СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інженерії

Кафедра Машинознавства та обладнання промислових підприємств

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до магістерської роботи

освітньо-кваліфікаційного рівня *магістр*

спеціальності *131 прикладна механіка*
спеціалізації *технології машинобудування*

на тему «***Розробка технологічного процесу виготовлення деталі (корпуса КГ 133.01), з проектуванням механічної ділянки по її виготовленню***»

Виконав: здобувач вищої освіти групи ТОМ-17дм

Ілюхін Д.В. _____
(прізвище, та ініціали) (підпис)

Керівник Алтухов В.М. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Завідувач кафедри Архипов О.Г. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент Боровік П.В. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Сєвєродонецьк - 2019

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 121 с., 24 табл., 25 рис., 13 дод., 17 джерел.

У випускній кваліфікаційній роботі розроблений маршрутно-операційний технологічний процес виготовлення деталі «Корпусу КГ 133.01» в умовах середньосерійного виробництва.

Проведений аналіз службового призначення деталі і технічних умов. Виконано критичний аналіз технічних вимог і норм точності, який пред'являється до деталі. Прийняті в проекті рішення дозволяють розглянути можливість заміни в базовому (заводському) технологічному процесі універсального обладнання на верстати з ЧПК

Спроектована ділянка механічної обробки. Проведений розрахунок собівартості і економічного ефекту зміни технологічного процесу.

На основі отриманих результатів розроблено комплект технологічної документації.

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

Креслення деталі……..…… А1

Креслення заготовки…… А1

Розрахунково-технологічна карта……...……... А1

Пристосування свердлильне……... А1

Пристосування фрезерне….…… А2

Проект ділянки ……...……. А1

Пристосування контрольне……. А1

Усього в листах формату А1……... 6,5

Комплект технологічної документації на 30 сторінках.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ 6
ВСТУП 7
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 8
1.1 Службове призначення деталі 8
1.2 Аналіз властивостей матеріалу деталі 9
1.3 Вибір типу виробництва 11
1.4 Аналіз відповідності технічних вимог і норм точності службовому призначенню деталі 12
1.5 Аналіз технологічності конструкції деталі 13
1.6 Вибір способу отримання заготовки 14
1.7 Вибір технологічних баз 23
1.8 Вибір способів обробки поверхонь 25
1.9 Визначення міжперехідних припусків і допусків 26
1.10 Розрахунок режимів різання 29
1.11 Нормування операцій 32
1.12 Технологічні параметри верстата 36
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА 38
2.1 Проектування свердлильного пристосування 38
2.1.1 Завдання на проектування 38
2.1.2 Розробка принципової схеми компонування пристосування 38
2.1.3 Силовий розрахунок пристосування 39
2.1.4 Розрахунок параметрів приводу 41
2.1.5 Пристрій і робота пристосування 43
2.2 Розрахунок контрольного пристосування 43
3 ОРГАНІЗАЦІЯ І ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА 47
3.1 Визначення кількості робочих місць на ділянці 47
3.2 Визначення технологічного циклу виготовлення партії деталі 51
3.3 Організація обслуговування робочих місць на ділянці 52

3.4 Розрахунок кількості робочих місць і працівників цеху 55
4 ПЛАНУВАННЯ ДІЛЯНКИ 57
4.1 Вибір і обґрунтування основних характеристик виробничої будівлі 57
4.2 Вибір і обґрунтування підйомно-транспортного обладнання 59
5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ 64
5.1 Калькуляція собівартості деталі 64
5.2 Розрахунок економічної ефективності ділянки 71
6 ОХОРОНА ПРАЦІ 73
6.1 Характеристика шкідливих і небезпечних факторів проектованої ділянки 73
6.2 Санітарно-гігієнічні заходи 76
6.3 Заходи з техніки безпеки 79
6.4 Протипожежні заходи 82
7 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА 83
7.1 Устрій піщаної ливарної форми 83
7.2 Матеріали моделей 86
7.3 Класифікація формувальних матеріалів 87
7.4 Вимоги до формувальних сумішей 90
7.5 Приготування формувальних сумішей 91
7.6 Технологія отримання ливарної форми машинним формуванням 92
7.7 Класифікація способів заливки форм 94
7.8 Процеси формування виливки в піщаній формі 95
7.9 Вибивання, обрубка і очищення виливків 96
7.10 Нові методи неруйнівного контролю. Виправлення дефектів і здача виливків 97
8 ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА 99
8.1 Організація цивільного захисту на підприємстві, в установі, організації 99

8.2 Інструкція щодо виконання вимог цивільного захисту (цивільної оборони) та техногенної безпеки на підприємстві 100
ВИСНОВКИ 105
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ 107
Додаток А. Креслення деталі
Додаток Б. Креслення заготівлі
Додаток В. Розрахунково-технологічна карта
Додаток Г. Кондуктор свердлувальний
Додаток Д. Пристосування фрезерне
Додаток Е. Планування ділянки
Додаток Ж. Індикаторна стійка
Додаток И. Пробка гладка двостороння

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

НВ – твердість по Бринелю.

HRC – твердість по Роквеллу.

РТК – розрахунково-технологічна карта.

ІТР – інженерно-технічні робітники.

МОР – мастильно-охолоджуюча рідина.

ЛКМ – литі композиційні матеріали.

НС – надзвичайна ситуація.

ТБ – техніка безпеки.

ВСТУП

У завданні була видана деталь, для якої необхідно розробити маршрут обробки і створити технологічний процес з економічною вигодою.

Слід обрати спосіб отримання заготовки та порівняти його з конкурентноздатним способом. Проаналізувати технологічність деталі, наскільки вона складна в серійному виробництві. Скласти найбільш раціональний маршрут обробки. Необхідно підібрати потрібне обладнання для поліпшення таких показників як час обробки, вибрати оптимальні режими різання. Намагатися максимально використовувати верстати з ЧПК на операціях з метою підвищити універсальність обладнання. При виборі ріжучих і вимірювальних приладів перевага віддавати стандартним, що зменшить витрати. І на основі всієї зібраної інформації скласти життєздатний технологічний процес. Для однієї з операції з ЧПК слід створити технологічну карту налаштування верстата (РТК).

В якості конструкторської частини необхідно спроектувати верстатне і контрольне пристосування, описати їх принцип дії. Контрольне пристосування слід проектувати так, щоб при невеликих переналаштуваннь можливо було вимірювати інші деталі. При цьому слід враховувати вимоги ергономіки для зручності робіт контролера.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення деталі

Пальником називається пристрій, що служить для змішування горючого газу або парів горючої рідини з киснем для отримання полум'я. Даний пальник встановлюється в спеціальну трубу і в процесі горіння полум'я, вона за допомогою лопаток видуває тепло в трубу і тим самим обігріває приміщення.

Деталь «корпус пальника» (рис. 1.1) є деталлю газового пальника. У внутрішній площині відбувається регулювання величини потоку газоповітряної суміші.

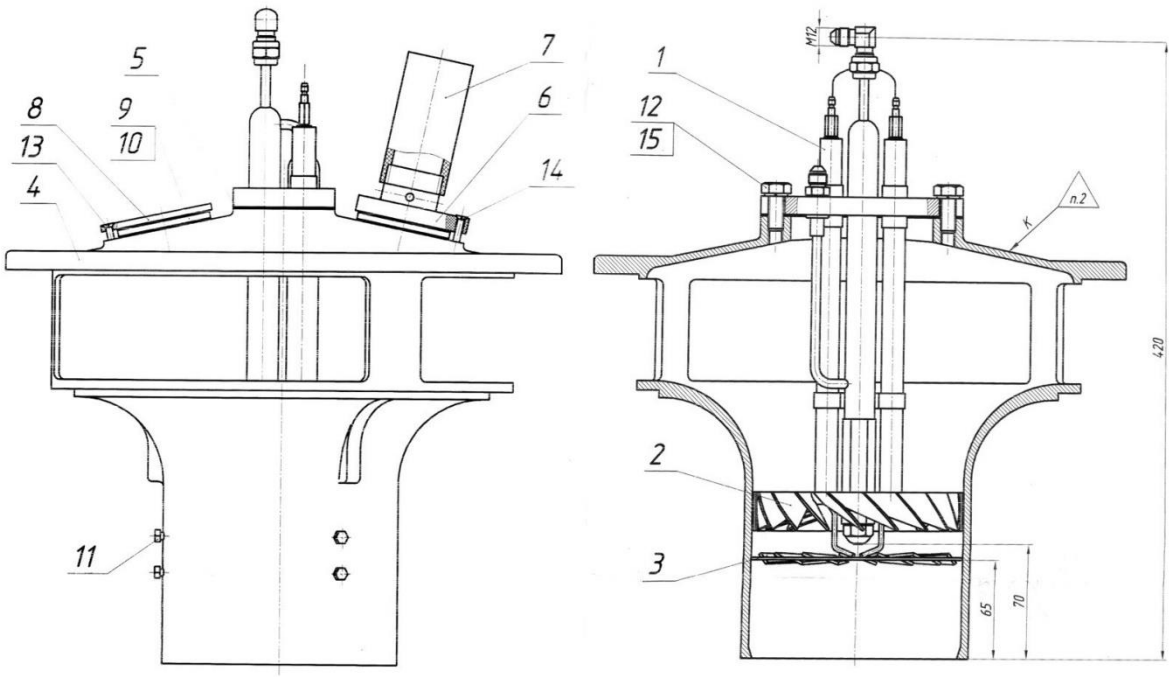


Рисунок 1.1 – Складальне креслення корпусу пальника

Службове призначення деталі: формування і регулювання потоку руху горючої суміші.

Пальник складається з корпусу 4, на якій встановлено пусковий пристрій 1; закріплений кришкою і затиснутий болтом 12 і шайбою 15; завіхрювач, що видуває гаряче повітря 3, закріплений болтами 11; шайба гальмує 2. Також встановлені два фланця, фланець 6 закріплений гвинтом 14 та на фланці

встановлена втулка 7. А фланець 8 закріплений гвинтом 13; і у фланець ставиться скло 9, для того щоб було видно потік полум'я.

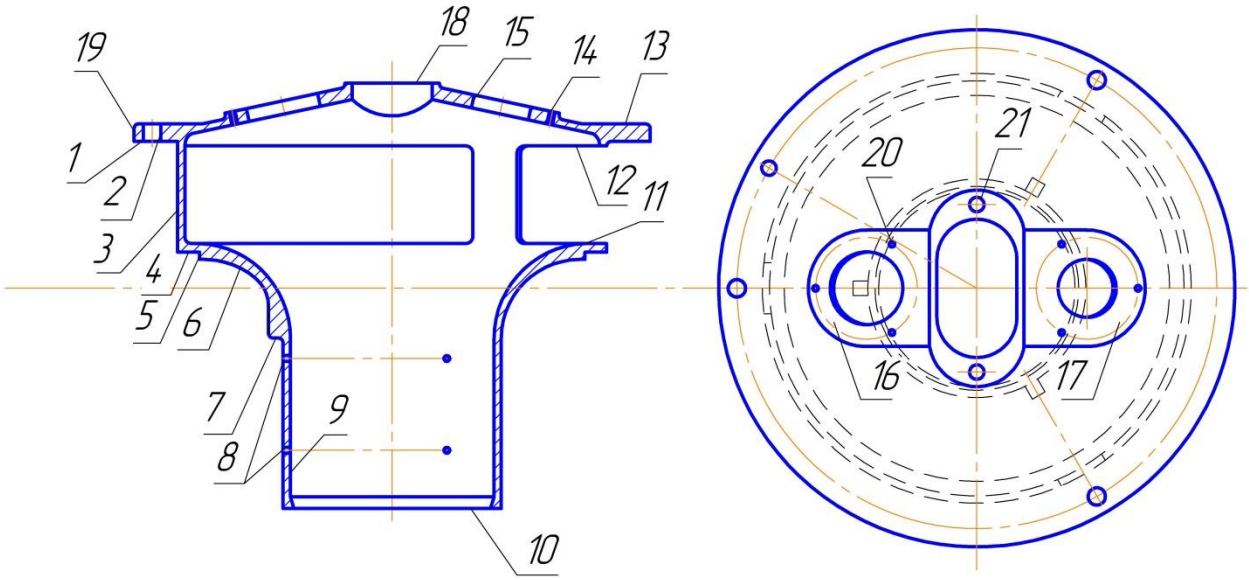


Рисунок 1.2 – Ескіз деталі

Комплект основних конструкторських баз згідно, службового призначення пальника є таким: установча база (поверхня 1), отвори – подвійна опорна (поверхня 2) і опорна (поверхня 3) бази. Саме ці поверхні і формують основну базу, що визначають положення деталі у вузлі.

Допоміжний комплект баз, формують поверхні 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 16, 17, 18.

Поверхні 9, 10 є виконавчими, саме ці поверхні виконують своє службове призначення.

А поверхні 11, 12 і 19 позначимо вільними.

1.2 Аналіз властивостей матеріалу деталі

Згідно з вимогами креслення корпус повинен бути виготовлений з виливки СЧ15 ГОСТ 1412-85. Застосовується для виготовлення виливків картерів, кришок, гальмівних барабанів, коробок швидкостей, всмоктуючих і

вихлопних труб, маховиків і інших деталей автомобілебудування; барабанів, цапф, корпусів редукторів і інших деталей хімічного машинобудування.

Сірий чавун характеризується високими ливарними властивостями (низька температура кристалізації, плинність в рідкому стані, мала усадка) і служить основним матеріалом для лиття.

Нижче наведено аналіз хімічного складу (див. табл. 1.1), механічних (див. табл. 1.2) і фізичних властивостей (див. табл. 1.3).

Таблиця 1.1 – Хімічний склад чавуну СЧ15, %

Вуглець C	Кремній Si	Марганець Mn	Фосфор P	Сірка S
3, 5–3,7	2–2,4	0,5–0,8	до 0,2	до 0,15

Таблиця 1.2 – Механічні властивості матеріалу СЧ15, при t=20°C

Сортамент	Розмір	Напр.	$s_в$	s_T	d_5	y	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / $м^2$	-
Виливки, ГОСТ 1412-85			150					
Твердість СЧ15	ГОСТ 1412-85			НВ 10^{-1} = 130 - 241 МПа				

Таблиця 1.3 – Фізичні властивості матеріалу СЧ15

T	E 10^{-5}	a 10^{6}	l	r	C	R 10^{9}
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/$м^3$	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	0.9		59	7000		
100		9			460	

Розглянуто зарубіжні аналоги матеріалу СЧ15 (в табл. 1.4 вказані як точні, так і найближчі аналоги).

Таблиця 1.4 – Зарубіжні аналоги матеріалу СЧ15

Україна ГОСТ	США ASTM	Німеччина DIN	Японія JIS	Великобританія BS
СЧ15 ГОСТ 1412	25 B A 48	GG 15 DIN 1691	FC 150 G 5501	150 DC 1452

1.3 Вибір типу виробництва

Тип виробництва слід вибирати в залежності від маси деталі (9 кг) і програми випуску (5000 штук на рік), що відповідає середньосерійному типу виробництва.

Специфічні умови серійного виробництва сприяють ефективному обладнанню робочих місць підприємства, кожне з яких пристосовується під виконання конкретної технологічної операції.

Підприємство середньосерійного виробництва, випускає свою продукцію невеликими партіями обмеженої номенклатури. При середньосерійному виробництві застосовуються тільки певні види виробничого обладнання, що дозволяють якісно організувати паралельно-послідовний вид руху предметів праці. Підприємства, що займаються таким видом діяльності, працюють у відповідності з усіма технологічними вимогами серійного виробництва і мають предметно-замкнуті ділянки.

