена такими міркуваннями:

1) цех не повинен створювати зайвого запасу матеріалів, щоб не уповільнювати їх оборотність;

2) тому що склад матеріалів розміщується в виробничому приміщенні, то в разі зберігання великого запасу матеріалів склад буде віднімати зайву площу. З цехового складу заготовки внутрішньоцеховим транспортом подаються на ділянки механічної обробки відповідно до місячним планом випуску продукції. Майстер ділянки щодня перед початком зміни отримує змінне завдання від старшого майстра і організовує його виконання, видає наряди верстатникам ділянки, проводить інструктаж, навчає персонал безпечним прийомом роботи в разі зміни технології виробництва.

Верстатник, отримавши наряд, знайомиться з кресленнями і технічної документацією. Потім відповідно до завдання підбирає в інструментально-роздавальної комори (ІРК) допоміжний, ріжучий і вимірювальний інструмент, пристосування. Так як проєктований цех невеликий, передбачаємо один інструментально-роздатковий склад.

Технологічна наладка та налаштування верстата, обробка пробних деталей, здійснюється безпосередньо самим верстатником. Він же здає оснащення після закінчення роботи в ІРК, прибирає робоче місце.

Транспортування передавальних партій деталей з операції на операцію здійснюється допоміжними робітниками за допомогою ручних візків.

У цеху передбачена попереджувальна зміна інструменту. Заміна інструменту здійснюється примусово, до закінчення періоду стійкості. Затупілий ріжучий інструмент надходить в заточне відділення, де відновлюється і передається в ІРК для подальшого використання. Щоб виключити простої верстатів внаслідок поломок ріжучого інструменту, на кожному робочому місці знаходиться резервний комплект ріжучого інструменту.

У цеху прийнятий безперервний контроль якості продукції.

а) вхідний контроль. Здійснюється контролерами відділу технічного контролю (ВТК) при надходженні заготовок і матеріалів на цеховій склад. При

їх невідповідності ГОСТам і ТУ складається акт, і продукція повертається виробнику.

б) контроль якості по ходу технологічного процесу здійснюється верстатниками безпосередньо на робочих місцях. Цей контроль - вибірковий, відсоток контролю встановлюється, виходячи з точності розмірів, умов роботи і вказується в технологічній документації. Мета контролю - своєчасно виявити необхідність в підналаштуванні технологічної системи. Цю поднастройку здійснюють станочники.

в) контроль якості готової продукції здійснюється контролерами ОГК на контрольних майданчиках, влаштованих в кінці кожної ділянки цеху.

При виявленні браку аналізують причини його виникнення, організують заходи щодо усунення браку. Огляд, ремонт і технічне обслуговування обладнання цеху здійснюється слюсарями-ремонтниками цеху відповідно до розроблених графіків технічного обслуговування і ремонтів.

### 3.2.3 Визначення структури та складу персоналу цеху.

Кількість робочих місць (верстатів) в цеху визначаємо виходячи з річної трудомісткості робіт в цеху. За даними базового підприємства сумарна трудомісткість робіт в цеху становить  $T_{цех} = 600000$  нормо-годин.

$$C_{р.м.} = \frac{T_{цех}}{\Phi_{д.в.} \cdot K_{в.м.} \cdot K_3} = \frac{600000}{4015 \cdot 1,08 \cdot 0,85} = 139,6$$

де  $\Phi_{д.в.}$  - ефективний річний фонд часу роботи верстатів, год.;

$K_{в.м.}$  - коефіцієнт виконання норм;

$K_3$  - середній коефіцієнт завантаження верстатів.

Приймаємо  $C_{пр.ц} = 140$  верстатів.

Число основних робітників цеху визначимо за формулою

$$P_o = \frac{T_{цех}}{\Phi_p \cdot K_{в.м.}} = \frac{600000}{1950 \cdot 1,08} = 261$$

де  $\Phi_p$  - ефективний річний фонд часу робітника, год.

Розрахунок складу персоналу цеху наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Склад персоналу цеху

Категорія	Дані для розрахунку	Кількість
Основні робітники	$P_0$	261
Допоміжні робітники	$(20-25\%) P_0$	65
ІТР	$(11-13\%) P_0$	32
СКП	$(4-5\%) P_0$	<u>12</u>
МОП	$(2-3\%) P_0$	<u>8</u>
Загалом		<u>378</u>

### 3.2.3 Структура управління цехом.

Система управління цехом будується за лінійно-функціональною схемою.

Ця схема будується на основі поділу праці між кожною особою апарата управління. Визначаються функції кожного керівника. Крім того, схема показує ієрархію в управлінні і кількість персоналу, що управляє.

Апарат управління цехом має двоступеневу структуру:

- перший ступінь управління - майстер;
- другий ступінь управління - начальник цеху і його апарат управління.

Структура управління цехом наведена на рис. 3.2. Загальне керівництво цехом, координація дій відділів ділянок і служб покладено на начальника цеху. Управління допоміжними службами цеху, забезпечення основного виробничого процесу сировиною, матеріалами, енергією, інструментами та ін., здійснює заступник начальника цеху. Йому підпорядковані наступні посадові особи цеху:

#### *а) енергетик цеху*

Відповідає за безперебійне постачання цеху усіма відами енергії і енергоносіїв (електроенергія, стиснене повітря, пар, газ), стежить за состоянием енергогосподарства цеху (електроприводів обладнання, силових магістралей, пристроїв управління). Розробляє і поза-дряет заходи з енергозбереження, становить графіки ремонту і огляду обладнання.

*б) механік цеху*

Відповідальний за стан технологічного, підйомно-транспортного обладнання цеху та будівлі в цілому. Розробляє графіки технічного обслуговування і ремонту устаткування. Бере участь в розробці проектів модернізації устаткування цеху, складає заявки на придбання запасних частин і матеріалів для ремонту.

*в) майстер інструментальної ділянки*

Забезпечує виконання технічних завдань на виготовлення оснащення та інструменту, своєчасне забезпечення інструментом і оснащенням робочих місць, ремонт і відновлення інструменту і оснастки. Бере участь в розробці заходів щодо скорочення витрат інструменту.

*г) комірник*

Забезпечує облік, зберігання і видачу за вимогами і заявками матеріальних цінностей: заготовок, матеріалів, інструменту, готових деталей і т.д. Своєчасно готує заявки на поповнення технічно обґрунтованих запасів. Безпосередньо організацію основного виробництва в цеху забезпечує старший майстер. Йому підпорядковані майстра верстатних ділянок, майстер ділянки збірки, зварювання та термообробки. Старший майстер забезпечує координацію і розподіл робіт по верстатній ділянкам, становить зведення, контролює завантаження ділянок.

Технологічний відділ складається з кількох бюро, які вирішують різні, але взаємопов'язані завдання:

*а) технологічне бюро*

Забезпечує впровадження у виробництво впровадження у виробництво нових видів продукції, розробку нових технологічних процесів і модернізацію існуючих. Забезпечує робочі місця цеху технологічною документацією.

*б) бюро оснастки*

Розробляє робочі креслення оснащення і інструменту, складає проекти модернізації обладнання цеху.

*в) спеціаліст з програмного забезпечення*

Тому що в цеху є верстати з ЧПУ, передбачаємо посаду програміста. В його обов'язки входить розробка і налагодження керуючих програм. ВТК забезпечує контроль якості продукції на всіх етапах виробничого процесу, аналізує причини браку, розробляє заходи по його усуненню, контролює дотримання технологічної документації (спільно з майстрами ділянок).

*г) бюро організації праці*

Бюро організації праці забезпечує вирішення організаційних питань і забезпечення норм трудового законодавства. Воно включає в себе:

а) табельний відділ, що забезпечує облік робочого часу (простої, прогули, запізнення, лікарняні листки), складає графік тарифних відпусток і ін. ;

б) нормувальник, що забезпечує розробку технічно обґрунтованих норм часу на виконання різних операцій (технологічних, транс-кравців і ін-) Оскільки в цеху працює понад 100 чоловік, то згідно КЗпП України в цеху передбачаємо посаду інженера з охорони праці.

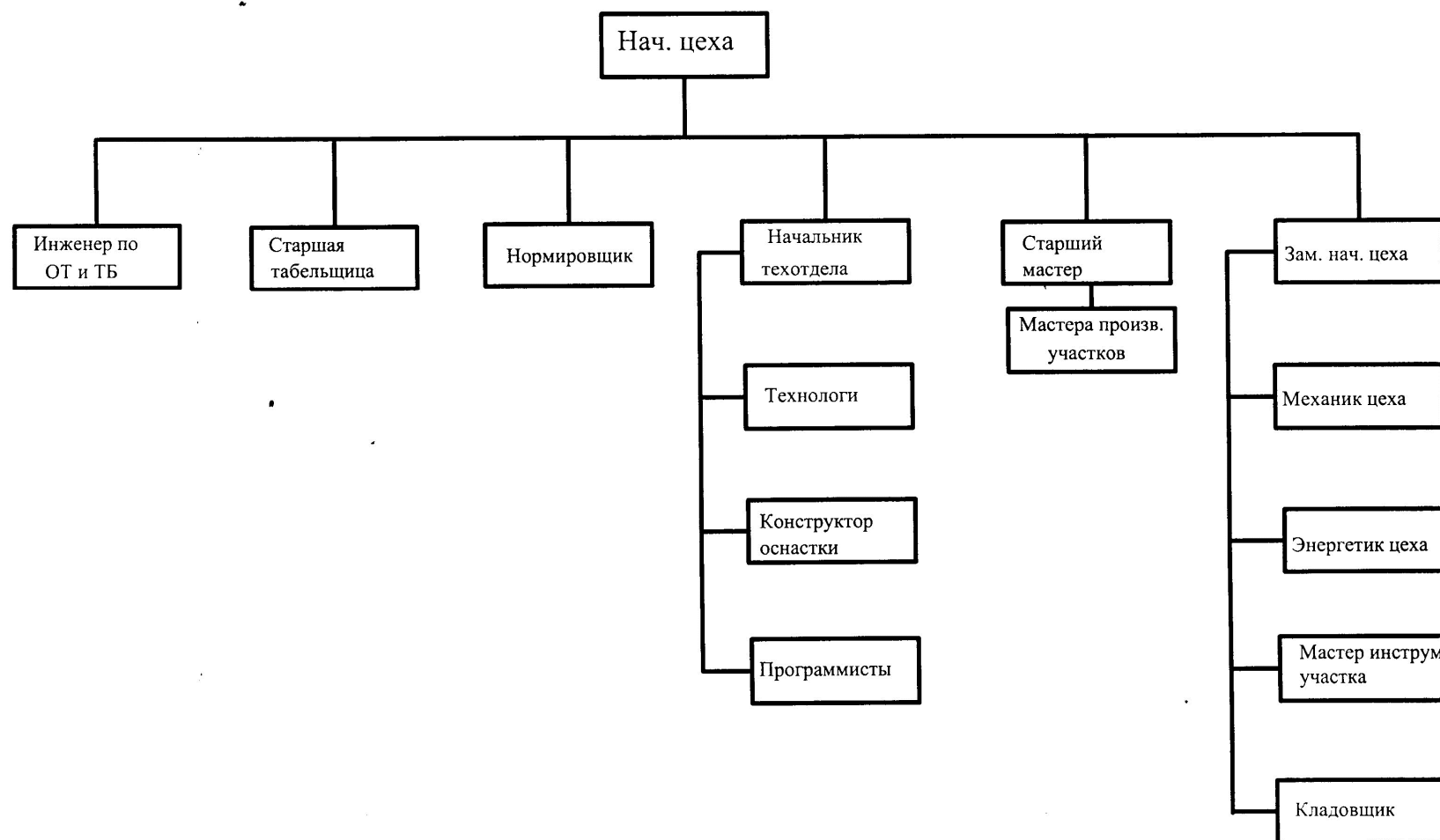


Рисунок 3.2 – Структура управління цехом

## 4 ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ ЦЕХУ З ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ КОРПУС АТ1245.01

### 4.1. Вибір і обґрунтування виробничої будівлі

При проектуванні механічного цеху вибираємо одноповерхову будівлю, яка має переваги у порівнянні з багатопверховими в зв'язку з наявністю великих площ не обмежених частим розташуванням колон, що дозволяє більш раціонально розмістити технологічне обладнання, транспортні засоби та розташувати допоміжні відділення.

Висоту виробничої будівлі цеху вибираємо з урахуванням максимальних габаритів верстатів і підйомно-транспортних механізмів.

Так як в прольотах встановлені кран-балки приймаємо висоту цеху 6м. В даному цеху обробляються деталі вузла силового гідроприводу порівняно невеликі за габаритами але досить трудомісткі, з більшою кількістю оброблюваних поверхонь, що вимагає установки великої кількості верстатів різного призначення. Так на проектованій ділянці встановлено 42 верстати.

Вибираємо виробничу будівлю з розмірами 72 × 144м, що дозволяє розмістити в ньому проектовану і інші ділянки. Габарити обладнання дозволяють прийняти довжину прольоту 18 м і крок колон 12м. Між верстатними ділянками є проїзди шириною 3,5 м, що дозволяє переміщатися транспортним засобам, які можуть перевозити при необхідності деталі і вузли верстатів при їх ремонті. Магістральні проїзди мають ширину 4,5 м. Цех має 4 виходи через ворота розмірами 4 × 5м, які розташовані вздовж магістральних проїздів. Крім цього, так як довжина ділянок перевищує 50м, в середній частині цеху є двері, які забезпечують зручність обслуговування лінії і безпеку евакуації при пожежі. Міжфермовий простір використовується для розміщення комунікацій енергопостачання (повітроводи, кабелі тощо).

Колони цеху спираються на фундаменти, габарити яких враховані при заглибленні і пристрої власних фундаментів високоточних верстатів і розташуванні конвеєрів для прибирання стружки нижче рівня підлоги цеху.



Перекриття даху покладені на фермах, які закріплені на колонах. Для забезпечення високої поздовжньої і поперечної жорсткості каркаса будівлі всі металоконструкції з'єднуються зварюванням закладних елементів і подальшим заповненням стиків бетоном. Ферми мають светоаераційні ліхтарі для створення достатнього рівня природного освітлення.

Підлоги в цеху виконуємо багат шаровими. Вони включають в себе утрамбований ґрунт, надійну бетонну підготовку не менше 300 мм, бетонну стяжку для вирівнювання, шар гідроізоляції і покриття.

Огороджувальні конструкції будівлі цеху включають в себе цегляні стіни, вікна, ворота і двері.

Основне верстатне і допоміжні відділення розташовані в одноповерховій виробничій будівлі цеху, а адміністративно-службові та побутові приміщення розташовані в двоповерховій адміністративно побутовому корпусі з розмірами 12 × 60м, що знаходиться в торці виробничої будівлі. Сітка колон адміністративно-побутового корпусу 6 × 6м.

#### 4.2 Обґрунтування вибору схеми розташування обладнання

На плануванні цеху показана схема розташування обладнання ділянки, яка включає в себе розміщення основного технологічного устаткування (металорізальних верстатів) і допоміжного обладнання (підйомно-транспортних засобів, конвеєрів для прибирання стружки). План розташування обладнання забезпечує послідовність руху деталі відповідно до технологічного процесу, а також оптимальні відстані між верстатами. Відстані між верстатами визначаємо за нормативами [11, с.153] і маємо в своєму розпорядженні їх бічною стороною до поздовжнього проїзду. В якості міжопераційного транспорту на проектуваній ділянці застосовується пульсуючий конвеєр з тарою під деталі. Транспор-

тування тари зі стружкою, вузлів і механізмів верстатів і пристосувань при переналагодженні та ремонті здійснюється кран-балкою опорного типу вантажопідйомністю  $Q = 5\text{т}$ . Такий вид цехового транспорту дозволяє збільшити корисну площу цеху і забезпечити достатню висоту підйому вантажу.