Серійному виробництву властива непотокова форма організації, яка представляє собою переважно невпорядкований рух предметів праці в просторі, що поєднується із прогнозованим рухом в часі виробництва. При непотоковому виді організації виробничого процесу рух заготовок, деталей на різних стадіях виготовлення переривається їх пролежуванням на робочих місцях або в проміжних складах. Збірку виробів починають лише при наявності на збірці повних комплектів деталей. У непотоковому виробництві відсутній такт випуску, а виробничий процес регулюється графіком, який складається з урахуванням планових термінів і трудомісткості виготовлення виробів.

1.4 Аналіз відповідності технічних вимог і норм точності службовому призначенню деталі

З точки зору розмірної точності підвищені вимоги пред'явлені до одного діаметрального розміру: до допоміжних поверхонь 18 і 19; до лінійного розміру поверхонь 1 і 3 основної бази і товщини стінки виконавчої бази 15.

Згідно з заводським кресленням, поверхню 3 і стінка поверхні (16 і 17) повинні бути виконані за 12 квалітету. Також, за даними креслення є вимога до точності поверхні. Всі інші поверхні виконані за 14 квалітетом, що дозволяє здешевити процес механічної обробки. Також на кресленні вказано, що різьблення в отворах поверхні 2 і 8 повинні бути виконані відповідно до 6 ступеня точності і основним відхиленням *H*.

Вимоги до точності виготовлення деталі задаються до допоміжних поверхонь. Для допоміжної поверхні 19, діаметром 355мм заданий допуск паралельності щодо допоміжної поверхні 18, рівний 0,5. Числове значення допуску відповідає нормальному рівню геометричній точності.

Шорсткість Ra 3.2 мкм встановлена на виконавчій базі поверхні (16-17) і 18, отримання такої шорсткості досягається зняттям шару металу, чистовим точінням. Дана шорсткість викликана виконавчим призначенням даної деталі, оскільки на цій поверхні будуть встановлюватися фланці. Також, підвищені вимоги до шорсткості пред'явлені до основних баз, а саме до поверхні 1 і 3 з показником Ra 6.3 мкм. Отримання такої шорсткості також досягається зняттям шару металу. До всіх інших поверхонь встановлена шорсткість Ra 12.5 мкм, яка досягається при отриманні виливки без видалення шару металу. Дані параметри шорсткості відповідають 3 і 4 класу, що є нормальним показником рівня шорсткості.

Технічні вимоги креслення передбачені для забезпечення функціональної вимоги до деталі, а саме для точного встановлення корпусу в наступному вузлі і щільного встановлення деталей в корпус, тобто виконання допоміжних

функцій. Всі технічні вимоги за параметрами точності присутні на кресленні, витримується розташування і шорсткість.

1.5 Аналіз технологічності конструкції деталі

Проведемо якісний аналіз технологічності конструкції деталі.

Для отримання заготовки корпусу пальника буде використовуватися матеріал СЧ15. Єдиним способом отримання заготовки це лиття. Конструкція деталі має один осьовий отвір, два отвори під ухилом і 3 отвори на торці деталі, які всі можна отримати при литті заготовки. Саме через це форма заготовки виходить нетехнологічною.

З точки зору отримання заготовки, виливок є нетехнологічним. Оскільки має велику кількість отворів, через що має складну форму.

До технологічних елементів можна віднести:

- Поверхні 1, 3, 4, 5, 10 є технологічними, тому що їх досить просто проточити, без будь-яких ускладнень.
- Фрезерування поверхонь 16 і 17 є технологічним. Фрезерування буде проводитися під кутом 12°, що передбачає наявність спеціального пристосування.
- Свердління отворів 14 також технологічне. Свердління під кутом 12° також передбачає наявність спеціального пристосування (атестований кондуктор).
- Фрезерування пазів отворів 8 технологічне, оскільки поверхня обробки легкодоступна і не викликає ніяких труднощів в процесі обробки.
- Всі отвори (2, 8 і 14) в деталі є наскрізними. Глибина отворів дозволяє отримати отвір за прохід, що спрощує їх отримання.
- Оскільки отвори наскрізні і мають вільний доступ до обробки, технологичним є нарізування різьблення в цих отворах.
- Можливість обробки деталі стандартними ріжучими інструментами.

Проаналізувавши, можна зробити висновок, що з точки зору отримання виливки деталь складно отримати, і вона не є технологічною. Але з точки зору механічної обробки вона технологічна, оскільки доступ інструменту до всіх оброблюваних поверхонь вільний, що дозволяє якісно обробити деталь.

1.6 Вибір способу отримання заготовки

Деталь виготовляється з СЧ15.

Визначимо чотири основні показники деталі:

- Матеріал деталі: СЧ15. За табл. 1.2 для даного матеріалу визначимо код КМ = 11.
- Основні конструкторські показники: симетрична деталь з L≤0,8D, код форми КФ = 21.
- Серійність виробництва при річній програмі випуску 5000 шт. відповідає КС = 3.
- Маса деталі становить 9 кг, що відповідає коду маси КВ = 1.

З табл. 6 [2] за певними кодами основних показників деталі: 112-113-12-13 виписуємо рекомендовані способи отримання заготовок: 113; 12.

113 – піщано-глинисті форми машинного формування в металевих моделях.

12 – лиття в оболонкові форми.

Оцінка можливості отримання отворів.

Визначаємо мінімальний діаметр отворів, який можливо отримати литтям:

$$d_{min} \geq d_0 + 0{,}1L,$$

де d_0 – вихідний діаметр отвору для чавунного лиття $d_0 = 10$ *мм.*,

L – глибина отвору, мм.

Результати визначення мінімального діаметра для отворів виливки наведені в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Мінімальні діаметри отворів виливки, *мм.*

Номінальний діаметр отвору виливки	Глибина отвору L	Мінімальний діаметр d_{min}
140	292	36,2
50;40	9	7,9
198	67	13,7
55	43	11,3
12	12	8,2

З табл. 1.5 випливає, що литтям можливо отримати всі отвори крім отворів, ∅12мм.

Товщина стінок виливки.

Деталь має три стінки, товщина яких, мм, відповідно:

$$s_1 = \frac{150-140}{2} = 5;$$

$$s_2 = \frac{295-285}{2} = 5;$$

$$s_3 = \frac{9-5}{2} = 2.$$

Визначимо мінімальну товщину стінки s_{min}, мм, для заданих умов. Обчислюємо наведений габарит заготовки:

$$N = \frac{2}{3}(L + D) = \frac{2}{3}(0{,}292 + 0{,}355) = 0{,}431$$

де L, D – габаритні розміри деталі, м.

Мінімальна товщина стінки s_{min} мм, для чавунних виливок, які отримують литтям в піщано-глинисті форми:

$$1{,}414 + 3{,}71N - 0{,}04N^2 + 0{,}002N^3 =$$

$$= 1{,}414 + 3{,}71\times0{,}431 - 0{,}04\times0{,}431^2 + 0{,}002\times0{,}431^3 \approx 3{,}0$$

Отже, все стінки виливки можуть бути отримані литтям без зміни конструкції виливки або розмірів її елементів.

Сполучення стінок виливки.

У конструкції деталі є сполучення стінок, визначимо ці параметри:

$$r = \left(\frac{1}{6}...\frac{1}{3}\right)\frac{a+b}{2} = \left(\frac{1}{6}...\frac{1}{3}\right)\frac{13{,}7+8{,}2}{2} = 1{,}8...3{,}7;$$

$$r = \left(\frac{1}{6}...\frac{1}{3}\right)\frac{a+b}{2} = \left(\frac{1}{6}...\frac{1}{3}\right)\frac{13.7+7.9}{2} = 1{,}8...3{,}6$$

Приймаємо остаточний радіус з'єднань R=3 мм.

Становище виливки у формі.

Для обох способів лиття вибираємо вертикальне розташування осі виливки. Площина роз'єму форми проходить у верхній частині деталі, під найбільшим фланцем. Ескіз розташування деталі у формі вказано на рисунку 1.3.

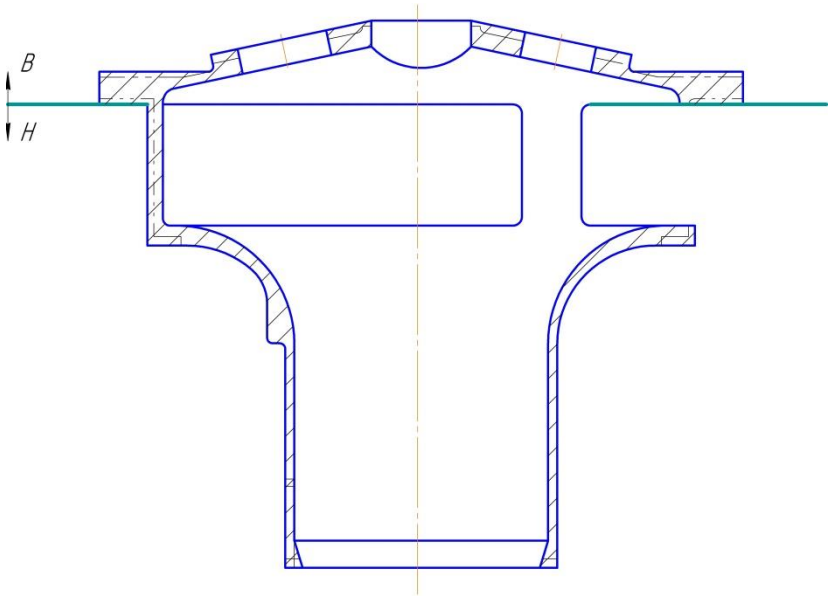


Рисунок 1.3 – Ескіз розташування деталі у формі

Конструювання виливки.

Характеристики точності виливків встановлюємо відповідно з ГОСТ 26645-85. Всі показники точності виливки наведені в таблиці 1.6. Допуски на розміри механічно оброблюваних поверхонь наведені в таблиці 1.7.

Таблиця 1.6 – Характеристики точності виливків

Параметри	Спосіб лиття	
	в піщано-глинисті форми	в оболонкові форми
Найбільший габаритний розмір, *мм*	355	
Матеріал	СЧ 15	
Тип виробництва	средньосерійне	
Діапазон класів розмірної точності	8т – 13	9т – 13
Прийняте значення класу розмірної точності	11	10
Діапазон ступенів точності поверхонь виливки	10 – 17	9– 16
Прийняте значення ступеня точності поверхонь виливки	14	14

Співвідношення габаритних розмірів елемента виливки:

– фланець 1

$$\frac{H_{\min}}{H_{\max}} = \frac{s_3}{D} = \frac{2}{355} = 0{,}0056;$$

– фланець 2

$$\frac{H_{\min}}{H_{\max}} = \frac{s_2}{D} = \frac{5}{295} = 0{,}01;$$

– стінка

$$\frac{H_{\min}}{H_{\max}} = \frac{s_1}{D} = \frac{5}{117} = 0{,}04.$$

Таблиця 1.7 – Допуски розмірів виливки

Номер поверхні	Розмір деталі, *мм*		Формування розміру виливки	Прийнятий клас розмірної точності	Допуск, *мм*	Поле допуску, *мм*
	Номінальн.	Допуск				
Лиття в піщано-глинисті форми						
1	∅355	+1,4	У двох напівформах	11	6,4	±3,2
2	∅295	+1,3	В одній напівформі	11	6,4	±3,2
3	76	+0,5	В одній напівформі	11	4,4	±2,2
4	∅150	+1	В одній напівформі	11	5	±2,5
5	12	+0,36	В одній напівформі	11	2,8	±1,9
6	9	+1,2	В одній напівформі	11	2,4	±1,2
7	65	+0,74	В одній напівформі	11	4,4	±2,2
Лиття в оболонкові форми						
1	∅355	+1,4	У двох напівформах	10	4,0	±2,0
2	∅295	+1,3	В одній напівформі	10	4,0	±2,0
3	76	+0,5	В одній напівформі	10	2,8	±2,4
4	∅150	+1	В одній напівформі	10	3,2	±1,6
5	12	+0,36	В одній напівформі	10	1,8	±0,9
6	9	+1,2	В одній напівформі	10	1,6	±0,8
7	65	+0,74	В одній напівформі	10	2,8	±1,4

Перпендикулярні площині роз'єму, ливарні ухили приймаємо 2…3 º.

Вид остаточної обробки наведено в табл. 1.8.

Таблиця 1.8 – Вид остаточної обробки поверхонь

№ поверхні	Характеристики поверхні, *мм*				$\frac{T_д}{T_з}$	$\frac{T_д^ф + T_д^{оп}}{T_д^ф + T_д^{оп}}$	Вид остаточної обробки
	деталі		виливки				
	допуск розміру, $T_д$,	допуск форми і розташування, $T_д^ф + T_д^{о.п.}$	допуск розміру, $T_з$,	допуск форми і розташування, $T_з^ф + T_з^{о.п.}$			
Лиття в піщано-глинисті форми							
1	1,4/2= =0,7	0,5×0,7= =0,35	6,4	0,25×6,4= 1,6	0,218	0,218	напівчис-това
2	1,3/2=0,65	0,5×0,65= =0,325	6,4/2=3,2	0,25×3,2= 0,8	0,203	0,406	чорнова
3	0,5/2=0,25	0,5×0,25= 0,125	4,4/2=2,2	0,25×2,2= =0,55	0,113	0,227	напівчис-това
4	1/2= 0,5	0,5×0,5= =0,25	5/2= =2,5	0,25×2,5= =0,625	0,2	0,4	напівчис-това
5	0,36/2=0,18	0,5×0,18= =0,09	2,8/2= =1,4	0,25×1,4= =0,35	0,128	0,257	напівчис-това
6	1,2/2=0,6	0,5×0,6=0,3	2,4/2=1,2	0,25×1,4=0, 35	0,5	0,857	чорнова
7	0,74/2=0,37	0,5×0,37=0, 18	4,4/2=2,2	0,25×2,2=0, 55	0,168	0,336	напівчис-това
Лиття в оболонкові форми							
1	1,4/2= =0,7	0,5×0,7= =0,35	4	0,25×4= 1	0,35	0,35	напівчис-това
2	1,3/2=0,65	0,5×0,65= =0,325	4/2=2	0,25×2= 0,5	0,325	0,65	чорнова
3	0,5/2=0,25	0,5×0,25= 0,125	2,8/2=1,4	0,25×1,4= =0,35	0,178	0,357	напівчис-това

Продовження таблиці 1.8.

4	1/2= 0,5	0,5×0,5= =0,25	3,2/2=1,6	0,25×1,6= =0,4	0,312	0,625	чорнова
5	0,36/2=0,18	0,5×0,18= =0,09	1,8/2=0,9	0,25×0,9= =0,225	0,2	0,4	напівчис-това
6	1,2/2=0,6	0,5×0,6=0,3	1,6/2=0,8	0,25×0,8=0, 2	0,75	1,5	чорнова
7	0,74/2=0,37	0,5×0,37=0 ,18	2,8/2=1,4	0,25×1,4=0, 35	0,264	0,528	чорнова

У табл. 1.9 наведемо припуски на механічну обробку.

Таблиця 1.9 – Припуски на механічну обробку

№ поверхні	Загальний допуск елемента виливки, *мм*	Вид остаточної механічної обробки	Ряд припуску виливки	Загальний припуск на сторону, *мм*	Номіналь-ний розмір виливка, *мм*
Лиття в піщано-глинисті форми					
1	6,4+1,6=8	напівчист.	11	2,4	359,8
2	3,2+0,8=4	чорнова	11	2,3	299,6
3	2,2+0,55=2,7 5	напівчист.	11	2,4	80,8
4	1,4+0,35=1, 75	напівчист.	11	2,5	155
5	1,4+0,35=1, 75	напівчист.	11	2,4	16,8
6	1,2+0,35=1, 55	чорнова	11	2,6	14,2
7	2,2+0,55=2, 75	напівчист.	11	2,5	70

Продовження таблиці 1.9.