Кран-балки встановлені у всіх прольотах цеху. Доставка на ділянку заготовок і транспортування готових деталей здійснюється за допомогою електровізків з вантажопідйомним краном. Плита візка має габарити  $2100 \times 800\text{мм}$ , що дозволяє розмістити на ній тару з деталями.

#### 4.3. Вибір засобів прибирання стружки

У проектуваному цеху обробляються деталі різної металоміськості, тобто легкі, середньої тяжкості і важкі. В умовах великосерійного виробництва кількість стружки орієнтовно становить 0.65 тонн на рік на  $1\text{м}^2$  площі цеху [11, с.228]. Тому, згідно з рекомендаціями передбачати лінійні конвеєри видалення стружки вздовж ділянки зі спеціальної тарою, розташованою в бункері в кінці лінії, де накопичується стружка і потім вивозиться з цеху в тарі автотранспортом.

Навантаження тари зі стружкою проводиться кран-балкою. Так як в цеху обробляють деталі з різних металів, в тому числі і таких, які дають виту стружку, то згідно з рекомендаціями [11, с. 229] вибираємо скребковий конвеєр, хоча при обробці даної деталі образується в основному дискретна стружка, яка надійно транспортується будь-яким видом стружкоприбрального конвеєра. Розміщуємо конвеєр в каналі глибиною 600 мм уздовж лінії верстатів. Обробка цієї деталі ведеться без МОР по причині утворення дрібної дискретної стружки, яка легше видаляється з зон різання в сухому вигляді, але деталі зі сталі обробляються з використанням МОР. Тому в цеху розроблені схеми пос-

тачання металорізальних верстатів МОР централізованим циркуляційним способом. При цьому способі охолоджуюча рідина подається до верстатів з центральної установки по трубопроводах. Від верстатів відпрацьована рідина йде самопливом по підземних трубопроводах в центральну установку. Перед подачею МОР відстоюється, фільтрується і проходить санітарну обробку антисептиками з метою знищення хвороботворних мікроорганізмів, що утворюються при її задовгому використанні.

#### 4.4. Розрахунок площин цеху

До виробничої площі належить площа зайнята верстатами, стендами міжопераційної збірки, проходами, проїздами між рядами верстатів, складами заготовок і деталей у верстатів, транспортними засобами.

За економічними розрахунками в цеху для виконання всіх операцій обробки деталей вузла силового гідроприводу встановлено 276 верстатів.

Загальна станочная площа цеху дорівнює:

$$F_0 = f_0 * C = 30 * 276 = 8280 \text{ м}^2$$

де  $f_0$  – питома площа на одиницю основного обладнання;

$C$  – прийнята кількість верстатів.

Згідно планування цеху основна виробнича площа, зайнята технологічним обладнанням, становить  $72 \times 32 = 9504 \text{ м}^2$ , що задовольняє вимогам компоновальних схем, прийнятих в машинобудуванні.

На плануванні цеху детально вказано розташування обладнання ділянки з виготовлення корпусу силового гідроприводу.

Площа проектованої ділянки дорівнює:

$$F = \sum f_i * C_i, \text{ м}^2$$

де  $f_i$  – питома площа верстатів кожної моделі;

$C_i$  – прийнята кількість верстатів кожної моделі на ділянці.

Питома площа верстату дорівнює:

$$f_i = f_{ci} * k, \text{ м}^2$$

де  $f_{ci}$  – габаритна площа станка верстатів кожної моделі,  $\text{м}^2$  ;

$k$  – коефіцієнт, що враховує площу, яку потрібно додати по нормам техніки без-небезпеки і зручності експлуатації з урахуванням розміщення транспортних засобів і необхідних заділів

Габаритна площа верстатів і устаткування згідно їх паспортними дан-ним і їх кількість для кожної моделі наступні:

16K20T1-02	$f_{c1}=4.27\text{м}^2$	$C_1=8$
2Н118	$f_{c2}=0.80\text{м}^2$	$C_2=8$
21105Н7Ф4	$f_{c3}=9.30\text{м}^2$	$C_3=10$
16K20	$f_{c4}=1.82\text{м}^2$	$C_4=4$
6Н10	$f_{c5}=1.24\text{м}^2$	$C_5=1$
4Б722Б	$f_{c6}=1,30\text{м}^2$	$C_6=2$
P130	$f_{c7}=1.12\text{м}^2$	$C_7=1$
ПП-1	$f_{c8}=0.67\text{м}^2$	$C_8=1$
M750	$f_{c9}=2.86\text{м}^2$	$C_9=1$
69012013	$f_{c10}=2.40\text{м}^2$	$C_{10}=2$
Контр. стол	$f_{c11}=0.96\text{м}^2$	$C_{11}=3$
ВА-430	$f_{c12}=2.84\text{м}^2$	$C_{12}=1$

$$F=(4.27*8+0.8*8+9.3*10+1.82*4+1.24*1+1.3*2+1.12*1+0.67*1+2.86*1+2.24*2+0.96*3+2.84*1)*5=159.97*5=799.85\approx 800\text{м}^2$$

#### 4.4.1. Допоміжні відділення.

До допоміжних відділень відносяться заточне, контрольне, ремонтне, відділення приготування МОР, склади заготовок і готових деталей, інструментально-роздаткові комори і склади пристроїв і оснащення.

Потрібне кількість заточувальних верстатів широка громадськість, становить 4-6% від кількості обслуговуваних верстатів в цеху:

$$C_{\text{зат}}=(0.04\dots 0.06)*276=11\dots 16 \text{ верстатів.}$$

Принимаем 12 заточных станков [11, с.180].

Площадь заточного отделения:

$$F_{\text{зат}} = C_{\text{зат}} * f_{\text{зат}} = 12 * 8 = 96 \text{ м}^2$$

где  $C_{\text{зат}}$  - кількість заточних верстатів, шт;

$f_{\text{зат}}$  – питома площа на один заточний верстат (8-10 м<sup>2</sup>).

Площа контрольного відділення становить 3-5% від площі верстатного відділення:

$$F_{\text{к}} = 0,03 * 9504 = 280 \text{ м}^2$$

Плануємо два приміщення контрольного відділення площею 140 м<sup>2</sup>.

У ремонтному відділенні кількість верстатів становить 2.6% від кількості інших верстатів в великосерійному виробництві

$$C_{\text{р}} = 0,026 * 276 = 7$$

Площа ремонтного відділення:

$$F_{\text{р}} = C_{\text{р}} * f_{\text{р}} = 7 * 20 = 140 \text{ м}^2$$

де  $f_{\text{р}}$  - питома площа на одиницю обладнання ремонтного відділення.

Площу відділення МОР в залежності від кількості обслуговуваних станків (200 верстатів) приймаємо:  $F_{\text{мор}} = 60 \text{ м}^2$

Площа складування матеріалів і заготовок становить 10% від площі:

$$F_{\text{с}} = 0.1 * 9504 = 950 \text{ м}^2$$

У цю площу входять всі складські та верстатні місця складування деталей і заготовок. Для складів приймаємо два приміщення площею 100 м<sup>2</sup> та 60 м<sup>2</sup>.

Площа інструментально-роздавальних комор приймаємо з розрахунку 0,3 м<sup>2</sup> площі на один верстат, що обслуговується в цеху у великосерійному виробництві:

$$F_{\text{ирк}} = 0.3 * 276 = 82.8 \text{ м}^2$$

Приймаємо  $F_{\text{ирк}} = 85 \text{ м}^2$

#### 4.4.2. . Адміністративно-службові приміщення.

Адміністративно-службові приміщення призначені для розміщення технічних та керувальних служб. Площа конторських приміщень визначається з розрахунку  $3.25 \text{ м}^2$  на одного працюючого в самій чисельній зміні [11, с.383]:

$$F_{\text{кп}}=3.25*300=975\text{м}^2$$

До складу цих приміщень входять техбюро, архів, бухгалтерія, планово-економічний відділ, відділ праці і зарплати, відділ техніки безпеки, управлінські приміщення, показані на кресленні планування дільниці і цеху.

#### 4.4.3 Побутові приміщення.

Побутові приміщення цеху призначаються для санітарно-гігієнічного, медичного, культурного обслуговування та служб харчування.

Сумарна корисна площа побутових приміщень з урахуванням повної кількості людей в двох змінах при закритому способі зберігання одягу становить  $0,65\text{м}^2$  на одну людину. Тоді площа побутових приміщень дорівнює:

$$F_6=0,65*500=325\text{м}^2$$

До складу побутових приміщень в цеху входять гардеробні, умивальні, душові, фотарії, вбиральні, приміщення для особистої гігієни жінок, для сушки і знепилювання одягу, кімнати для куріння, пральні, їдальня і медпункт.

Умивальні приміщення суміщені з вбиральнями і душовими. При групі виробничого процесу по забрудненню Ів проектується 1 кран на 15 чоловік. Число кранів з розрахунку найчисленнішої зміни:

$$n_{\text{кр}}=300/15=20\text{шт.}$$

Число душових сіток визначаємо з розрахунку 7 осіб на одну душову сітку:

$$n_{\text{д}}=300/7=43\text{шт.}$$

Число унітазів згідно з нормативами [11, с389] приймаємо в чоловічих вбиральнях 9, в жіночих 14.

Площа приміщення фотарії 24 м<sup>2</sup>; площа приміщення для особистої гігієни жінок 10м<sup>2</sup>; площа приміщення для сушки і знепилювання одягу 12м<sup>2</sup>; площа пральні 8м<sup>2</sup>; площа медпункту 48м<sup>2</sup>. Число унітазов согласно нормативам [11, с389] принимаем в мужских уборных 9, в женских 14. Площадь помещения фотария 24м<sup>2</sup>; площадь помещения для личной гигиены женщин 10м<sup>2</sup>; площадь помещения для сушки и обеспыливания одежды 12м<sup>2</sup>; площадь прачечной 8м<sup>2</sup>; площадь медпункта 48м<sup>2</sup>.

Площа їдальні визначається з розрахунку 0.3 м<sup>2</sup> на одну людину в найчисельнішій зміні і дорівнює:

$$F_c = 0,3 * 300 = 90 \text{ м}^2$$

У виробничих приміщеннях влаштовані питні установки з газовованной водою.

## 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Калькуляція собівартості деталі

5.1.1 Вартість основних матеріалів обчислюємо за формулою:

$$C_m = 1,12Q_{черн}Ц_m - (Q_{черн} - Q_{чист})Ц_{отх} =$$

$$= 1,12 \cdot 1,18 \cdot 46 - (1,18 - 0,9) \cdot 3,68 = 59,76 \text{ грн}$$

де  $Q_{черн}$  - чорнова маса заготовки, 1,18 кг;

$Ц_m$  - ціна 1 кг матеріалу; Для сплаву алюмінію АЛ 5-Т7 за даними базового підприємства приймаємо 46 грн / кг;

$Q_{чист}$  — маса деталі, 0,9 кг;

$Ц_{отх}$  - ціна одного кг зворотних відходів (стружки), 5,2 грн/кг.

#### 5.1.2 Розрахунок фонду оплати праці.

Основну зарплату, грн, основних робітників цеху визначаємо за формулою:

$$Z_{осн} = C_q \cdot T_{цех} \cdot 1,43 = 7,8 \cdot 600000 \cdot 1,43 = 6692400 \text{ грн}$$

где  $C_q$  - середня тарифна ставка; за даними базового підприємства тарифна ставка для третього розряду приймається 7,8 грн/ч;

$T_{цех}$  — цехова трудомісткість виготовлення деталей, що випускаються в цеху;

1,43 - коефіцієнт, що враховує всі доплати до прямої зарплати.

Визначимо зарплату основних робітників з випуску корпусу. Розрахунок наведено в таблиці 5.1.



Таблиця 5.1 - Зарплата основних робочих

№ докум	найменування операції	шт.к нор- мо / ч	Раз- ряд рабо- ти	Тариф. ставка, грн	Основний фонд зар- плати, грн		
					пря- трав- ня	доп- лати	Σ
1	2	3	4	5	6	7	7
005	Токарська зі ЧПУ	0,0195	3	7.8	0,152	0,065	0,217
010	Токарська зі ЧПУ	0,053	3	7.8	0,413	0,178	0,591
015	Вершкально-свердільная	0,010	3	7.8	0,078	0,034	0,112
020	Вертикально- свердлувальний	0,015	3	7.8	0,117	0,051	0,168
025	Свердильно-фрезерна з ЧПУ	0,013	3	7.8	0,101	0,043	0,144
030	Свердильно-фрезерна з ЧПУ	0,115	3	7.8	0,897	0,386	1,283
035	Свердильно-фрезерна з ЧПУ	0,090	3	7.8	0,702	0,302	1,004
040	Свердильно-фрезерна з ЧПУ	0,023	3	7.8	0,179	0,077	0,256
045	Токарно-гвинторізний	0,007	3	7.8	0,055	0,024	0,079
050	Токарно-гвинторізний	0,007	3	7.8	0,055	0,024	0,079
055	Свердильно-фрезерна з ЧПУ	0,027	3	7.8	0,211	0,091	0,302

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8
060	Свердильно-фрезерна з ЧПУ	0,027	3	7.8	0,211	0,091	0,302
065	Токарська зі ЧПУ	0,027	3	7.8	0,211	0,091	0,302
070	Токарська зі ЧПУ	0,027	3	7.8	0,211	0,091	0,302
075	Токарська зі ЧПУ	0,031	3	7.8	0,242	0,104	0,346
080	Токарська зі ЧПУ	0,026	3	7.8	0,203	0,087	0,290
085	Вертикально-свердлувальний	0,033	3	7.8	0,257	0,111	0,368
090	Вертикально-свердлувальний	0,033	3	7.8	0,247	0,111	0,368
095	Вертикально-свердлувальний	0,015	3	7.8	0,117	0,050	0,167
100	Вертикально-свердлувальний	0,015	3	7.8	0,117	0,050	0,167
105	Вертикально-свердлувальний	0,013	3	7.8	0,101	0,043	0,144
ПО	Токарська зі ЧПУ	0,011	3	7.8	0,086	0,037	0,123
115	Вертикально-фрезерна	0,040	3	7.8	0,312	0,013	0,325
120	Свердильно-фрезерна з ЧПУ	0,032	3	7.8	0,249	0,107	0,356
125	Електроерозійна	0,072	3	7.8	0,562	0,242	0,804
130	Токарно-гвинторізний	0,024	3	7.8	0,187	0,080	0,267
135	Токарно-гвинторізний	0,024	3	7.8	0,187	0,080	0,267
140	Вертикально-свердлувальний	0,036	3	7.8	0,281	0,121	0,402
145	Різьбонарізна	0,027	3	7.8	0,211	0,091	0,302
	Разом	0,869			6,779	2,915	9,693

Розрахунок фонду заробітної плати службовців цеху наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Фонд заробітної плати службовців цеху

Категорія службовців	Кількість персоналу	Середній оклад, грн.	Кількість місяців	Фонд оплати праці, грн.
Вспом. робочі	65	1250	12	975000
ІТП	32	1620	12	622080
СКП	12	950	12	136800
МОП	8	780	12	74880
Разом				1808760

### 5.1.3 Розрахунок цехової собівартості деталі.

Визначимо середню вартість верстатів на ділянці. Вартість верстатів С, на ділянці приведена в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Вартість верстатів проектованої ділянки