Лиття в оболонкові форми					
1	6,4+1=7,4	напівчист.	10	2,5	358,6
2	3,2+0,5=3,7	чорнова	10	2,1	276,5
3	2,2+0,35=2,55	напівчист.	10	2,1	79,3
4	2,5+0,4=2,9	чорнова	10	2,1	155
5	1,4+0,225=1,6	напівчист.	10	2,2	16
6	1,2+0,2=1,4	чорнова	10	2,7	14,1
7	2,2+0,35=2,55	чорнова	10	2,0	68,2

Норми витрат матеріалу.

Коефіцієнт технологічних відходів для умов серійного виробництва:

– спосіб 1:

$$K_1 = 0{,}11 + \frac{1{,}49}{n \cdot m_{з1}} - \frac{0{,}35}{(n \cdot m_{з1})^3} = 0{,}11 + \frac{1{,}49}{2 \times 13} - \frac{0{,}35}{(2 \times 13)^3} = 0{,}17;$$

– спосіб 2:

$$K_1 = 0{,}11 + \frac{1{,}49}{n \cdot m_{з1}} - \frac{0{,}35}{(n \cdot m_{з1})^3} = 0{,}11 + \frac{1{,}49}{2 \times 12{,}9} - \frac{0{,}35}{(2 \times 12{,}9)^3} = 0{,}17.$$

Коефіцієнт α =1,0 для лиття в піщано-глинистих формах. Для оболонкової форми α = 0,8.

Норма витрат матеріалу, *Н*, кг:

– спосіб 1:

$$H_1 = m_{з1}\left(1 + \frac{\alpha K_1}{n}\right) = 13\left(1 + \frac{1{,}0 \times 0{,}17}{2}\right) = 14{,}105;$$

– спосіб 2:

$$H_2 = m_{з2}\left(1 + \frac{\alpha K_2}{n}\right) = 12{,}9\left(1 + \frac{1{,}0 \times 0{,}17}{2}\right) = 13{,}77.$$

Коефіцієнти ефективності використання металу.

– коефіцієнт виходу металу:

$$K_{в.г.1} = \frac{m_{з1}}{H_1} = \frac{13}{14{,}1} = 0{,}92; \qquad K_{в.г.2} = \frac{m_{з2}}{H_2} = \frac{12{,}9}{13{,}77} = 0{,}93.$$

– коефіцієнт вагової точності:

$$K_{в.т.1} = \frac{m_{д1}}{m_{з1}} = \frac{9}{13} = 0{,}692; \qquad K_{в.т.2} = \frac{m_{д2}}{m_{з2}} = \frac{9}{12{,}9} = 0{,}697.$$

– коефіцієнт використання металу:

$$K_{в.м.1} = \frac{m_{д1}}{H_1} = \frac{9}{14{,}1} = 0{,}638; \qquad K_{в.м.2} = \frac{m_{д2}}{H_2} = \frac{9}{13{,}77} = 0{,}65.$$

Собівартість литої заготовки.

– коефіцієнт складності виливка: $K_C = 1;$

– коефіцієнт матеріалу заготовки: $K_M = 1{,}05;$

– коефіцієнт точності виливки: $K_T = 1{,}05$.

Собівартість заготовки першим способом:

$$C_1 = \frac{CH_1}{1000}\left(\frac{10\,000}{N}\right)^{0,12} K_T K_C K_M - (H_1 - m_д)C_{відх} =$$

$$= \frac{15900 \times 14{,}1}{1000}\left(\frac{10000}{5000}\right)^{0,12} \times 1{,}05 \times 1 \times 1{,}05 - (14{,}1 - 9) \times 3 =$$

$$= 253{,}3 грн.$$

Собівартість заготовки другим способом:

$$C_2 = \frac{CH_2}{1000}\left(\frac{10\,000}{N}\right)^{0,12} K_T K_C K_M - (H_2 - m_д)C_{відх} =$$

$$= \frac{15900 \times 13{,}77}{1000}\left(\frac{10000}{5000}\right)^{0,12} \times 1{,}05 \times 1 \times 1{,}05 - (13{,}77 - 9) \times 3 =$$

$$= 257{,}9 грн.$$

Обґрунтування способу отримання заготовки.

Розрахуємо коефіцієнт заміни собівартості деталі:

$$\Delta C_д = \frac{C_{з1} K_{в.т.2}}{C_{з2} K_{в.т.1}} = \frac{253{,}3 \times 0{,}697}{257{,}9 \times 0{,}692} = 1{,}029 \approx 1 .$$

Оскільки $\Delta C_д$ практично дорівнює 1, це означає, незважаючи на те, що лиття в оболонкової формі знижує обсяг механічної обробки, економія металу досягається за рахунок зменшення втрат на етапі заготівельного процесу. В економічних цілях більш доцільно використовувати лиття в піщано-глинистих формах з машинним формуванням по металевим моделям.

1.7 Вибір технологічних баз

Для обробки деталі на першій операції вибираємо базу У – 2О – О (установча – подвійна опорна – опорна), схему базування зобразимо на рисунку 1.4.

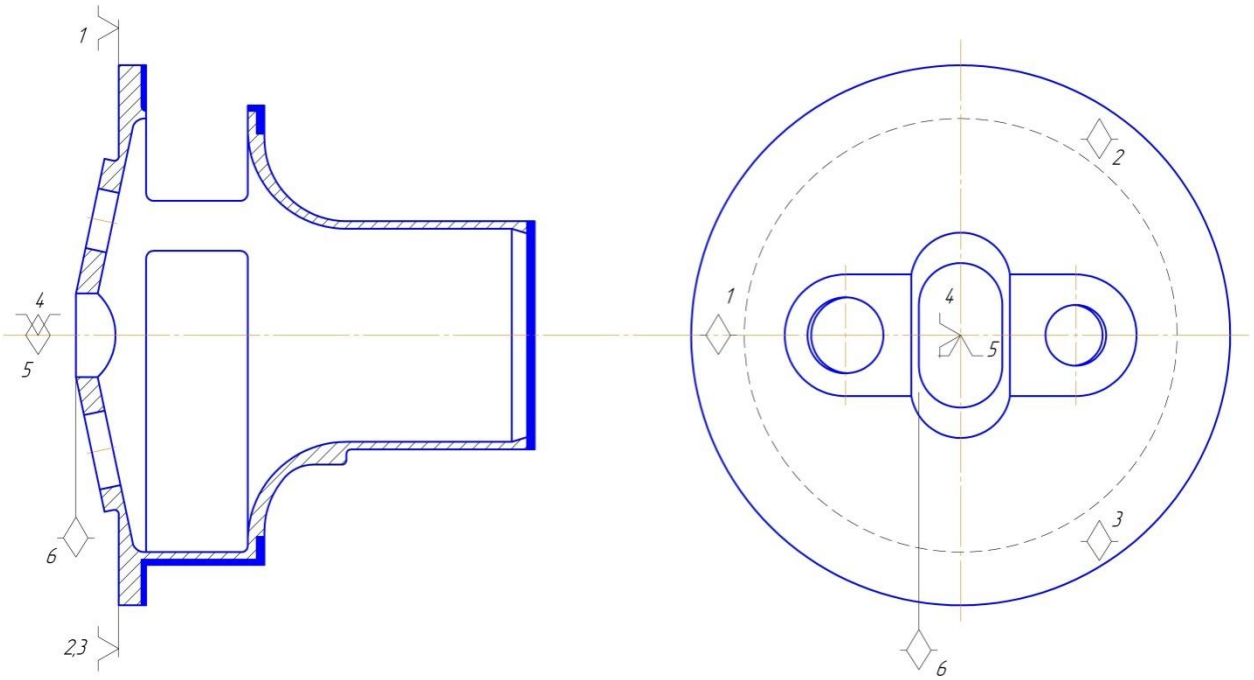


Рисунок 1.4 – Базування першої операції

На другій операції, перевстановити деталь, також приймаємо базу У2ОО. Схема базування на рис. 1.5.

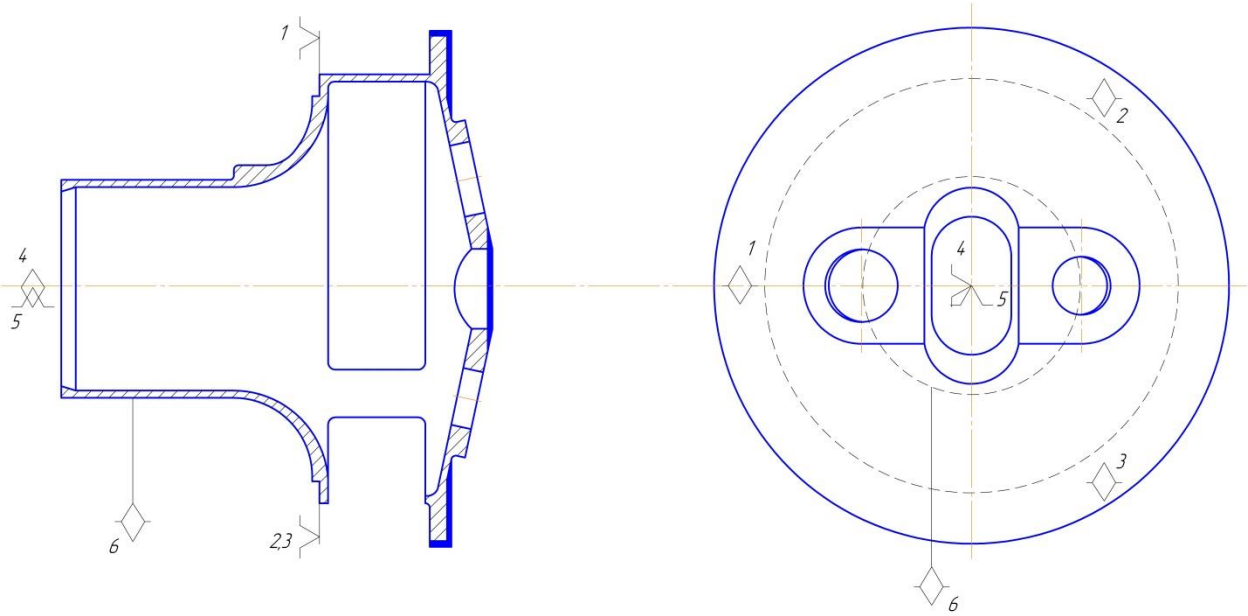


Рисунок 1.5 – Базування другої операції

На наступних операціях деталь встановлюється на конструкторську базу (У2ОО). На цій базі проводять всі наступні процеси обробки, а також на цій базі деталь виконує своє службове призначення. Схему базування зобразимо на рис. 1.6.

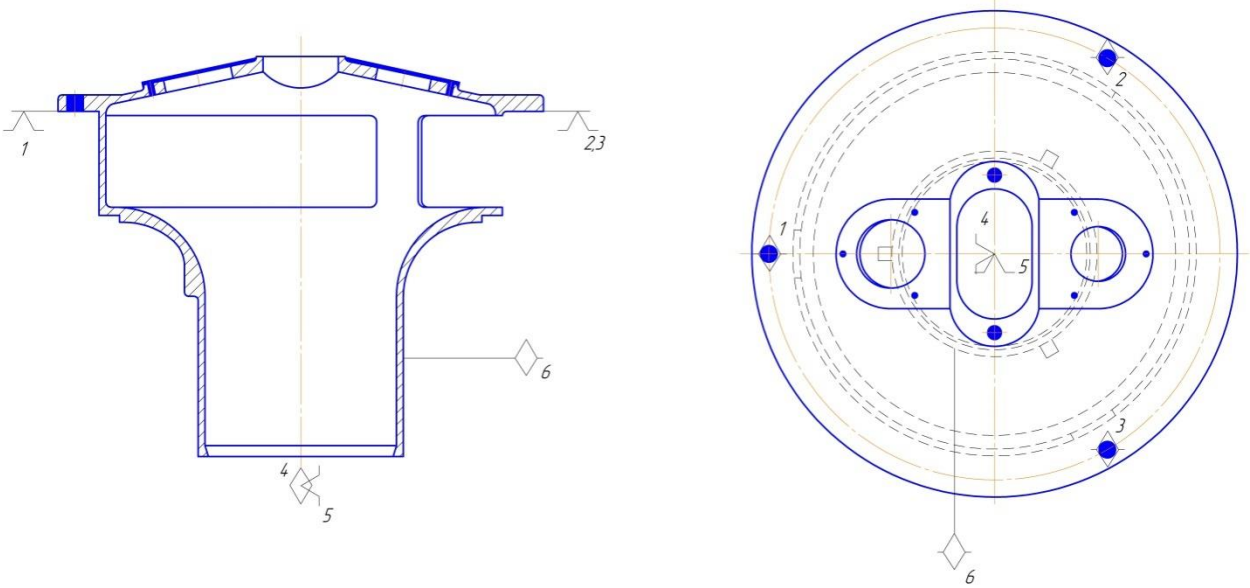


Рисунок 1.6 – Базування наступних операцій

1.8 Вибір способів обробки поверхонь

Першими етапами обробки деталі є обробка допоміжних баз поверхні 4, 5 і 10 (рис. 1.1). Відбувається процес обробки поверхонь 1 і 3, які є установчою технологічною базою при обробці основних баз деталі.

На наступній операції відбувається обробка поверхні 19 з підрізуванням торця 13. Так само підрізається торець 18. Потім свердлиться група отворів (2) і (20), фрезеруються поверхні (16 і 17).

На наступних операціях свердлити послідовно отвори (14), отвори (8) і фрезерується паз.

Використовуючи дані по точності обробки різними методами, виберемо способи обробки поверхонь деталі «Корпус» і зведемо маршрут обробки поверхонь у табл. 1.10.

Таблиця 1.10 – Плани обробки поверхонь

№ поверхні.	Точнісні вимоги до поверхні		Маршрут обробки поверхні	Досягаємі технічні вимоги		Межпереходний припуск (насторону)	Технологічний розмір і допуск
	IT	Ra		IT	Ra		
1	14	6,3	Точіння чорнове	14	12,5	2,0	$3^{+0,25}$
2	14	12,5	Свердління	14	12,5	2,8	$12_{-0,43}$
3	14	6,3	Точіння чорнове	14	12,5	4,4	$76^{+0,50}$
4	14	12,5	Точіння чорнове	14	12,5	6,4	$Ø295^{+1,3}$

Продовження таблиці 1.10

5	14	12,5	Точіння чорнове	14	12,5	6,4	$Ø265^{+1,3}$
8	14	12,5	Свердління	14	12,5	2,2	$Ø6_{-0,30}$
10	14	12,5	Точіння чорнове	14	12,5	5,0	$Ø150^{+1,0}$
13	14	12,5	Точіння чорнове	14	12,5	4,0	$46^{+0,62}$
14	14	12,5	Свердління	14	12,5	2,0	$Ø\ 4_{-0,30}$
16, 17	14	3,2	Фрезерування однократне	14	3,2	4,4	$80^{+0,82}$
18	12	3,2	Точіння чорнове	14	6,3	708мкм	$40_{-0,25}$
			Точіння напівчистове	12	3,2	301мкм	
19	14	12,5	Точіння чорнове	14	12,5	6,4	$Ø\ 355^{+1,4}$
20	14	12,5	Свердління	14	12,5	2,4	$Ø10_{-0,36}$

Закінчення таблиці 1.10

1.9 Визначення міжперехідних припусків і допусків

Визначимо межперехідні припуски і допуски на поверхню (18) розміром $40h12\left(^{0}_{-0,25}\right)$. Маршрут обробки наведемо в таблиці 1.11.