№ П / П	модель верстата	Кількість на ділянці	Оптова ціна, грн	Транспортні витрати (5%), грн	вартість верстата, грн
1	16K20T1-02	8	42000	2100	352800
2	2H118	9	9300	465	87885
3	21105H7Ф4	12	64100	3205	807660
4	16K20	4	тисяча де-	99	833
5	6H10	2	1160	58	2436
6	4Б722Б	т	17640	882	55566
7	P130	1	1500	75	1576
Разом		39			1316288

Середня вартість верстатів, грн

$$C_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^m C_i}{m} = \frac{1316258}{39} = 33750$$

Визначимо вартість верстатів в цеху, грн.

$$C_{cm}^{цех} = C_{cp} \cdot C_{p.c.} = 33750 \cdot 140 = 4725000$$

Визначимо вартість інструментів, приладів та інших пристроїв в цеху, грн

$$C_{инс}^{цех} = C_{ст}^{цех} \cdot 0,1 = 4725000 \cdot 0,1 = 472500$$

Визначимо вартість транспортних засобів в цеху, грн.

$$C_{тп}^{цех} = C_{ст}^{цех} \cdot 0,2 = 4725000 \cdot 0,02 = 94500$$

Визначимо величину амортизаційних відрахувань в цеху, грн.

$$A = (C_{ст}^{цех} + C_{инс}^{цех} + C_{тп}^{цех}) \cdot 0,12 = (4725000 + 472300 + 94500) \cdot 0,12 = 635040$$

Визначимо середню потужність верстатів, кВт, на ділянці

$$P_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^m P_i}{m} = \frac{11 \cdot 8 + 1,5 \cdot 9 + 13 \cdot 12 + 11 \cdot 4 + 3 \cdot 2 + 1,3 \cdot 3 + 0,18 \cdot 1}{39} = 8$$

Визначимо потужність верстатів в цеху, кВт

$$P_{ст}^{цех} = P_{cp} \cdot C_{р.ц} = 8 \cdot 140 = 1120$$

Визначимо витрати на силову електроенергію, грн.

$$З_э = C_э \cdot P_{ст}^{цех} \cdot \Phi_{д.о.} \cdot K_{з.о.} = 0,72 \cdot 1120 \cdot 4015 \cdot 0,85 = 2752042$$

где  $C_э$  — ціна 1 кВт електроенергії для промислових підприємств (0,72грн / кВт).

Визначимо витрати на стиснене повітря, грн.

$$З_{возд} = 1,5qB\Phi_{д.о.} \cdot K_{з.о.} \cdot C_{возд} = 1,5 \cdot 0,8 \cdot 70 \cdot 4015 \cdot 0,85 \cdot 0,082 = 23507$$

де  $q$  - годинна витрата стисненого повітря на 1 верстат, м<sup>3</sup> / год;

$B$  - кількість верстатів в цеху, що використовують стиснене повітря;

$B = (40 \dots 60)\% C_{ст}^{цех} = 140(0,4 \dots 0,6) = 56 \dots 84$ . Приймаємо  $B = 70$ . Визначимо витрати на воду, грн.

$$C_{\hat{a}\hat{i}\hat{a}} = \tilde{N}_{\hat{a}\hat{i}\hat{a}} q_{\hat{a}\hat{i}\hat{a}} \hat{A} \cdot \hat{O}_{\hat{a}\hat{i}} \hat{E}_{3,0} = 10,35 \cdot 0,6 \cdot 85 \cdot 4015 \cdot 0,8 = 1695454$$

де  $C_{вод}$  - ціна 1м<sup>3</sup> води, грн / м<sup>3</sup> (10.35 грн / м<sup>3</sup>); ціна 1м<sup>3</sup> води, грн/м<sup>3</sup> (10.35 грн/м<sup>3</sup>);

$q_{вод}$  - годинна витрата води на 1 верстат (0.6м<sup>3</sup>/ч);

$V$  — кількість верстатів в цеху, що працюють з використанням МОР; по даними базового підприємства приймаємо  $V = 85$

Визначимо вартість будівлі цеху, грн.

$$C_{зд} = V \cdot 20 = 85 \cdot 20 = 17000$$

где  $V$  - об'єм будівлі цеху; цех розташований в виробничому приміщенні з розмірами 144x72x7,2 м. Його обсяг становить 74649,6м<sup>3</sup>. Адміністративно - побутові приміщення розташовані в прибудованому блоці (2 поверху) з розмірами 60x12x3 м. Обсяг адміністративної будівлі становить 4320 м<sup>3</sup>. Загальний обсяг

$$V = 74649,6 + 4320 = 78969,6 \text{ м}^3.$$

Амортизаційні відрахування на будівлі і споруди, грн.

$$A_{зд} = C_{зд} \cdot 0,03 = 17000 \cdot 0,03 = 5100$$

Складемо кошторис витрат на утримання та експлуатацію устаткування (табл.5.4).

Складемо кошторис цехових витрат (табл. 5.5)

Таблиця 5.4 - Кошторис витрат на утримання і експлуатацію обладнання

Найменування показника	Позначення	Витрати,
1. Амортизаційні відрахування на обладнання цеху	$A$	635040
2. Витрати на силову електроенергію	$Z_e$	2752042
3. Витрати на стиснене повітря	$Z_{возд}$	23507
4. Витрати на воду	$Z_{вод}$	1695454
5. Зарплата допоміжних робітників	$Z_{всп} \cdot 1,14$	1111500
6. Допоміжні матеріали	70грн на 1 верстат	9800

7. Поточний ремонт обладнання	100 грн на 1 верстат	14000
8 Витрати на мастильні матеріали та за- міну швидкозношуваних деталей	20грн. на 1 працюючого	2800
9. Витрати на відновлення ін- сфумента і оснащення	3 грн на 1 працюючого	420
РАЗОМ (I)		6244563
Основна зарплата основних робочих	$Z_{осн}$	6692400
Ставлення витрат на утримання і експлуатацію обладнання до фонду оплати праці	$P_{с.о} = \frac{I}{Z_{осн}}$	0,933

Таблиця 5.5 - Кошторис цехових витрат

Найменування показника	позначення	Витрати, грн
1. Амортизаційні відрахування на будівлю цеху	$\bullet A_{цех}$	47382
2. Витрати на опалення та освітлення буді- влі цеху	$10\% C_{ст}^{цех}$	472500
3. Витрати з випробувань, дослідів, рац- пропозиції	$10\% Z_{осн}$	669240
4. Зарплата ІТП	$Z_{ИТР}$	622080
5. Зарплата СКП	$Z_{СКП}$	136800
6. Зарплата МОП	$Z_{МОП}$	74880
7. Зарплата допоміжних робітників	$Z_{всп}$	975000
8. Відрахування на соцстрах	$37\% \sum_{п.4-6}$	669240
9. 1 1рочіе витрати цеху	$7\% Z_{осн}$	468468
Разом по кошторису (Ц)		4135590
Основна зарплата основних робочих	$Z_{осн}$	6692400
Співвідношення цехових витрат до фонду оплати праці	$\dot{I}_{\delta} = \frac{\ddot{O}}{C_{мі}}$	0,618

Складемо калькуляцію собівартості деталі (табл. 5.6).

Таблиця 5.6 - Калькуляція собівартості деталі "Корпус"

Показник	Устаткування	Сума, грн
----------	--------------	-----------

1. Матеріали, за вирахуванням зворотних відходів	<i>див</i>	59,76
2. Основна зарплата виробничих робітників	<i>-Зосн</i>	6.78
3. Додаткова зарплата	43% Зосн	2,92
4. Відрахування в соціальні фонди	37% Зосн	2.51
5. Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	<i>Псо(П.2 + п.3)</i>	9.04
Разом технологічна собівартість		81.01
6. Цехові витрати	<i>Пц (П.2 + П.3)</i>	5.99
Разом цехова собівартість		87,00

## 5.2 Техніко-економічні показники роботи ділянки

Техніко-економічні показники роботи ділянки з випуску корпусу наведені в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 - Техніко-економічні показники роботи ділянки

показник	розмерність	дані	
		по проекту	за базовим варіантом
Об'єм виробництва			
- В натуральному значенні	шт	18000	1 8000
- в нормо-годинах	н / год	15649	15948
- у вартісному вираженні	тис.грн.	1566.0	1618.92
Трудомісткість однієї деталі	н / год	0,869	0,886
Цехова собівартість однієї деталі	грн.	87.00	89.94
Кількість основних робочих	людина	39	40
Вироблення на одну людину			
- в нормо-годинах	н / год / чел	401,1	398,
- у вартісному вираженні	грн / чел	40154	40073

### 5.2.1 Річний економічний ефект

Річний економічний ефект, грн, розраховується за формулою

$$\mathcal{E} = (C_{\delta} - C_{np}) N_{вып} - E_n \cdot K_{дон}$$

где  $C_{\delta}$  - собівартість деталі за базовим варіантом, грн;

$C_{np}$  - собівартість деталі по проекту, грн;

$E_n$  - нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень;

нормативный коэффициент экономической эффективности  
капитальных вложений;

$K_{дон}$  - додаткові капітальні вкладення, грн.

Оскільки капітальні витрати за проектом не передбачені, то економічний ефект, грн, визначаємо за формулою

$$\mathcal{E} = (C_{\sigma} - C_{np})N_{вып} = (89.94 - 87.00) \cdot 18000 = 53000$$

## 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 6.1. Характеристика шкідливих та небезпечних факторів цеху

У цеху обробляються деталі вузла силового гідроприводу. На ділянці по обробці корпусу розташовані верстати: токарні з ЧПУ; вертикально-свердлильні; свердлильно-фрезерні з ЧПУ; токарно-гвинторізні; Вертикально-фрезерні; Електроерозійна; резьбонарезной. Крім мехобробки на ділянці проводиться електрохімічна обробка і анодування.

Матеріал деталі-алюмінієвий сплав, що володіє досить високою міцністю. Так як цей сплав характеризується крихкістю, то при мехобробці він дає дискретну стружку надлому і схильний до незначительно пилоутворення. У суміші з МОР така стружка утворює шлам, який важче прибирати, ніж суху стружку. Тому обробка деталі ведеться без МОР. Повітря робочої зони може містити пил алюмінію і вольфрамокобальтових сплавів. У табл. 6.1 наведені гранично-допустимі концентрації і класи безпеки шкідливих речовин, утворюють-трудящих при мехобробці корпусу, відповідно до ГОСТ 12.1.005-88.





года	маль- ная	тоян- ных рабо- чих местах	непосто- янных рабочих местах	маль- ная	тоян-ных и не постоян- ных рабочих местах	маль- ная	янных и непост. Рабочих местах
Хо- лод- ный	18- 20	17-23	15-24	40- 60	75	0.2	0.3
Теп- лый	21- 23	18-27	17-29	40- 60	75-65	0.3	0.2-0.4

Металорізальні верстати, транспортне обладнання і інше допоміжне обладнання є джерелом шуму і вібрацій. Шум в цеху - широкопasmовий, постійний. Вібрації транспортно-технологічні, постійні і періодичні. У таблиці 5.3. наведені фактичні та допустимі спектри шумів верстатів цеху. станков цеха.

Гранично-допустимі рівні віброшвидкості згідно ГОСТ 12.1.012-78 складають для транспортно-технологічних вібрацій 101 дБ, для технологічних 92 дБ.

Джерелами травматизму (небезпечними факторами) в цеху можуть бути рухомі і обертові деталі і вузли устаткування, що руйнуються, ріжучі інструменти, стружка.

На ділянці можливий травматизм, тому що в якості енергоносія застосовується електричний струм напругою 220/380 В. За ступенем електроураження приміщення цеху згідно ПУЕ відноситься до особо небезпечних, тому що в ньому можуть бути присутніми більше двох факторів підвищеної небезпеки:

- токопроводяща підлога (залізобетон);
- струмопровідна пил (на операціях притирання); підвищена вологість (при використанні МОР);
- можливість одночасного дотику людини до яких з'єднання з землею металоконструкцій з одного боку і корпусів електрообладнання, які можуть опинитися під напругою, з іншого боку.

На токарних верстатах застосовуються пневматичні патрони. У разі повнов пневмосистеми та розгерметизації можливий вирив деталі. На ос-тальних

верстатах з ЧПУ застосовуються гідравлічні пристосування, що також при розгерметизації може привести до вириваючі деталі, а витік масла до займання системи.

Таблиця 6.3. Частотні спектри шумів верстатів

Оборудование	Уровни звукового давления L дБ в октавных полосах частот Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Станки токарные, вертикально-сверлильные, фрезерные	78	80	84	85	84	80	80	80
	81	82	83	86	85	80	80	80
	80	78	76	78	82	80	80	78
Допустимые уровни звуко-вого давления для постоян-ных рабочих мест произ-водственных помещений по ГОСТ 12.1.003-83	92	92	86	84	80	78	76	74

У цьому технологічному процесі в основному застосовуються вогнетривкі матеріали в холодному стані. Горючі рідини (масла в системах сма-ЗКІ і гідропріспособленнях) складають не більше 10% до обсягу всіх мате-ріалів, а тому цей процес за ступенем пожежонебезпеки відноситься до категорії Д [17].

## 6.2. Заходи з охорони праці

### 6.2.1. Санітарно-гігієнічні хаходи

З метою нормалізації параметрів мікроклімату і забезпечення чистоти повітря в цеху застосовуються такі системи вентиляції та опалення: -загальна припливна система вентиляції, яка рівномірно подає чи-стий повітря в цех; перед надходженням повітря в вентилятор він обра-бативает, щоб забезпечити нормативні параметри мікроклімату ( t, φ, v ), тому перед вентилятором встано-влені калорифери для підігріву повітря;

-індивідуальні опалювальні калорифери, закріплені на колонах, що мають осьові вентилятори;

-загальна витяжна система вентиляції, яка видаляє відпрацьоване повітря з цеху; перед викидом повітря з цеху він очищається від шкідливих аерозолів, туману, диму, тому в витяжній системі перед вентилятором встановлено насосні установки;

-індивідуальна витяжна система вентиляції від мийної машини;

-індивідуальна витяжна система вентиляції від верстата для маркуються-вки.

Нормальні умови зорової роботи забезпечуються наступними системами освітлення:

-загальна штучна система освітлення з використанням люмінісцентних ламп в закритих пило-вологобирних світильниках;

-комбінована штучна система освітлення; вона реалізується наявністю загальної системи освітлення і системи місцевого освітлення обладнання; для цього всі верстати обладнані світильниками з лампами типу МО, напругою 24 В; -Верхній-бічна система природного освітлення; для цього в цеху є світлові прорізи вікон площею 400м<sup>2</sup> (з двох сторін цеху) і верхніми світловими ліхтарями в кожному прольоті з площею скління 120м<sup>2</sup>;

-аварійне освітлення;

-евакуаційне освітлення (крім ламп має також світлові написи над виходами з цеху).

Система загального освітлення цеху має 4 ряди світильників в кожному прольоті цеху. У кожному ряду 48 світильників, в яких є 2 лампи. Тому загальна кількість ламп для освітлення одного прольоту цеху дорівнюватиме:

$$N = 4 * 48 * 2 = 384$$

Розрахунковий світловий потік кожної лампи визначається за формулою [17]: де  $E_n$  нормативна загальна освітленість 300лк;

$$\Phi_p = \frac{100 * E_n * S * k * z}{N * \eta},$$

$S$  – площадь цеха  $18 * 132 = 2376 \text{ м}^2$

$k$  – коэффициент запаса; при средней запыленности равен 1.3;

$z$  – коэффициент неравномерности при продольных рядах светильников равен 1.1;

$N$  – число ламп, шт;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока, который зависит от цвета и размеров отражающих поверхностей цеха (пола, потолка, стен).