Визначимо відхилення розташування Δ:

$$\Delta = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{см}}^2}$$

де $\Delta_{\text{вик}}$ – викривлення литої заготовки, мкм;

$\Delta_{зм}$ – зміщення виливків, мм.

$$\Delta_{вик} = \Delta_к \cdot L = 0{,}8 \cdot 65 = 52 \text{ мкм}$$

$\Delta_к$ – питома кривизна литої заготовки, мкм/мм;

$\Delta_к$= 0,8 мкм/мм;

L – довжина заготовки, L=65 мм.

$$\Delta = \sqrt{52^2 + 300^2} = 300 \text{ мкм}$$

для чорнового точіння $К_у$ = 0,06

для напівчистового точіння $К_у$ =0,05

Таким чином, для чорнового точіння:

$$\Delta = 300 \cdot 0{,}06 = 18 \text{ мкм}$$

для напівчистового точіння:

$$\Delta = 18 \cdot 0{,}05 = 1 \text{ мкм}$$

При чорновому переході при установці в патрон, що самоцентрує заготовки, отриманої відливанням похибка установки в радіальному напрямку становить $\varepsilon_у$ =200 мкм.

При установці в патрон, що самоцентрує заготовки при напівчистовому переході, виконуваних з однієї установки, похибка в радіальному напрямку становить $\varepsilon_у$ =100 мкм.

Мінімальний припуск розраховується за формулою:

$$Z_{imin} = \left(Rz_{(i-1)} + h_{(i-1)} + \Delta_{(i-1)} + \varepsilon_i\right);$$

Точіння напівчистове:

$$Z_{imin} = 100 + 100 + 1 + 100 = 301 \text{ мкм};$$

Точіння чорнове:

$$Z_{imin} = 200 + 200 + 18 + 290 = 708 \text{ мкм}.$$

де R_{zi-1} – висота нерівностей профілю на попередньому переході;

h_{i-1} – глибина дефектного шару при попередньому переході;

Δ_{i-1} – сумарне відхилення розташування поверхні;

ε – похибка установки заготовки на виконуваному переході.

Розрахункові мінімальний і максимальний діаметри визначаються за формулою, мм:

$$d_{min\,i-1} = d_{min\,i} + Z_{min\,i};$$
$$d_{max\,i-1} = d_{min\,i} + T_{i-1}.$$

Точіння чорнове:

$$d_{min} = 39{,}38 + 0{,}301 = 39{,}681;$$
$$d_{max} = 39{,}681 + 0{,}1 = 39{,}781.$$

Заготовка:

$$d_{min} = 39{,}681 + 0{,}708 = 40{,}389;$$
$$d_{max} = 40{,}389 + 0{,}8 = 41{,}189.$$

де Z_{mini} – мінімальний (розрахунковий) припуск на сторону на виконуваний технологічний перехід, мм;

d_{mini-1}, d_{maxi-1} – відповідно найменший і найбільший граничні розміри, отримані на попередньому технологічному переході, мм;

d_{mini} – найменший граничний розмір, отриманий на виконуваному технологічному переході, мм;

T_{i-1} – допуск на виготовлення.

Розрахунок припусків ведеться за формулою, мкм:

$$Z_{max} = d_{max\,i-1} - d_{max\,i};$$
$$Z_{min} = d_{min\,i-1} - d_{min\,i}.$$

Точіння напівчистове:

$$Z_{max} = 39{,}78 - 39{,}48 = 300;$$
$$Z_{min} = 39{,}7 - 39{,}4 = 300.$$

Точіння чорнове:

$$Z_{max} = 40{,}889 - 39{,}78 = 1107;$$

$$Z_{min} = 40{,}4 - 39{,}7 = 700.$$

Правильність розрахунків можна перевірити за формулою:

$$T_{dз} - T_{dд} = Z_{max} - Z_{min};$$

$$708 - 301 = 1407 - 1000;$$

$$407 = 407.$$

Результати розрахунків зведемо в табл. 1.11.

Таблиця 1.11 – Розрахунок припусків на поверхню 40h12 $(^{0}_{-0,25})$

Вид заготовки та технологічні операції	Елементи припуску, мм				Розрахунковий припуск Z_{min}, мм	Розрахунковий діаметр $d_{p.}$,мм	Допуск T, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мм	
	R_a	h	Δ	ε				d_{min}	d_{max}	zmax	zmin
Заготовка	250	300	300	–	–	40,389	500	40,4	40,889	–	–
Точіння чорнове	200	240	18	290	708	39.68	100	39,7	39,78	700	1107
Точіння напівчистове	100	100	1	100	301	39,38	100	39,4	39,48	300	300
	Разом:									1000	1407

1.10 Розрахунок режимів різання

Зробимо розрахунок режимів різання для чорнової обробки поверхні 2 (рис. 1.2) свердління отвору діаметром 12 мм. Матеріал інструменту твердий сплав ВК6.

Глибина різання складає t = 12 мм. Подачу вибираємо за рекомендаціями [2, С.277 табл. 25]: s = 0,35 мм / об. Свердло з твердого сплаву ВК8.

Визначимо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} K_v,$$

де C_v, q, m, y – емпіричні коефіцієнти, визначаємо за [2, с. 278]: C_v = 34,2, q = 0,45, m = 0,2, y = 0,3;

T = 45 хв – період стійкості, визначаємо за [2, с.279, табл.30];

K_v – поправочний коефіцієнт на швидкість різання.

Визначається як добуток коефіцієнтів:

$$K_v = K_{мv} \cdot K_{пv} \cdot K_{uv} = 1 \cdot 0{,}83 \cdot 1 = 0{,}83$$

$K_{мv}$ = 1 – коефіцієнт на оброблюваний матеріал, визначаємо за [2, с. 261, табл. 1];

K_{uv} – коефіцієнт на інструментальний матеріал, визначаємо за [2, с. 263, табл. 6]: $K_{иv}$ = 0,83;

K_{lv} – коефіцієнт, що враховує глибину свердління, визначаємо за [2, с. 280, табл. 31]: K_{lv}=1.

Знаходимо швидкість різання:

$$V = \frac{34{,}2 \cdot 12^{0{,}45}}{45^{0{,}2} 0{,}35^{0{,}3}} \cdot 0{,}83 = 55{,}5$$

Знайдемо швидкість обертання шпинделя, що забезпечує дану швидкість різання:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 55{,}5}{3{,}14 \cdot 12} = 1473 \text{об / хв}$$

Радіально-свердлильний верстат 2Н135Ф3 дозволяє здійснити безступінчасте регулювання частоти, приймаємо n = 1400 об / хв.

Крутний момент при свердлінні, Нм:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_p,$$

де C_M, q, y, K_p – емпіричні коефіцієнти, визначаємо за [2, с. 281 табл. 32]: $C_м = 0{,}012$; q = 2,2; y = 0,8;

$K_p = 1$ – емпіричний коефіцієнт, визначаємо за [2, с. 264, табл. 9].

Підставивши знайдені значення в формулу, отримаємо:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0{,}012 \cdot 12^{2,2} \cdot 0{,}35^{0,8} \cdot 1 = 12 \text{ Нм}$$

Визначаємо осьову силу різання:

$$P_o = 10 C_p t \ s^y K_p,$$

де C_p, q, y, K_p – емпіричні коефіцієнти, визначаємо за [2, с. 281, табл. 32]: $C_p = 42$; q = 1,2; y = 0,75.

Підставивши знайдені значення в формулу, отримаємо:

$$P_o = 10 \cdot 42 \cdot 12 \cdot 0{,}35^{0,75} \cdot 1 = 2293 \text{Н}$$

Потужність різання складе:

$$N = \frac{M_{кр} \text{n}}{9750} = \frac{12 \cdot 1400}{9750} = 1{,}8 \text{ кВт}$$

Так як потужність різання менше потужності головного приводу, обробка з вибраними режимами можлива.

$$P_{z,y,x} = 10 C_p t^x s^y V^n K_p,$$

де C_p, x, y, n – емпіричні коефіцієнти, визначаються за [1, с.274, табл. 22]: C_p= 92, x=1, y= 0,75,n = 0;

K_p – коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання, визначаємо за [1, С.273 табл. 23]: K_{pz}= 1,08.

Підставивши знайдені величини, отримаємо:

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 1{,}6^1 \cdot 0{,}5^{0{,}66} \cdot 105^0 \cdot 1{,}08 = 1006 \text{ Н}$$

Визначимо затрачену потужність різання:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{1006 \cdot 105}{1020 \cdot 60} = 1{,}72 \text{ кВт}$$

У верстата 2Н135Ф3 потужність електродвигуна становить 10 кВт. Так як потужність різання менше потужності головного приводу, обробка з вибраними режимами можлива.

1.11 Нормування операцій

Визначимо норму часу на радіально-свердлильну операцію з ЧПК для діаметрального розміру Ø 12 мм за методикою і нормативам, наведеним у [1]. Штучно – калькуляційний час на операцію визначається за формулою:

$$T_{шт.-к.} = \frac{T_{п.-з.}}{n} + T_{шт},$$

де n – кількість деталей в партії, яка обробляється при одній настройці верстата.

Кількість деталей можна визначити за формулою:

$$n \approx \frac{N_{з.м} \cdot a}{F_e} = \frac{480 \cdot 7}{21} = 160,$$

де $N_{з.м}$ = 480 – місячна програма запуску деталей, шт.;

a = 5 ... 10 – необхідний запас для забезпечення безперервної роботи складального цеху або ділянки, днів. Приймаємо a = 7 днів;

F_e = 21 – ефективний місячний фонд часу роботи, днів.

$T_{п.-з}$ – підготовчо-заключний час на підготовку до виготовлення партії деталей. Воно розраховується [4] за формулою:

$$T_{п.-з} = T_{п.-з1} + T_{п.-з2} + T_{п.-з3}$$

де $T_{п.-з1}$ – норма часу на організаційну підготовку, передбачає:

– отримання наряду, креслення, технологічної документації, программоносія становить 4 хв.,

– отримання ріжучого, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту і пристосувань перед початком і здачі після обробки партії деталей. За [4] час складе 9 хв;

– ознайомлення з роботою, кресленням, технологічною документацією, огляд заготовки. За [4] час складе 2 хв;

– інструктаж майстра. За [4] час складе 2 хв.

Таким чином, $T_{п.-з1}$ складе 17 хвилин.

$T_{п.-з2}$ – норма часу на наладку верстата, пристосувань, інструменту та програмних пристроїв, передбачає:

– установка первісний режим обробки – 1,1 хв.;

– установка і зняття кулачків патрона – 3 хв.;

– установка і зняття інструментального блоку і ріжучих інструментів – 4,0 хв.;

– встановити вихідні координати (налаштувати нульове положення) – 5 хв.;

– набір програми кнопками на пульті управління пристрою ЧПК –5,5 хв.

У підсумку, отримуємо $T_{п.-з2}$ = 18,6 хв.

$T_{п.-з3}$ – норма часу на пробну обробку, за даними [4] для даних умов становить 5,2 хв.

Підготовчо-заключний час одно:

$$T_{п.-з} = 17 + 18,6 + 5,2 = 40,8 \text{ хв.}$$

Штучний час для верстатів з ЧПК розраховується за формулою:

$$T_{шт} = \left(T_{ца} + T_{в} \cdot K_{tp}\right) \cdot \left(1 + \frac{a_{тех} + a_{орг} + a_{отд}}{100}\right),$$

де $T_{ца}$ – час циклу автоматичної роботи верстата за програмою, хв;

$T_{в}$ – допоміжний час, хв.;

$a_{тех}$ = 5, $a_{орг}$=5, $a_{отд}$ = 4 – коефіцієнти витрат часу на технічне, організаційне обслуговування, відпочинок і особисті потреби;

K_{tp} – виправний коефіцієнт на час виконання ручної допоміжної роботи в залежності від партії оброблюваних деталей.

Для партії з 160 деталей K_{tp} = 0,81 [4].

Час циклу автоматичної роботи верстата визначається за формулою:

$$T_{ца} = T_{о} + T_{мв},$$

де $T_{о}$ – основний час на обробку однієї деталі, хв.:

$$T_{о} = \sum_{i=1}^{k} \frac{L_i}{S_{mi}} = \frac{76}{0,5 \times 1400} = 0,07$$

де L_i – довжина робочого ходу на і-му технологічному інструменту з урахуванням врізання,мм;

S_{mi} – хвилинна подача на і-му технологічному ділянці, мм / хв.

Основний час становить: T_o = 0,25 хв.

$T_{мв} = T_{х.х} + T_{с.и} + T_{изм}$ – машинно-допоміжний час роботи за програмою, яка включає час холостих ходів, зміни інструменту і час налагоджувальних вимірювань. Воно становить 1,08 хв.

Час циклу автоматичної роботи верстата одно:

$$T_{ца} = 1{,}08 + 0{,}07 = 1{,}15 \text{ хв.}$$

Допоміжний час визначається за формулою:

$$T_в = T_{ус} + T_з + T_{в.оп} + T_{к.и},$$

де $T_{ус}$ – час на установку і зняття деталі;

$T_з$ – час на закріплення деталі;

$T_{в.оп}$ – допоміжний час, пов'язане з операцією і не увійшло в керуючу програму. Приймемо 0,25 хв.;

$T_{к.и}$ – час на контрольні вимірювання.

Час контрольних вимірювань буде перекриватися часом роботи верстата $T_{ца}$. Отримуємо:

$$T_в = 0{,}09 + 0{,}25 + 0{,}20 = 0{,}54 \text{ хв.}$$

Штучний час на операції складе:

$$T_{шт} = (1{,}15 + 0{,}54 \cdot 0{,}81) \cdot \left(1 + \frac{5+5+4}{100}\right) = 3{,}8 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт.-к.} = \frac{41}{160} + 2{,}6 = 2{,}85 \text{ хв.}$$

Для інших операцій норми часу визначаємо за довідковими даними [3-5], для верстатів з ручним керуванням – за джерелами [3,4,5].

1.12 Технологічні параметри верстата

Розглянемо наладку токарного верстата з ЧПК 2Н135Ф3 на третю операцію за рекомендаціями, наведеними в [1].

Верстат оснащений пристроєм ЧПК з введенням програми обробки виробу з пульта, з дискретністю по осях 0,001 мм.

На операції з ЧПК обробка поверхні буде здійснюватися в одній установці. Для базування деталі використовується с свердлильний кондуктор.

У комплекс прийомів по наладці нульового положення по бічним поверхням входить:

- установка органів управління верстатом і ЧПК в положення для здійснення налагодження;
- поєднання осі шпинделя з базою заготовки, визначення відстані між бічною поверхнею і кондуктором, введення фактичного стану виконавчих органів верстата.