Индекс помещения

$$i = \frac{A * B}{H_p * (A + B)} = \frac{132 * 18}{6 * (132 + 18)} = 2.64$$

где  $A$  – длина пролета, м;

$B$  – ширина пролета, м;

$H_p$  – высота подвеса светильников, м.

Коэффициент отражения потолка и пола  $\rho_n = 50\%$ , стен  $\rho_c = 30\%$  при светлой окраске. По индексу и коэффициентам отражения для ламп со светильниками ПВЛ в табл. 6.1. [17, с.128] находим  $\eta = 0.72$

$$\Phi_p = \frac{100 * 300 * 2376 * 1.3 * 1.1}{384 * 72} = 3686 \text{ лм}$$

По таблице 6.2 [17, с.129] выбираем лампу ЛД40, стандартный световой поток которой равен 3800 лм.

С целью снижения шума и вибраций при проектировании рабочих мест предусмотрены следующие мероприятия:

- станки и оборудование установлены на фундаменты, в конструкции которых предусмотрены элементы вибропоглощения;
- ограждения передаточных и приводных механизмов;
- выполнение стандартных требований по жесткости при закреплении режущих и вспомогательных инструментов;

З метою зниження шуму і вібрацій при проектуванні робочих місць передбачені наступні заходи:

- Верстати і обладнання встановлено на фундаменти, в конструкції яких передбачені елементи вібропоглинання;
- загородження передавальних і приводних механізмів;
- виконання стандартних вимог по жорсткості при закріпленні ріжучих і допоміжних інструментів;
- застосування пружних елементів, прокладок, амортизаторів;
- використання звукопоглинальних облицювань встроїтельних конструкція цеху.

#### 6.2.2. Заходи з техніки безпеки

З метою попередження травм передусомт наступні засоби безпеки: застосування запобіжників для зниження небезпеки в аварійних ситуаціях; блокування від помилкового включення обладнання; застосування сигналізації безпеки (знаковою, колірної, прибороуказательной), обмежувачів ходу, гальмівних пристроїв; в місцях можливого розбризгу МОР, від стружки, що відлітає, застосовуються захисні екрани.

У конструкціях пристосувань передбачені ніші для відходу стружки, елементи надійного кріплення до верстатів. Зусилля прикладені до кріплення заготовок пристосувань при їх установці спрямовані в сторону від інструменту. В пневмо- і гідропріспособленнях передбачений запас міцності 2.5, застосування запобіжних клапанів, спрацьовуючих при падінні тиску і дозволяють стабілізувати тиск і утримати деталь.

Для збору стружки верстати мають піддони і шнеки для транспортуютьки стружки в контейнер. Контейнер транспортує стружку в бункер. Після цього стружка вивозиться з цеху. Трубопроводи для МОР розташовані так, що ними можна управляти не наближаючи руку до інструмента. Один раз в місяць обладнання очищаються від залишків МОР.

Для захисту робітників від впливу електричного струму передусмотрени наступні заходи:

- з метою ефективного захисту обрана трифазна чотирипроводна мережа з глухозаземленою нейтраллю;
- все струмопровідні частини закриті, ізольовані; збереження ізоляції від пошкодження забезпечується прокладкою проводки в трубах, огорожею;
- відкриті струмопровідні частини харчування кранів розташовані на недоступній висоті, огорожені;
- передбачений періодичний контроль ізоляції;
- всі корпусні деталі верстатів і устаткування з'єднані з общецеховою системою захисного занулення;
- захисне відключення обладнання в разі короткого замикання або появи потенціалу на корпусі електроустаткування;
- застосування індивідуальних засобів захисту, плакатів і ізолюючих інструментів під час ремонту електроустаткування.

Всі роботи, пов'язані з переміщенням вантажів, механізовані. Безпека транспортних засобів забезпечується огорожею, блокуванням, застосуванням орієнтувальних засобів. Зони ділянки відзначені білою фарбою.

### 6.2.3. Протипожежні заходи

Будівельно-планувальні рішення при проектуванні цеху і планування ділянок включають в себе наступні заходи:

- будівельні конструкції цеху обрані вогнетривкі і трудногорає з межею вогнестійкості 2.5 години;
- протипожежні розриви для поруч розташованих будинків складають 9 м;
- з верстатного відділення робочі в разі пожежі евакуюються через 4 виходи, що більше 2 по нормам для виробництва категорії «Д.» кожне приміщення

ня має вихід, а більш небезпечні приміщення два виходи (відділення МОР, склади, архів);

-Проходи і проїзди мають ширину більше 1 м. Максимальний шлях евакуації з цеху від найвіддаленішої точки до всіх виходів становить 68м, що задовольняє умовам безпеки для виробництв категорії «Д», для яких час евакуації не регламентують-ється і може складати більше 3 хв. [СНиП 2.01.-85].

Для гасіння початкової пожежі чи загоряння у всіх приміщеннях цеху встановлені вогнегасники.

У приміщенні цеху, де розташоване верстатне відділення, є пожежний щит, укомплектований ящиком з піском та інвентарем. На площах ділянок розміщені по два порошкових і два вуглекислотних вогнегасники, як найбільш ефективних при загорянні масла і електроприводу під напругою. Для гасіння пожежі є водопровід протипожежного водопос-бження, що дозволяє гасити пожежу двома струменями протягом 3 годин, що відповідає СНиП 2.01.02-85.

#### 6.2.4. Організація безпечної роботи в цеху

Профілактика травматизму забезпечується проведенням інструктажів: вво-дного, первинного на робочому місці, повторного, позапланового та поточного.

Адміністрацією цеху здійснюється триступеневий контроль за станом безпеки в цеху.

Перший ступінь щодня здійснюється майстром і громадським інспектором охорони праці профгрупи. При цьому наголошується стан обладнання та інструментів, умови експлуатації та відповідність їх без-небезпеки.

Другий ступінь здійснюється начальником цеху і головними спеціалістами (енергетик, механік) один раз на тиждень.

Третій ступінь здійснюється головним інженером і головними спеціалістів один раз на місяць з метою профілактики травматизму і професійних захворювань робочі проходять медогляди, забезпечуються спецодягом, засобами захисту. У приміщенні цеху заміряються рівні небезпечних і шкідливих факторів. Є побутові приміщення.

## 7 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Відповідно до чинного Законодавства України по ЦЗ на підприємстві розробляються і виконуються заходи щодо стійкої і безперервній роботі підприємства при надзвичайних ситуаціях.

Найбільш імовірною надзвичайною ситуацією на підприємстві є аварія з викидом НХР в результаті:

- різке підвищення тиску в цистерні (ємності) при змінах температури; - пошкодження клапанів надлишкового тиску;
- порушень технологічного процесу.

Порядок дій персоналу підприємства в разі виникнення надзвичайної ситуації визначається інструкціями та планами реагування на надзвичайні ситуації.

Залежно від виду, рівня і місця надзвичайної ситуації дії працівників підприємства конкретизуються відповідними календарними планами основних заходів.

При отриманні повідомлення про викиди (вилив) НХР черговий диспетчер підприємства зобов'язаний:

1. Сповістити чергові зміни аварійних служб підприємства (ДВГРС, пожежні команди, швидку медичну допомогу, ВОХР) наявними в його розпорядженні засобів зв'язку (радіозв'язок, гучномовці, телефон) про виниклу аварію.
2. Зробити прогнозування ситуації, хімічної обстановки, оцінити її і прийняти рішення про оприлюднення керівництва і персоналу підприємства, який знаходяться в зоні локальної системи сповіщення.
3. Здійснити запуск або дати команду черговому АТС цеху зв'язку та сигналізації: на включення електросирен, обладнання РОТО, грім-коговорітелів по периметру заводу.
4. Зробити оповіщення цехів і підрозділів підприємства шляхом трансляції повідомлення, яке знаходиться на аудіокасеті, відповідно до аварією, що сталася.



5. Розкрити пакет відповідно до реальних метеообставин, обмінятися відкриттями паролів з оперативним черговим управлінням з питань надзвичайних ситуацій та ЦЗН міста, черговим МВ УМВС.

6. Доповісти про аварію: оперативному черговому управлінням з питань НС та ЦЗН міста, черговому МВ УМВС за телефоном 02, або телефоном прямого зв'язку; оперативному черговому Головного управління з питань НС та у ЦЗН від ЧДК облдержадміністрації по теле-ном прямого зв'язку.

7. Для входу в зв'язок з оперативним черговим Головного управління з питань НС та у ЦЗН від ЧДК облдержадміністрації використовувати систему парканалів зв'язку за паролем «СТРІЛА».

Крім цього, згідно із розпорядженням голови обласної державної адміністрації від 29.12. 2001р. №752 "Про організацію інформаційної взаємодії при загрозі та виникненні надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, їх ліквідації та мінімізації наслідків" з питань організованої взаємодії інформація може надійти від чергового теруправління Держнаглядохоронпраці, обласного центру з гідрометеорології, міського відділу УМВС, і других міських служб, установ. З метою прискорення оцінки обстановки, яка складається в разі виникнення аварії з НХР розроблено табло чергового диспетчера. Табло чергового диспетчера оформлено на стенді розміром 1,8 X 2,0 м. На табло у вигляді детальної схеми нанесено:

- межі зони можливого хімічного забруднення з розбивкою за сектор;
- підприємства, установи та організації, які розташовані в зоні можливого хімічного забруднення, на всю глибину цієї зони.

На табло також розміщена додаткова інформація, яка дає можливість скоротити термін прийняття рішення черговим диспетчером.

Також на території встановлений показчик напрямку вітру, який можна побачити з робочого місця чергового диспетчера.

Оповіщення організується відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 15 лютого 1999 № 192 "Про затвердження Положення про органі-

зацію оповіщення і зв'язку у надзвичайних ситуаціях". Оповіщення персоналу підприємства здійснюється:

- за системою оповіщення на базі апаратури П-160 "Осінь";
- телефонними каналами зв'язку загального користування.

З метою організації зв'язку розгортаються пересувні пункти управління з мобільними вузлами і засобами зв'язку спеціалізованих служб ЦО підприємства. Крім того, передбачається використання ведомствених засобів зв'язку (вугільних об'єднань, гірничорятувальних підрозділів, професійних газорятівних підрозділів, протипожежних сил, органів МВС, служби енергетики, керівництва магістральних нафто-газопроводів), а також фізичних, юридичних осіб, вододіючі радіостанціями Сі-Бі (27 МГц) діапазону частот на 19-му аварійно-інформаційному каналі зв'язку. Пересувні пункти управління обладнані радіостанціями «Льон», Р-123.

Організовується зв'язок:

1. з управлінням з питань НС та ЦЗН міста в радіомережі № 7104 Головного управління з питань НС та у ЦЗН від ЧДК облгосадміністрації на радіостанції «Льон»; телеграфний зв'язок АТА; телефонна і телеграфний зв'язок; прямий телефонний зв'язок по системі відбору каналу зв'язку по апаратурі 5Ф88.

2. з аварійно-рятувальними підрозділами в радіомережі № 7104 ; 3. з Головним управлінням з питань НС та у ЦЗН від ЧДК облдерж-адміністрації в радіомережі № 7101; 4. з органами взаємодії центральних органів виконавчої влади в їх радіомережах на радіостанції "Віола", Р-863. При виникненні надзвичайних ситуацій:

- проводиться оповіщення і збір керівного складу ЦЗ підприємства;
- при виникненні надзвичайної ситуації проводиться засідання комісії з питань ТЕБ та НС підприємства, на якому приймається рішення щодо ліквідації надзвичайної ситуації та її наслідків.

Директор (Начальник ЦЗ):

- отримавши інформацію про НС, прибуває на підприємство і здійснює загальне керівництво ліквідацією наслідків і порятунком людей;
- інформує адміністрацію міста про рятувальних та інших негайних роботах;
- створює команду фахівців, яка бере участь разом з газорятувальною службою в ліквідації наслідків НС.

Головний інженер:

- безпосередньо керує роботами з ліквідації наслідків НС;
- ознайомившись з обстановкою, приступає до виконання заходів за планом ГО мирного часу;
- керує діями пункту управління;
- перевіряє особовий склад ГСС, медслужби і контролює повноту оповіщення всіх посадових осіб; дає вказівки на евакуацію рис і з інформації. Начальник штабу ГОЧС підприємства:

- розробляє план захисту рис від СДОР (разом з начальниками служб);
- розгортає КП, віддає розпорядження на проведення заходів по захисту РОС;
- готує сили і засоби до ведення НіСР; - ставить завдання на розвідку ОХЗ;
- оцінює обстановку і доповідає НГО, готує пропозиції з проведення НіСР;
- здійснює контроль за своєчасним наданням медичинської допомоги ураженим, їх евакуацією і виведенням з вогнища зараження.

Розроблені на підприємстві заходи щодо стійкості і неодмінно-ривності управління підприємством при надзвичайних ситуаціях є досить ефективними і дозволяють забезпечити надійну роботу і захист співробітників підприємства при надзвичайних ситуаціях.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Добрынев И. С. Курсовое проектирование по предмету “Технология машиностроения”: Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 1985. 184с.
2. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении: Учебное пособие/ В. В.Бабук и др. – Мн.: Выш.шк., 1987 – 255с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/Под ред. А. Г.Косиловой и Р. К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. 656с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/Под ред. А. Г.Косиловой и Р. К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. 656с.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник/ В. И.Баранчиков и др.; Под общ.ред. В. И.Баранчикова – М.: Машиностроение, 1990 – 400с.
6. Справочник металлиста. В 5-ти т., Т.4/ Под ред. А. Г.Рахштадта и В. А.Брострема, М.: Машиностроение, 1976 – 478с.
7. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. – Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974 – 421с.
8. Организация, планирование и управление машиностроительным производством. Под ред. Б. Н.Родионова. – М.: Машиностроение, 1989 – 228с.
9. Егоров М. Е. и др. Технология машиностроения. Учебник для втузов. Изд. 2-е доп. – М.: Высшая школа, 1976 – 534с.
10. Великанов К. М., Власов В. Ф., Карандашова К. С., Экономика и организация производства в дипломных проектах. – Л.: Машиностроение – 1977, с208.
11. Егоров М. Е. Основы проектирования машиностроения заводов. – М.: Высшая школа, 1989, с.480.

12. Единая система ППР и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий – М.:Машиностроение, 1987, 591с.
13. Технологія машинобудування. Дипломне проектування: Нвач. посібник/ А. М. Зинченко и др.-Алчевськ: ДГМІ, 2004. \_260с.
14. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.3 – М.:Машиностроение, 1979 – 557с.
15. Микитянский В. В. Точность приспособлений в машиностроении. – М.:Машиностроение, 1984 – 128с.
16. Станочные приспособления. Справочник. В 2-х т. Т.1/ Под ред. Б.И. Вардашкина и В. В. Данилевского. – М.:Машиностроение, 1984 – 655с.
17. Юдин Е.Я. Охрана труда в машиностроении. М.:Машиностроение, 1983 – 432с.
18. Методические указания к практическим занятиям по курсу “Основы экологии” (для студентов машиностроительных специальностей)/ Сост.; Л. А. Мосягина – Алчевск: ДГМИ, 2003.-21с.
19. Промышленная экология/ К. Н. Ткачук, Д.Ф. Иванчук, М.А. Халимовский и др. –К. УМК ВО, 1992.-272с.
20. Депутат О. П. та ін. Цівільна оборона. – Львів.: Афіша, 2000.-108с.