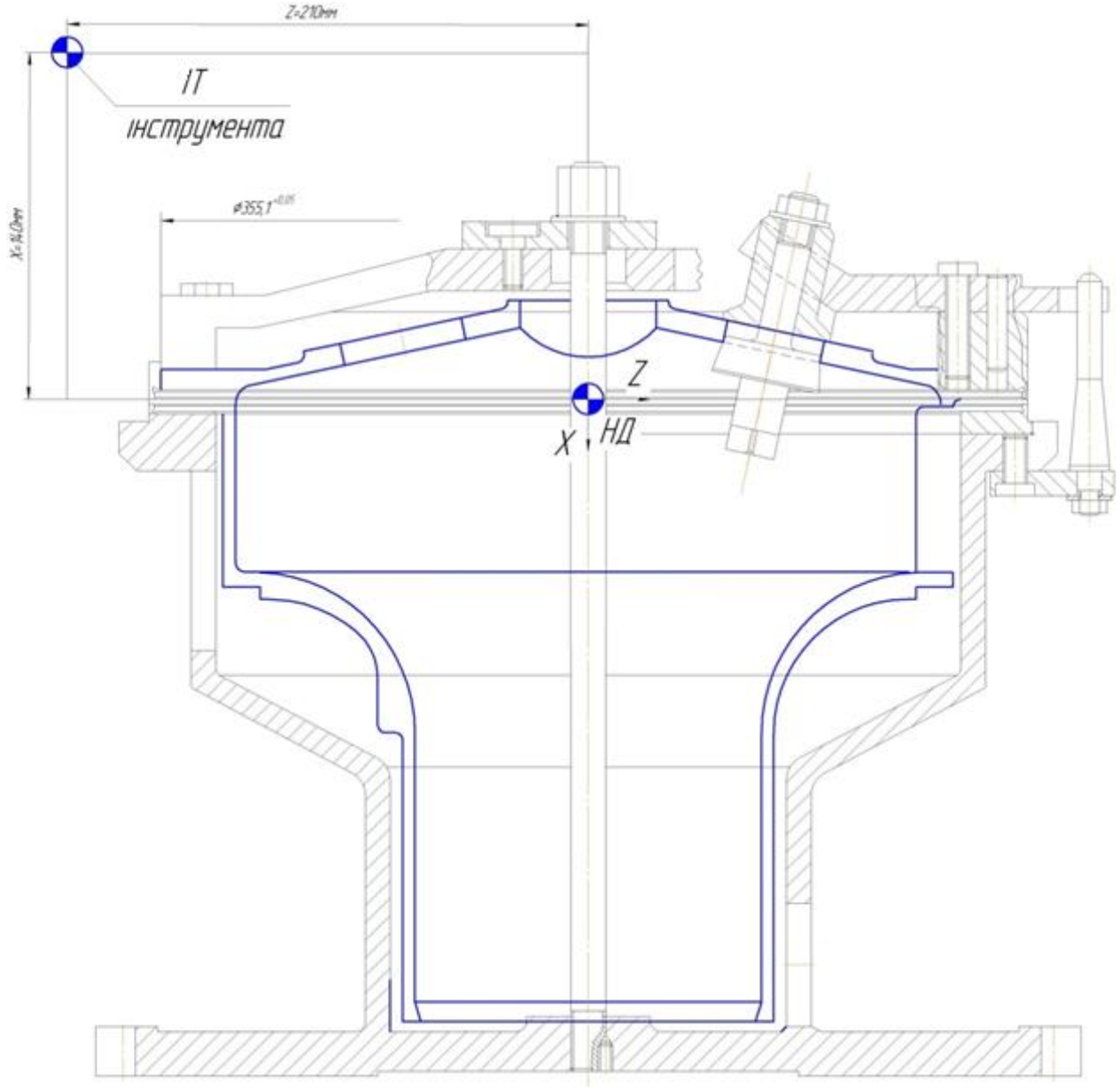


Рисунок 1.7 – Установка деталі на другому переході

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування свердлильного пристосування

2.1.1 Завдання на проектування

Розглянемо пристосування для операції 010. Операція проводиться на вертикально-свердлильному верстаті моделі 2Н135Ф3. На даній операції виробляється послідовне свердління трьох отворів Ø12мм, двох отворів Ø10мм і нарізаня різблення. Точність одержуваних отворів відповідає 14 квалітету, який досягається одноразовим свердлінням по кондуктору.

Отвори свердляться на прохід. Вхід і вихід інструменту проводиться по плоскій поверхні, що не викликає ніяких труднощів в процесі обробки.

Теоретична схема базування операції наведена на рис. 2.1. Поверхня 1 є настановної базою, торцева поверхня 2 є подвійною опорною базою. Так як кутове положення відлитих отворів, по відношенню до інших елементів деталі задано щодо основних кріпильних отворів, то одне з них є технологічною базою, що запобігає проворот деталі навколо своєї осі.

2.1.2 Розробка принципової схеми компонування пристосування

Для реалізації теоретичної схеми базування, зазначеної на рисунку 2.1, вибираємо такі елементи. Деталь встановлюється на підставку з кільцем, що є настановної базою.

Для затиску деталі розташовуємо уздовж осі деталі шпильку, на яку для здійснення притиску накидається шайба. Яка при затиску буде закріплювати деталь по 1 і 2 поверхні. На рисунку 2.1 приведена розрахункова схема дії сил: сили різання, реакції опор, сил тертя і затискних сил.

2.1.3 Силовий розрахунок пристосування

На рис. 2.1 крім теоретичної схеми базування наведені сила різання яка виникає під час свердління P_o і крутний момент $M_{кр}$, а також сили, що виникають на поверхнях установчих елементів пристосування.

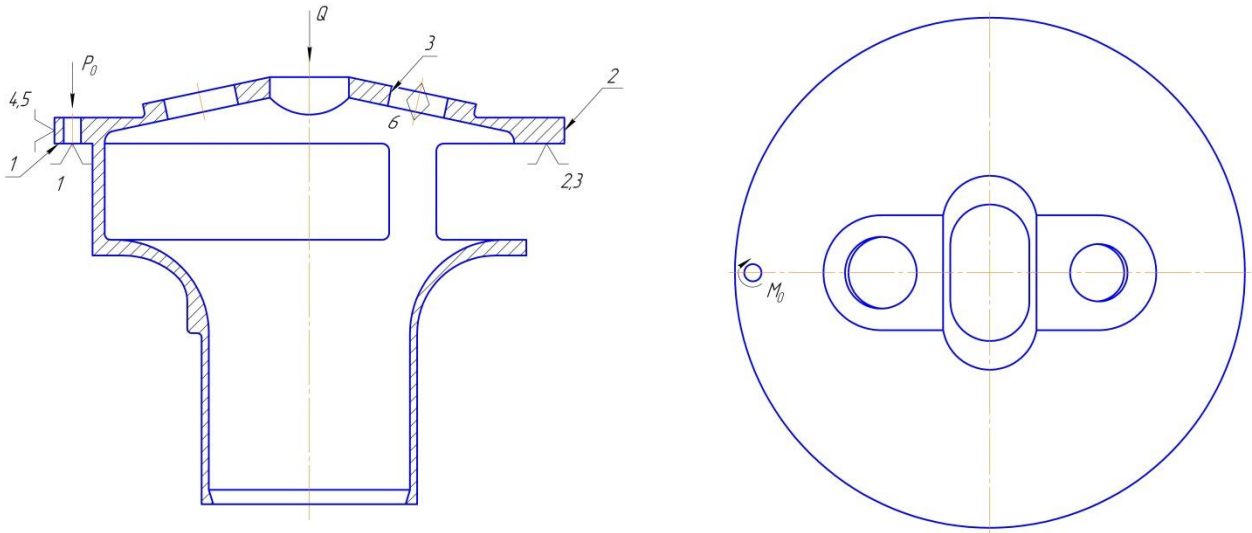


Рисунок 2.1 – Ескіз свердлильної операції

За схемою визначимо, що при виникненних силах різання деталь схильна до зсуву під впливом осьової сили і відриву від установчої технологічної бази під впливом крутного моменту.

Розрахуємо сили різання, що діють при свердлінні отвору $\varnothing 12(^{}_{-0,43})$.

Виходячи з розрахунків сил різання:

– крутний: момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0{,}012 \cdot 12^{2,2} \cdot 0{,}7^{0.8} \cdot 1 = 0{,}213 \text{ Н·м},$$

де C_M, q, y, K_p – емпіричні коефіцієнти, визначаємо за [1, С. 281 табл. 32]: $C_м = 0{,}012$, q = 2,2 y = 0,8.

– осьову силу:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 42 \cdot 12^{1,2} \cdot 0{,}7^{0,75} \cdot 1 = 120 \text{ Н},$$

де C_p, q, y, K_p – емпіричні коефіцієнти, визначаємо за [1, С. 281 табл. 32]: C_p = 42 q = 1,2, y = 0,75.

Складаємо рівняння дії сил. Дія сил на зрушення (розвантаження настановних елементів):

$$F_{mp} = P_o \cdot k,$$

де $F_{mp} = Q \cdot f$

f – коефіцієнт тертя, f=0,16;

Q – сила закріплення;

P_o – осьова сила;

k – коефіцієнт запасу.

Розрахуємо коефіцієнт запасу k, який забезпечує надійне закріплення заготовки:

$$k = k_o \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6,$$

де k_o – гарантованого запасу, k_o= 1,5;

k_1 – враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях, k_1=1,2 (чорнова обробка);

k_2 – характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення різального інструменту, k_2=1,2;

k_3 – враховує збільшення сил різання при переривчастому точінні, k_3=1;

k_4 – характеризує сталість сил закріплення в затискному механізмі, k_4 =1,3 (ручний зажим пристрою);

k_5 – характеризує ергономіку ручних затискних механізмів, k_5=1 (зручне розташування рукояток);

k_6 – враховується при наявності моментів, що прагнуть повернути заготівлю, встановлену плоскою поверхнею на постійні опори, k_6=1,0.

$$k = 1{,}5 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}2 \cdot 1 \cdot 1{,}4 \cdot 1 \cdot 1 = 2{,}52;$$

приймаємо $k = 2{,}5$

Тоді

$$Q = \frac{P_o \cdot k}{f} = \frac{120 \cdot 2{,}5}{0{,}16} = 1875 \text{ Н}$$

Дія сил на відрив (максимальна сила - сила P_z, від дії крутного моменту $M_{кр}$ під час свердління в початковий момент свердління):

$$Q = P_z \cdot k = \frac{2M_{кр}}{D} \cdot k = \frac{2 \cdot 0{,}213}{12} \cdot 2{,}5 = 0{,}088 \text{ Н}$$

2.1.4 Розрахунок параметрів приводу

За певної сили на приводі визначимо параметри приводу.

Приймаємо в якості затиску гвинтовий механізм. Перевагою такого типу механізму є простота і надійність в конструкції. Конструкція дозволяє застосовувати стандартизовані деталі.

Розрахунок ведемо по більшому значенню Q. Щоб заготовка не змістилася при закріпленні, сила $P_з$ повинна бути спрямована перпендикулярно до опори пристосування.

Виходячи з сили закріплення $P_з$ і візуального оцінювання, вибираємо номінальний внутрішній і середній діаметри і крок Р різьблення, а також знаходимо виникаючі в матеріалі гвинта напруження розтягу $\sigma_р$.

Приймаємо М14, крок Р = 2 мм, номінальний зовнішній діаметр різьби (гайки) D = 25 мм, номінальний середній діаметр різьби d_2 = 12,701мм.

Розрахунок затиску виконаний за методикою з джерела [8].

Крутний момент додається до гайки:

$$M_{КР} = Q_{РУК} \cdot L_{РУК},$$

де $Q_{РУК}$ – сила, прикладена на гайковий ключ, (80 ... 200Н), приймемо 150Н;

$L_{РУК}$ – довжина рукоятки ключа, мм.

$$L_{РУК} \approx 14 d_p,$$

де d_p – номінальний зовнішній діаметр різьби, d_p = 14мм.

$$L_{РУК} = 14 \cdot 14 = 196 \text{ мм};$$

$$M_{КР} = 150 \cdot 196 = 2940 \text{Н} \cdot \text{мм}.$$

Сила закріплення при конструюванні гвинтових затискних елементів пристосування визначають за формулою:

$$Q = \frac{M_{КР}}{[r_{СР} \tan(d_n + \varphi_T) + K_Ф]},$$

де $r_{СР}$ – середній радіус різьблення, $r_{СР}$ = 12,701 мм;

d_n – кут витка різьби, d_n= 20°30’;

φ_T – кут тертя в різьбовому з'єднанні (для метричних різьб φ_T = 6°34’);

$K_Ф$ – коефіцієнт, що залежить від розмірів і форми поверхні зіткнення затискного елемента з затискної поверхнею, визначається за формулою:

$$K_Ф = 0{,}6 \cdot f_m \cdot r_T,$$

де f_m – коефіцієнт тертя на торці гайки (f_m = 0,1…0,15), приймемо 0,15;

r_T – радіус опорного торця гвинта, мм.

$$r_T = 0{,}4 \cdot d_{ВН},$$

де $d_{ВН}$ – внутрішній діаметр різьби гайки, $d_{ВН}$ = 11,835 мм.

$$r_T = 0{,}4 \cdot 11{,}835 = 4{,}734;$$

$$K_Ф = 0{,}6 \cdot 0{,}15 \cdot 11{,}835 = 0{,}426;$$

$$Q = \frac{0{,}029}{[12{,}701 \cdot tan(20°30' + 6°34') + 0{,}426]} = 0{,}04\text{Н}.$$

2.1.5 Пристрій і робота пристосування

Кондуктор для свердління є пристосуванням для базування і закріплення деталі «Корпусу КГ 133.01» при виконанні трьох отворів Ø12мм і двох отворів Ø10мм на вертикально-свердлильній операції.

На першому етапі в отвір 15 (рисунок 1.2) протягується конічний палець з втулкою 8, гайкою 9 на штирі 10, які в подальшому встановлюються на планку 7. Потім деталь встановлюють в пристосування, просмикуючи через отвір деталі шпильку 5 і гайку 6, шпилька зафіксована від провороту гвинтом 15. Зверху деталі встановлюється хрестовина 2. Зафіксувавши хрестовину, повертаємо шайбу 3, яка має проріз для шпильки 5. Закріплення здійснюється стандартним динамометричним ключем, який забезпечує сталість сили затиску. Потім встановлена втулка в деталі входить в паз планки 7 і затягується гайкою до упору конічного пальця в отворі, яка фіксує при цьому кутове положення. Планка 7 встановлюється на палець 19, штифт 12 і затискається болтом 11. Палець 19 встановлений в планку 18 і закріплений шайбою 17 з гайкою 16. Планка 18 закріплена до корпусу кондуктора гвинтом 20.

2.2 Розрахунок контрольного пристосування

Виконавчі розміри робочого калібру пробки для отвору 12Н12($^{+0,18}$).

Розв’язання:

За ГОСТ 25346-89 знаходимо граничні відхилення отвору:

– значення основного нижнього відхилення EI = 0 мм;

– значення допуску IT12 = 0,18 мм;

– значення верхнього відхилення ES = EI + IT12 = 0 + 0,18 = +0,18 мм.

Рахуємо граничні розміри отвору:

$$D_{max} = D + ES = 12 + (+0{,}18) = 12{,}18\text{мм};$$

$$D_{min} = D + EI = 12 + 0 = 12{,}00\text{мм}.$$

За таблицями ГОСТ 24853-81 для отвору номінальним розміром 100 мм квалітета 8 знаходимо значення допусків і відхилень робочих калібрів: *H = 5 мкм, Z = 16 мкм, Y = 0 мкм*, допуск форми – IT3 (IT3 = 6 мкм).

Номінальний розмір отвору 12 мм – за формулами (1) і (2) знайдемо:

– найбільший граничний розмір робочого прохідного калібру пробки [8]:

$$P - ПР_{max} = D_{min} + Z + H/2 = 12{,}000 + 0{,}016 + 0{,}005/2, = 12{,}018\text{мм};$$

– найменший граничний розмір робочого прохідного калібру пробки:

$$P - ПР_{min} = D_{min} + Z - H/2 = 12{,}000 + 0{,}016 - 0{,}005/2, = 12{,}013 \text{ мм};$$

– найменший розмір зношеного прохідного калібру пробки, при досягненні якого його необхідно вилучити з експлуатації:

$$P - ПР_{изн} = D_{min} - Y = 12{,}000 - 0 = 12{,}000 \text{ мм}.$$

– виконавчий розмір прохідного калібру пробки:

$$P - ПР_{исп} = (P - ПР_{max})_{-H} = 12{,}000_{0{,}005} \text{ мм}.$$

– найбільший граничний розмір робочого непрохідного калібра пробки:

$$P - HE_{max} = D_{max} + H/2 = 12{,}18 + 0{,}005/2, = 12{,}182 \text{ мм};$$

– найменший граничний розмір робочого непрохідного калібру пробки:

$$P - HE_{min} = D_{max} - H/2 = 12{,}18 - 0{,}005/2, = 12{,}177 \text{ мм}.$$

– виконавчий розмір непрохідного калібру пробки:

$$P - HE_{исп} = (P - HE_{max})_{-H} = 12{,}182_{0{,}005} \text{ мм}.$$

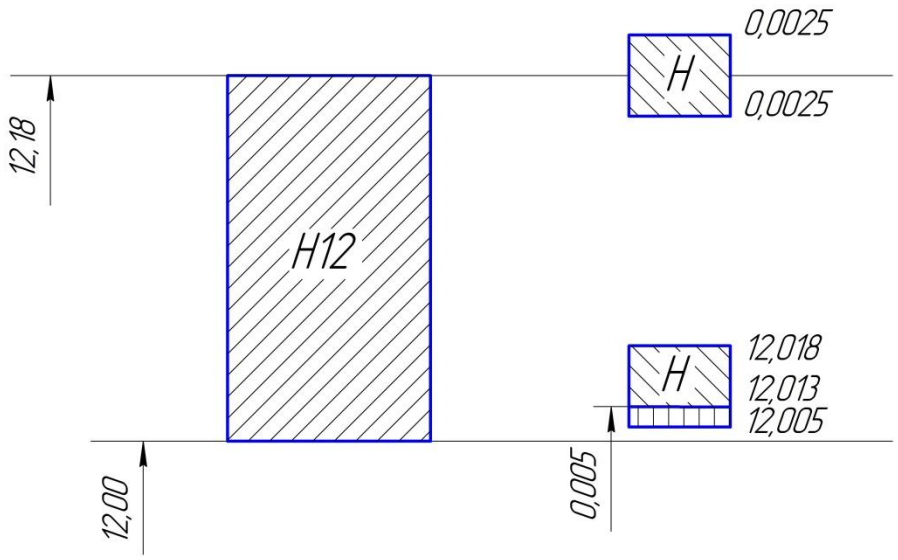


Рисунок 2.2 – Ескіз поля допуску робочого калібру пробки для отвору Ø12H12.

Калібр пробка не дозволяє вимірювати фактичний розмір отвору, але дає можливість встановити, що він виготовлений в межах заданого допуску. Даний метод вимірювання простий і скорочує витрати часу на контроль. Калібр дозволяє сортувати деталі на три групи: придатні деталі – ті деталі, чиї розміри лежать в межах заданого поля допуску, брак остаточний і брак поправний. Калібр пробка являє собою ручку, у якій по обидва боки встановлені вставки. З одного боку прохідний калібр, який в процесі вимірювання проходить в контрольоване отвір. З протилежного боку розташований непрохідний. При контролі деталь є придатною, якщо прохідна сторона калібру проходить, а

непрохідна відповідно – ні. У разі якщо контрольоване отвір більше прохідного калібру виникає виправний брак, отвір повторно можна обробити. Якщо ж отвір більше непрохідного, то виріб є браком.

Калібр пробка розрахована на 12000 вимірів, після яких вона приходить в непридатність.

До деталі «Корпус» є вимога на паралельність двох поверхонь 1 і 18 (рис. 1.2), відхилення якого не повинно перевищувати 0,5мм.

Для контролю вимоги використовується індикаторна стійка зі штативом. Деталь встановлюється на підставку, яка встановлена на повірочній плиті. Індикатор підводиться до контрольованої поверхні і вимірюється уздовж площини усієї поверхні.

Відхилення від паралельності не повинно перевищувати 50 поділів індикатора.

3 ОРГАНІЗАЦІЯ І ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА

3.1 Визначення кількості робочих місць на ділянці

Дані для розрахунків зведемо в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Технологічний процес обробки деталі

№ операції	Найменування операції	Модель верстата	Штучний час на операцію $t_{шт}$, хв.
005	Токарно-гвинторізний	SN63B	8,9
010	Вертикально-свердлувальний з ЧПК	2Н135Ф3	3,8
015	Вертикально-фрезерна	6Н13П	2,2
020	Радіально-свердлильна	2А53	3,6
025	Радіально-свердлильна	2А53	4,2
030	Горизонтально-фрезерна	6М83	1,9
Σ			24,6

N = 5000 шт / рік; $m_д$ = 9 кг; $m_з$ = 13 кг; $\sum t_{шт}$ = 24,6 хв.

Для розрахунку необхідного обладнання необхідно розрахувати наступні параметри:

Програма запуску $N_з$ визначається за формулою:

$$N_з = N \cdot 1{,}15 = 5000 \cdot 1{,}15 = 5750 \text{ шт.},$$

де N = 5000 – програма випуску виробів, шт.;

1,15 – коефіцієнт, який враховує незавершене виробництво.

Місячна програма запуску $N_{зм}$ визначається за формулою, шт:

$$N_{з.м} = \frac{N_з}{12} = \frac{5750}{12} = 480$$

Визначаємо середню трудомісткість операцій:

$$t_{шт\,ср} = \frac{\sum_{i=1}^{m} t_{шт\,i}}{n} = \frac{25}{6} = 4{,}2 \text{ хв;}$$

де n = 6 – кількість операцій механічної обробки.

Визначаємо середнє завантаження одного робочого місця даної деталі на місяць:

$$T_{ср\,м} = N_{з.м} \cdot t_{шт\,ср} = 480 \cdot 4{,}2 = 2011{,}8 \text{ хв.}$$

Визначаємо питому трудомісткість місячної програми запуску деталі «Корпус»:

$$T_{N\,\%} = \frac{100 \cdot T_{ср.м}}{60 \cdot F_{з.м}} = (100 \cdot 2011{,}8)/(60 \cdot 300) = 11{,}2\%$$

$F_{з.м}$ – де 300 годин при числі змін j = 45%.

Визначимо кількість змін випуску деталі «Корпус» за місяць:

$$Ф = j \cdot N_{N\%} = 45 \cdot 11{,}2\% = 5{,}04, \text{ приймемо 5 змін}$$

Визначимо місячний ефективний фонд часу роботи обладнання з випуску деталі «Корпус» в годинах:

$$f_{\text{з.м.}} = \frac{F_{\text{эф}} \cdot \Ф}{j} = \frac{300 \cdot 5}{45} = 33 \text{ год}$$

Визначимо розрахункову кількість верстатів кожної операції:

$$\text{С}_{\text{р}i} = \frac{N_{\text{з.м}} \cdot t_{\text{шт-к}}}{60 \cdot f_{\text{м.з}}}$$

$\text{С}_{\text{р1}} = \frac{480 \cdot 8{,}9}{60 \cdot 33} = 1{,}95;$ $\text{С}_{\text{р2}} = \frac{480 \cdot 3{,}8}{60 \cdot 33} = 0{,}91;$

$\text{С}_{\text{р3}} = \frac{480 \cdot 2{,}2}{60 \cdot 33} = 0{,}53;$ $\text{С}_{\text{р4}} = \frac{480 \cdot 3{,}6}{60 \cdot 33} = 0{,}87;$

$\text{С}_{\text{р5}} = \frac{480 \cdot 4{,}2}{60 \cdot 33} = 1{,}01;$ $\text{С}_{\text{р6}} = \frac{480 \cdot 1{,}7}{60 \cdot 33} = 0{,}41$

$\text{С}_{\text{пр.1}} = 2;$ $\text{С}_{\text{пр.2}} = 1$

$\text{С}_{\text{пр.3}} = 1;$ $\text{С}_{\text{пр.4}} = 1$

$\text{С}_{\text{пр.5}} = 2;$ $\text{С}_{\text{пр.6}} = 1$

Коефіцієнт завантаження обладнання визначається як:

$$\eta_{\text{з}i} = \frac{\text{С}_{\text{р}i}}{\text{С}\text{пр}i}$$

$\eta_{\text{з1}} = \frac{1{,}95}{2} = 0{,}975;$ $\eta_{\text{з2}} = \frac{0{,}91}{1} = 0{,}91$

$\eta_{\text{з3}} = \frac{0{,}53}{1} = 0{,}53;$ $\eta_{\text{з4}} = \frac{0{,}87}{1} = 0{,}87$

$\eta_{\text{з5}} = \frac{1{,}01}{2} = 0{,}505;$ $\eta_{\text{з6}} = \frac{0{,}41}{1} = 0{,}41$

Розрахуємо коефіцієнт завантаження часу:

$$\text{К}_{\text{з.ср}} = \frac{\sum \text{С}_{\text{р}}}{\sum \text{С}_{\text{пр}}} = \frac{5{,}68}{8} = 0{,}71$$

Таблиця 3.2 – Зведені дані щодо кількості верстатів та завантаження устаткування деталі «Корпус»

№	Найменування операції	$t_{шт-к}$	$C_р$	$C_{пр}$	η	Модель верстата
005	Токарно-гвинторізна	8,9	1,95	2	0,975	Токарно-гвинторізний SN63B
010	Вертикально-свердлувальна з ЧПК	3,8	0,91	1	0,91	Вертикально-свердлувальний з ЧПК 2Н135Ф3
015	Вертикально-фрезерна	2,2	0,53	1	0,53	Вертикально-фрезерний 6Н13П
020	Радіально-свердлильна	3,6	0,87	1	0,87	Радіально-свердлильний 2А53
025	Радіально-свердлильна	4,2	1,01	2	0,505	Радіально-свердлильний 2А53
030	Горизонтально-фрезерна	1,9	0,41	1	0,41	Горизонтально-фрезерний 6М83
Σ		24,46	5,68	8	4,2	

Побудуємо графік завантаження обладнання і позначимо на графіку середній коефіцієнт завантаження обладнання $\eta_{зср}$. Він дозволяє наочно продемонструвати завантаження кожної одиниці обладнання на ділянці і цеху в цілому:

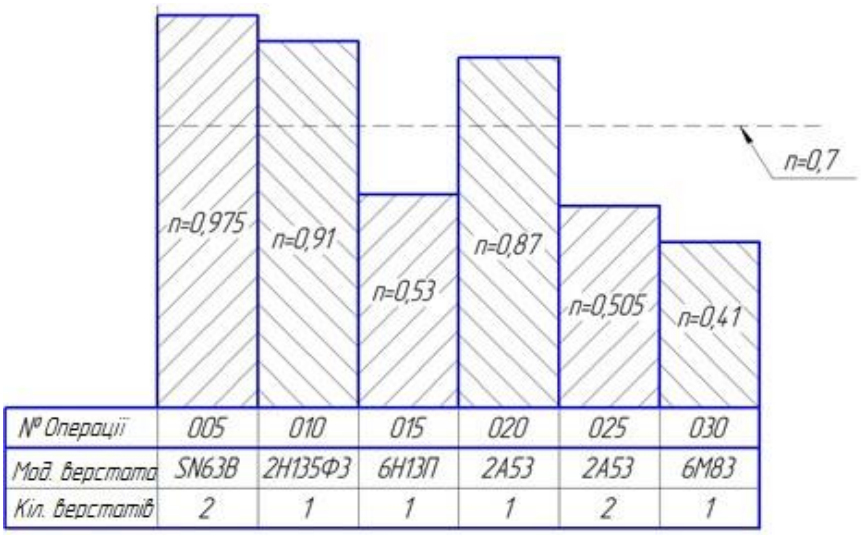


Рисунок 3.1 – Графік завантаження обладнання на кожній ділянці

3.2 Визначення технологічного циклу виготовлення партії деталей

Для даних умов технологічного процесу в умовах середньосерійного виробництва можливий послідовний або паралельно-послідовний вид руху.

Приймаємо паралельно-послідовний вид руху, тому що при ньому тривалість циклу істотно менше.

Тривалість технологічного циклу ($T_{п-п}$) при паралельно-послідовному вигляді руху визначається за формулою, хв.:

$$T_{n-n} = n\sum_{1}^{m}\frac{t_{ш-к}}{C} - (n - n_т)\sum_{1}^{m-1}\left(\frac{t_{ш-к}}{C}\right)_к$$

де n=160 – кількість деталей в партії, шт.;

$n_т$=120 – кількість деталей у транспортній партії, шт;

$t_{ш-к}$ – штучно-калькуляційна норма часу на операцію, хв.;

$\left(\frac{t_{ш-к}}{C}\right)_к$ – найбільш короткий операційний цикл (з кожної пари суміжних операцій), хв.

$$T_{п-п} = 160 \cdot \left(\frac{8,9}{2} + \frac{3,8}{1} + \frac{2,2}{1} + \frac{3,6}{1} + \frac{4,2}{2} + \frac{1,9}{1}\right) -$$

$$-(160 - 80) \cdot \left(\frac{3,8}{1} + \frac{2,2}{1} + \frac{2,2}{1} + \frac{1,1}{1} + \frac{1,9}{1}\right) = 160 \times 18,05 - 80 \times 11,2 == 1992 \text{ хв.}$$

Для побудови графіка при паралельно-послідовному русі необхідно визначити зміщення між сусідніми операціями:

$$S_i = (n - n_т) \cdot \left(\frac{T_{шт\,i}}{C_i}\right)_{кр}$$

$S_1 = (160 - 80) \cdot 3,8 = 304$ хв.;

$S_2 = S_3 = (160 - 80) \cdot 2,2 = 176$ хв.;

$S_4 = (160 - 80) \cdot 1,1 = 88$ хв.;

$S_5 = (160 - 80) \cdot 1,9 = 152$ хв.

Розраховуємо тривалість циклу виготовлення деталі для кожної операції:

$$t_{ni} = \frac{t_{шті} \cdot n}{C_i}$$

$$t_{n1} = \frac{8{,}9 \times 160}{2} = 712; \qquad t_{n4} = \frac{3{,}6 \times 480}{1} = 576;$$

$$t_{n2} = \frac{3{,}8 \times 160}{1} = 608; \qquad t_{n5} = \frac{4{,}2 \times 480}{2} = 336;$$

$$t_{n3} = \frac{2{,}2 \times 160}{1} = 352; \qquad t_{n6} = \frac{3{,}11 \times 480}{2} = 248{,}8.$$

де $t_{ш-к.i}$ – штучно-калькуляційний час кожної операції, хв.;

C_i – кількість робочих місць.

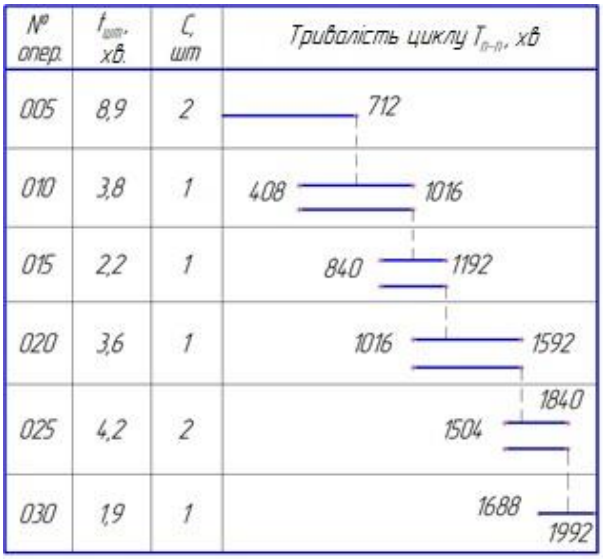


Рисунок 3.2 – Графік роботи ділянки при паралельно-послідовному вигляді руху предметів праці.

3.3 Організація обслуговування робочих місць на ділянці

Визначаємо тривалість ремонтного циклу для обладнання ділянки за такою формулою:

$$T_{р.ц} = A \cdot K_{т.п.} \cdot K_{о.м.} \cdot K_{у} \cdot K_{к.с.}, \text{ год.},$$

де А – встановлений норматив часу оперативної роботи верстата, верстато / год.;

$К_{т.п.}$ – коефіцієнт, що враховує тип виробництва;

$К_{о.м.}$ – коефіцієнт, що враховує матеріал, що обробляється на верстатах нормальної точності;

$К_{у}$ – коефіцієнт, що враховує умови експлуатації обладнання;

$К_{к.с.}$ – коефіцієнт, що враховує вагові характеристики верстатів.

У цьому технологічному процесі використовуються верстати з лезвійним інструментом. Приймаються наступні значення для верстатів з лезвійним інструментом:

А = 24000 верстатів / год.;

$К_{т.п.}$ = 1,3 – для серійного типу виробництва;

$К_{о.м.}$ = 1,0 – для чавуну;

$К_{у}$ = 1,1 – для лезового інструменту;

$К_{к.с.}$ = 1.

$$T_{р.ц}^{л} = 24000 \cdot 1{,}3 \cdot 1 \cdot 1{,}1 \cdot 1 = 34320 год.$$

Визначити тривалість ремонтного циклу в роках для верстатів з лезвійним інструментом:

$$T_{р.ц.}^{год} = \frac{T_{р.ц.}}{Ф_{д.о}} = \frac{34320}{4015} = 8{,}547$$

де $Ф_{д.о.}$ = 4015 – річний ефективний фонд часу роботи обладнання, год.

Структура міжремонтного циклу для верстатів з лезвійним інструментом, що використовуються в технологічному процесі, вагою до 10 т:

К-О-М-О-М-О-С-О-М-О-М-О-С-О-М-О-М-О-К.

Тривалість міжремонтного періоду в місяцях:

$$T_{р.ц.}^{мес} = \frac{T_{р.ц.}^{год} \cdot 12}{П_с + П_м + 1} = \frac{8{,}547 \cdot 12}{2 + 6 + 1} = 11{,}396 = 12 міс.$$

де $П_с$, $П_м$ – кількість відповідно середніх і малих ремонтів.

Тривалість міжоглядового періоду в місяцях:

$$T_{мо.п}^{мес} = \frac{T_{р.ц.}^{год} \cdot 12}{П_с + П_м + П_о + 1} = \frac{8{,}547 \cdot 12}{2 + 6 + 9 + 1} = 5{,}698 = 6 міс.$$

де $П_0$ – кількість оглядів.

Визначаємо трудомісткість ремонту для 2 верстатів: токарно-гвинторізний SN63B і горизонтально-фрезерний 6M83.

Трудомісткість ремонту:

$$Т_{рем} = P \cdot H \cdot C, \text{ год.},$$

де P – категорія ремонтної складності обладнання;

H – норма часу на одиницю ремонтної складності, год;

C = 1 – кількість одиниць однойменного обладнання.

Трудомісткості ремонтів для верстата SN63B (P = 10), год.:

– капітального $T_{рем}^{К} = 10 \cdot 10 \cdot 1 = 100$;

– середнього $T_{рем}^{С} = 10 \cdot 7 \cdot 1 = 70$;

– малого $T_{рем}^{М} = 10 \cdot 2 \cdot 1 = 20$;

– огляду $T_{рем}^{О} = 10 \cdot 0{,}1 \cdot 1 = 1$.

Трудомісткості ремонтів для верстата 6M83 (P = 14), год.:

– капітального $T_{рем}^{К} = 14 \cdot 10 \cdot 1 = 140$;

– середнього $T_{рем}^{С} = 14 \cdot 7 \cdot 1 = 98$;

– малого $T_{рем}^{M} = 14 \cdot 2 \cdot 1 = 28$;

– огляду $T_{рем}^{O} = 14 \cdot 0{,}1 \cdot 1 = 1{,}4$.

Кількість одиниць ремонтної складності вибираємо згідно з єдиною системою планово-попереджувальних ремонтів обладнання.

За отриманими даними будуємо річний графік ремонтних робіт за верстатами (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Графік ремонту обладнання ділянки на рік

№ верстата	Модель верстата	Категорія ремонтної складності	Категорія ремонтної складності	Види ремонтних робіт											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	SN63B	10	$\frac{VIII.2016}{C}$	$\frac{1}{O}$					$\frac{20}{M}$					$\frac{1}{O}$	
2	6M83	14	$\frac{IX.2016}{O}$		$\frac{1{,}4}{O}$					$\frac{28}{M}$					$\frac{1{,}4}{O}$

3.4 Розрахунок кількості робочих місць і працівників цеху

Визначаємо кількість робочих місць в цеху з розрахунку річної трудомісткості робіт, виконуваних у цеху за формулою:

$$C_{р.ц.} = \frac{T_{цех}}{60 \cdot Ф_{д.о.} \cdot К_{в.н.} \cdot К_{з}} = \frac{51450000}{60 \cdot 4015 \cdot 1{,}08 \cdot 0{,}85} = 233 шт.$$

$T_{цех}$ – загальна річна трудомісткість робіт, що виконується в цеху, хв. Приймаємо 51450000 хв.;

де, $К_{в.н.}$ – коефіцієнт виконання норм виробітку (для механічних цехів серійного виробництва $К_{в.н.} = 1{,}08$);

$К_з$ – середній коефіцієнт завантаження робочих місць при даному типі виробництва (для дрібносерійного виробництва $К_з$ = 0,85);

$Ф_{д.о.}$ – ефективний фонд часу роботи верстата, год.

Кількість основних робітників у цеху за формулою:

$$P_0 = \frac{T_{цех}}{60 \cdot Ф_р \cdot К_{в.н.} \cdot} = \frac{51450000}{60 \cdot 1820 \cdot 1{,}08} = 436 чол.$$

де $Ф_р$ – Ефективний річний фонд часу роботи робітника, год (для 41 годинного робочого тижня і 24 дням відпустки $Ф_р$ = 1820 год.).

Кількість допоміжних працівників (робітники ремонтних та інструментальних служб, транспортні та підсобні робітники, робітники складів і комірники тощо) можна визначити в залежності від кількості виробничих працівників. Для механічних цехів середньосерійного виробництва допоміжні працівники складають 20 - 25% від основних. Приймемо середнє значення:

$$P_в = 0{,}21 \cdot 436 = 91{,}56 = 92 чол.$$

Чисельність інженерно-технічних працівників (ІТП) визначається як частина від загальної кількості робітників. Чисельність ІТП дорівнює 11 - 13% від суми основних і допоміжних робітників, чисельність лічильно-конторського персоналу (ЛКП) дорівнює 4 - 5%, а чисельність молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) становить 2 - 3%. Виконуємо розрахунки, приймаючи середні показники:

$$P_{ИТР} = 0{,}11 \cdot (436 + 92) = 58{,}08 = 59 \text{ чол.}$$

$$P_{СКП} = 0{,}04 \cdot (436 + 92) = 21{,}12 = 22 \text{ чол.}$$

$$P_{МОП} = 0{,}03 \cdot (436 + 92) = 15{,}84 = 16 \text{ чол.}$$

4 ПЛАНУВАННЯ ДІЛЯНКИ

4.1 Вибір і обгрунтування основних характеристик виробничої будівлі

Вибір і обгрунтування основних характеристик виробничої будівлі. Приймаємо одноповерхову безкранову будівлю з повним каркасом. У будівель з повним каркасом вертикальними несучими елементами є колони, зовнішні стіни виконують захисну функцію. Сітка колон характеризує співвідношення кроку колон і ширини прольоту (А × В). Відстані А і В вимірюються між осями колон. Для виробничих будівель механічних і складальних цехів рекомендується застосовувати уніфіковані сітки колон з розмірами: 12 × 18 м. Приймаємо сітку колон дорівнює 12 × 18 м. Так як вона є основною сіткою і її застосування переважно. По периметру будівлі (під стінами) уніфікований крок А, рівний 12 м слід зменшити до 6 м. Габарити будівлі рекомендується формувати з уніфікованих типових секцій (УТС). Одна УТС має розміри 72 × 72 м. І площа 5184 м^2.

Висота прольоту визначається як відстань від рівня підлоги будівлі до нижньої затяжки несучої ферми. Попередньо висоту прольоту розраховують виходячи габаритів оброблюваних деталей, висоти технологічного обладнання. Остаточно приймається уніфіковане значення висоти прольоту секції, найближче до розрахункового значення. На рис. 4.1 вкажемо схему визначення висоти прольоту.

Цех має вантажопідйомні засоби (консольні крани), висота найвищої в прольоті верстата H_1=3070 мм. Інші параметри: H_2=500 мм, H_3=130 мм, H_4=1000 мм, H_5=300 мм, H_6=1000 мм. Приймаємо стандартну висоту прольоту Н= 6000 мм.

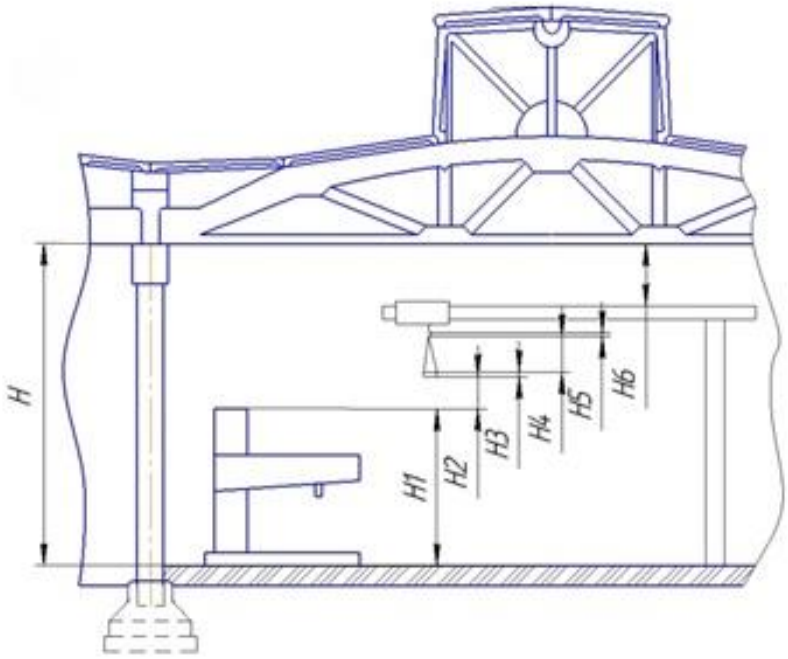


Рисунок 4.1 – Схема визначення висоти прольоту.

Для безкранової будівлі вибираємо уніфіковані залізобетонні колони перерізом 500 × 500 мм. Несучі конструкції покриттів (ферми, балки), крокові і підкрокові. В УТС передбачено застосування для стропильних і підкроквяних конструкцій одних тільки ферм. Приймаємо уніфіковані залізобетонні сегментні ферми (рис.4.2).

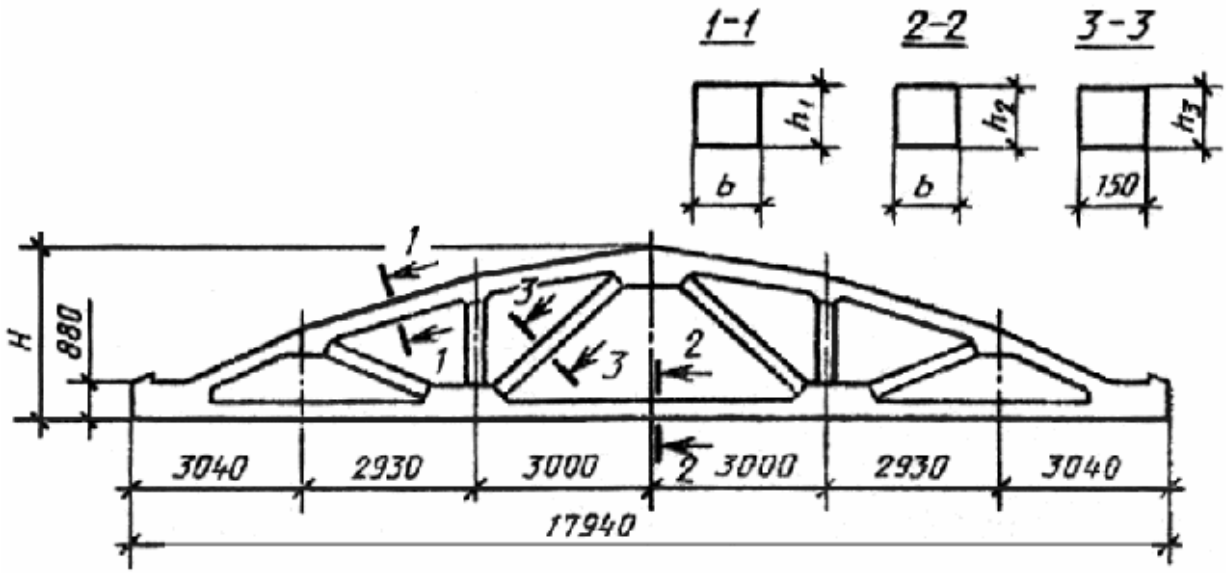


Рисунок 4.2 – Уніфікована ферма

Крокові балки перекривають проліт (18...30 м), а підкрокові перекривають крок колон (12 м). Для проектованого цеху вибираємо розсувні ворота, так як такі ворота будуть більш компактні. Проріз воріт вибираємо шириною 4 метри і заввишки 3 метри. Приймаємо скатний дах проектованого цеху, так як в цеху не передбачаються складні комунікації, які слід розташувати в міжфермовому просторі. Скатний дах полегшує відведення атмосферних опадів. Для ефективної аерації будівлі, економії електроенергії в денний час застосовуємо світлоаераційні ліхтар. Для полегшення відводу атмосферних опадів приймаємо світлоаераційні ліхтар із зовнішнім водовідведенням.

Приймаємо за [10] підлогу з полімерцементним покриттям, здатний витримати максимальне технологічне навантаження – 3-5 т / м^2. Вибрана підлога дозволяє застосовувати у виробництві мінеральні масла і емульсії.

4.2 Вибір і обгрунтування підйомно-транспортного обладнання

За функціональним призначенням, транспорт поділяється на: цеховий і міжопераційний.

Міжопераційний транспорт застосовують для переміщення оброблюваних деталей між робочими місцями. У непотоковому виробництві деталі обробляються і транспортуються партіями на незначні відстані, при чому, напрямок і траєкторія вантажопотоків змінюються.

В якості міжопераційних транспортних засобів, приймаємо електровізок Linde T20, яка має вантажопідйомність до 2000кг невеликі габарити 1750 х 700 х 1100, за рахунок чого даний електровізок відрізняється маневреністю.

Схема вантажопотоку на ділянці приведена на рис. 4.3.

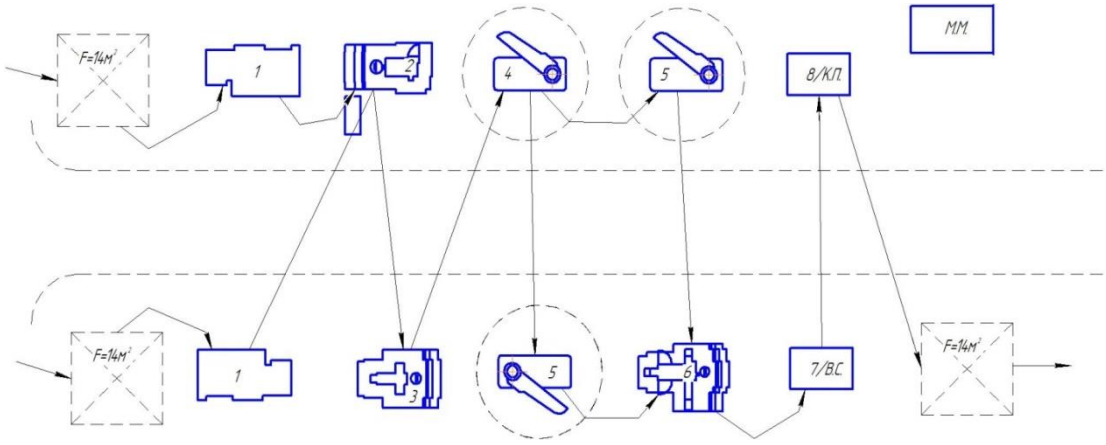


Рисунок 4.3 – Схема вантажопотоку на ділянці

У середнесерійному виробництві використовується групова форма організації. Створюються предметно замкнуті ділянки обладнання на яких розставляються по ходу типового технологічного процесу. В результаті виникають порівняно прості зв'язки між робочими місцями і створюються передумови для організації прямоточного переміщення деталей в процесі їх виготовлення. Подетальна спеціалізація ділянок робить доцільною обробку партії деталей паралельно на декількох верстатах, що почергово виконують операції. Як тільки на попередній операції закінчується обробка декількох перших деталей, вони передаються на наступну операцію до закінчення обробки всієї партії. Таким чином, в умовах серійного виробництва стає можливою паралельно-послідовна організація виробничого процесу.

Основні ознаки:

– набирається група деталей, подібних за технологією виготовлення; вибирається деталь-представник; складається груповий ТП;

– на ділянці встановлюється все обладнання, необхідне для обробки групи деталей;

– робочі місця спеціалізуються на певній групі операцій;

– робочі місця зв'язуються спец. транспортом;

– відсутність такту випуску; операції не синхронізовані.

Переваги:

– скорочення обсягу транспортно-складських робіт;

– скорочення обсягів незавершеного виробництва;

– більш висока продуктивність.

Принципом при розробці методу розташування обладнання на ділянці є забезпечення прямоточності руху деталей в процесі їх обробки відповідно до технологічного процесу, а також визначення відстаней між обладнанням, колонами і стінами (рис. 4.4).

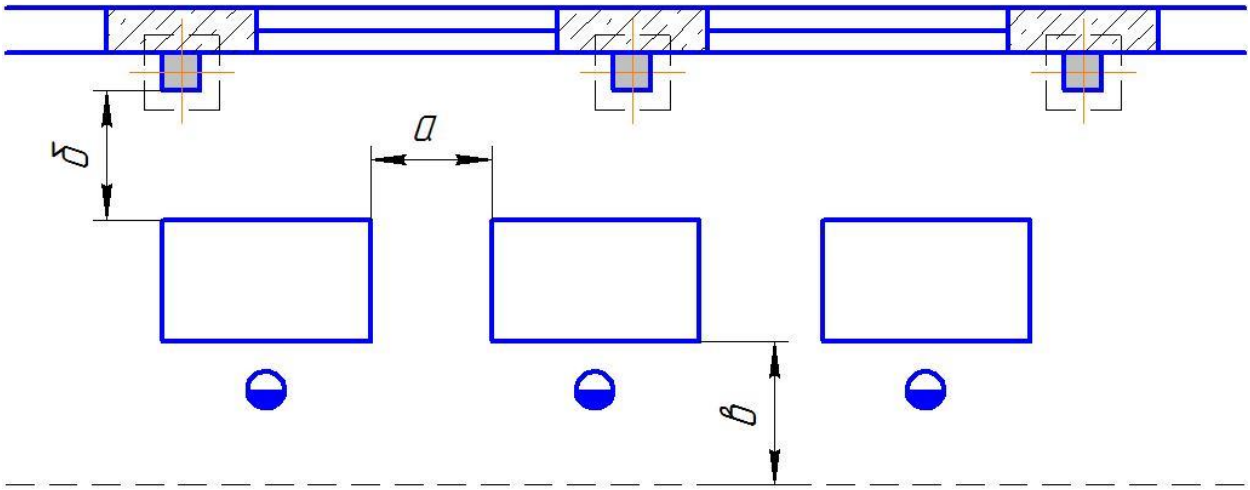


Рисунок 4.4 – Схема руху і розташування
верстатів щодо поздовжнього торця

У проектованому технологічному процесі всі верстати можуть бути розбиті на 2 групи відповідно до [10, с. 177, табл. 24]:

– 2Н135Ф3; 2А53;

– SN63B; 6Н13П; 6М83.

Відстані між верстатами, стінами, колонами і поздовжнім проїздом представлені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Відстані між верстатами, стінами, колонами і поздовжнім проїздом.

Назва	Найбільший з габаритних розмірів верстата в плані, м	
	До 1,8, *а*	Від 1,8 до 4, *б*
Між проїздом і фронтом верстата	2	2,3
Між верстатами, зупинених бічними сторонами	0,8	0,9
Від колон і стін до верстата, розташованого тильною стороною	1,5	1,5
Від колон і стін до верстата, розташованого бічною стороною	1,2	1,2

Площа верстатного відділення розраховується по точному методу, який виконується на підставі планування ділянки виконаної в масштабі:

$$S = L \times B = 38,7 \times 17,9 = 693 \text{ м}^2$$

Установка обладнання при монтажі проводитися за монтажним планом, на якому вказана «прив'язка» обладнання до осей колон і правил. Для легких верстатів загального призначення з масою до 3 тонн приймаємо установку на підлозі.

Обладнання ділянки встановлюється на загальну подушку, виготовлену з армованої залізними прутами сітки 25х25 см, товщиною 250 ... 300 мм. На загальні фундаменти встановлюємо інші верстати, оскільки їх маса перебуває в межах 3 - 10 тонн.

Для предметно-замкнутої ділянки середньосерійного виробництва кількість стружки визначаємо побільшано. Один металорізальний верстат утворює за годину таку кількість стружки, в кг:

– малий верстат (3 верстати) – 4 кг / год;

– середній (5 верстатів) – 6 кг / год;

Продуктивність стружкоутворення проектованої ділянки складе:

$$q = 3\times4+5\times6 = 42 \text{ кг / год.}$$

Приймаємо механізовану систему збирання стружки, при якій стружка збирається біля верстату в спеціальну тару і в міру накопичення видаляється з цеху у відділення її збору та переробки.

Складське господарство складається з комплексу складів різного функціонального призначення. Для кожного прольоту розраховуються площадка для зберігання заготовок і готових деталей. Визначимо площу майданчику для зберігання заготовок і готових деталей за збільшеним способом по формулою:

$$F_{заг} = 0{,}02 \cdot 693 = 13{,}86 \approx 14 \text{ м}^2.$$

Площадка для зберігання заготовок розміщується на початку прольоту.

Визначимо площу для площадки зберігання готових деталей за формулою:

$$F_{заг} = 0{,}02 \cdot 693 = 13{,}86 \approx 14 \text{ м}^2.$$

Площадка для зберігання готових деталей розміщується в кінці прольоту.

5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Калькуляція собівартості деталі

Для визначення собівартості необхідно розрахувати наступні параметри. Розрахунок параметрів надано нижче.

Для складання калькуляції собівартості деталі та кошторису витрат на виготовлення деталі необхідно визначити вартість матеріалів для виготовлення деталі:

$$C_м = Q_{\text{черн}} \cdot Ц_м \cdot 1{,}12 - C_0 грн.,$$

де $Q_{чорн}$ = 13,082 – чорнова маса деталі (маса заготовки), кг;

$Ц_м$ – ціна одного кг матеріалу деталі, грн. Заготівля являє собою лиття в піщано-глинистих формах з машинноюформовкою з металевих моделей. Приймаємо: $Ц_м$ = 26 грн / кг.

$C_о$ – вартість відходів в розрахунку на одну деталь, грн. Вартість відходів на одну деталь C_0 можна визначити за формулою:

$$C_0 = (Q_{\text{чорн}} - Q_{\text{чист}}) \cdot Ц_{відх} = (13{,}082 - 9{,}050) \cdot 11 = 44 грн.,$$

де $Q_{чист}$ = 9,050 – чистова маса деталі, кг;

$Ц_{отх}$= 11 грн / кг – ціна 1 кг відходів матеріалу деталі, грн.

Вартість матеріалів для деталі:

$$C_м = 13{,}082 \cdot 26 \cdot 1{,}12 - 44 = 337 грн.,$$

Визначаємо основну заробітну плату основних робітників цеху за формулою:

$$З_{осн} = C_ч \cdot T_{цех} \cdot 1{,}43, \text{ грн.}$$

де $З_{осн}$ – основна заробітна плата основних робітників цеху, грн.;

$Т_{цех}$ – річна трудомісткість робіт, виконуваних в цеху, нормо-годину.;

1,43 – коефіцієнт, що враховує всі доплати до прямої заробітної плати;

$С_г$ – середня тарифна ставка, грн. / год.

Штучний час на операціях наводимо в годинах.

$$Т_{цех} = 51450000 \text{ хв} / 60 = 857500 \text{ год.}$$

Визначаємо зарплату основних робітників ділянки по випуску деталі. Розрахунок оформимо у вигляді табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Фонд заробітної плати основних робочих ділянки з обробки однієї деталі

№ операції	Найменування операції	$Т_{шт.}$, нормо-годин	Розряд робіт	Годинна тарифна ставка	Основний фонд зарплати, грн		
					пряма	доплата, 43%	сума
005	Токарно-гвинторізна	0,14	IV	59,18	8,28	3,56	13
010	Вертикально-свердлувальна з ЧПК	0,063	V	73,35	4,62	1,98	6,6
015	Вертикально-фрезерна	0,03	IV	59,18	1,55	0,66	2,21
020	Радіально-свердлувальна	0,06	III	51,68	3,10	1,33	4,43
025	Радіально-свердлувальна	0,07	III	51,68	3,62	1,55	5,17
030	Горизонтально-фрезерна	0,031	IV	59,18	1,83	0,78	2,61
Підсумок					23	9,86	34,02

Для робочих III розряду:

$$З_{осн} = 51{,}68 \cdot 857500 \cdot 1{,}43 = 63371308 \text{ грн.}$$

Для робочих IV розряду:

$$З_{осн} = 59{,}18 \cdot 857500 \cdot 1{,}43 = 72567995{,}5 \text{ грн.}$$

Для робочих V розряду:

$$З_{осн} = 73{,}35 \cdot 857500 \cdot 1{,}43 = 89943603{,}8 \text{ грн.}$$

Середнє розрахункове значення фонду заробітної плати основних робочих:

$$З_{осн} = 61{,}40 \cdot 857500 \cdot 1{,}43 = 75290215 \text{ грн.}$$

З огляду на чисельність ІТП, ЛКП і МОП визначимо фонд заробітної плати для цієї категорії працівників, виходячи з посадових окладів:

ІТП: 192979 грн.;
ЛКП: 54083 грн.;
МОП: 22666 грн.

Визначаємо річний фонд заробітної плати ІТП, ЛКП і МОП:

$$З_{ІТР} = 192979 \cdot 12 \cdot 59 = 136629132 \text{грн.};$$
$$З_{ЛКП} = 54083 \cdot 12 \cdot 22 = 14277912 \text{грн.};$$
$$З_{МОП} = 22666 \cdot 12 \cdot 16 = 4351872 \text{грн.}$$

Необхідно зробити розрахунок кошторису витрат на утримання і експлуатацію обладнання цеху (табл. 5.2).

Вартість верстатів, що використовуються на ділянці [12]:

SN63B – 625000 грн / шт.;

2H135Ф3 – 145833 грн / шт.;

6H13П – 100000 грн / шт.;

2A53 – 150000 грн / шт.;

6M83 – 91666 грн / шт.

Визначаємо середню вартість одного верстата як:

$$C_{ст.ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_{ст_i}}{n} = \frac{1112499}{8} = 139062 \text{ грн.},$$

де $\sum_{i=1}^{n} C_{ст_i}$ – вартість усіх верстатів ділянки, грн.;

n = 8 – кількість верстатів на ділянці.

Середня потужність одного верстата на ділянці визначити як:

$$N_{ст.ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{ст_i}}{n} = \frac{45{,}5}{8} = 5{,}687 \text{ кВт},$$

де $\sum_{i=1}^{n} N_{ст_i}$ – потужність всіх верстатів ділянки, кВт.

n = 8 – кількість верстатів на ділянці.

Визначаємо вартість інструментів, приладів, регулюючих пристроїв в цеху укрупнено в розмірі 10% від вартості верстатів, встановлених в цеху:

$$C_{инст}^{цех} = 0{,}1 \cdot C_{ст.ср} \cdot C_{р.ц.} = 0{,}1 \cdot 139062 \cdot 233 = 3240144 \text{грн.}$$

Вартість транспортних засобів цеху складе 2% від вартості верстатів:

$$C_{тр}^{цех} = 0{,}02 \cdot C_{ст.ср} \cdot C_{р.ц.} = 0{,}02 \cdot 606250 \cdot 233 = 2825125 \text{грн.}$$

Стоимость станков в цехе определяем как:

$$C_{тр}^{цех} = 0{,}02 \cdot C_{ст.ср} \cdot C_{р.ц.} = 0{,}02 \cdot 139062 \cdot 233 = 648028 \text{грн.}$$

Знаючи вартість основних фондів цеху, визначити величину амортизаційних відрахувань з розрахунку 12%:

$$A = \left(C_{інст}^{цех} + C_{тр}^{цех} + C_{ст}^{цех}\right) \cdot 0{,}12 = \left(3240144 + 648028 + 32401446\right) \cdot 0{,}12 = 4354754 \text{ грн.}$$

Для визначення собівартості необхідно провести розрахунок витрат на утримання і експлуатацію устаткування і робочих місць.

Витрати на силову електроенергію, грн.:

$$З_{эл} = C_{эл} \cdot \sum M \cdot Ф_{д.о.} \cdot K_{з}$$

де $C_{эл}$ = 1,68 грн – цена 1 кВт·год електроенергії;

$\sum M$ – сумарна потужність електродвигунів верстатів цеху, кВт.

Оскільки $\sum M = N_{ст}^{ср} \cdot C_{р.ц}$, можна визначити витрати на силову електроенергію визначити як:

$$З_{эл} = C_{эл} \cdot N_{ст}^{ср} \cdot C_{р.ц} \cdot Ф_{д.о.} \cdot K_{з} = 1{,}68 \cdot 5{,}687 \cdot 233 \cdot 4015 \cdot 0{,}85 = 7597188 \text{ грн.}$$

Витрати на стиснене повітря, воду і пар не значні, їх значеннями нехтуємо.

Прийнявши допущення про те, що маси деталей, які випускаються в

цеху, одного порядку, можна визначити загальну масу деталей за рік:

$$\sum M^{цех} = \frac{M_{дет}^{уч} \cdot \sum T_{дет}^{цех}}{\sum T_{дет}^{уч}} = \frac{52038 \cdot 51450000}{143750} = 18625078{,}96 \text{ кг} = 18625 \text{ т}$$

де $M_{дет}^{уч} = H_з \cdot m_д = 5750 \cdot 9{,}050 = 52038$ кг – маса деталей, які обробляються на ділянці за рік;

$T_{дет}^{цех} = 51450000$ – трудомісткість виготовлення цехової програми за рік, хв;

$T_{дет}^{уч} = H_з \cdot \sum T_{шт} = 5750 \cdot 25 = 143750$ – трудомісткість виготовлення деталей на ділянці за рік, хв.

Таблиця 5.2 – Кошторис затрат на обладнання

№	Найменування статей	Примітки	Сума, грн
1	Амортизаційні відрахування		7910350
2	Зміст устаткування і робочих місць		5789145
3	Електроенергія		7291944
4	Зарплата допоміжних робітників з відрахуваннями на соціальне страхування	$З_{осн} \cdot 1{,}14$	8312816
5	Допоміжні матеріали	68 грн. на 1 верстат	466
6	Поточний ремонт обладнання	93 грн. на 1 верстат	666
7	Знос малоцінних і швидкозношуваних інструментів і пристосувань	37 грн. на 1 працівника цеху	7266
8	Інші витрати	3 грн. на 1 працівника цеху	1090
9	Разом по кошторису (І)		21524600
10	Основна зарплата основних робочих ($З_{осн}$)		75259559
11	Відносини витрат на утримання і експлуатацію устаткування до фонду оплати праці	$П_{с.о} = \frac{І}{З_{осн}}$	0,31

Складемо кошторис цехових витрат (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Кошторис цехових витрат

№ п/п	Найменування статей	Примітки	Сума, грн.
1	Зарплата ІТП, СКП і МОП		269729
2	Витрати на випробування, експерименти, раціоналізацію і винаходи	1% от $З_{осн}$	752595
3	Витрати на відновлення швидкозношуваних інвентарю та пристосувань	8,50 грн. на 1 працівника в цеху	3270
4	Амортизаційні відрахування на будівлі і споруди		1247400
5	Інші витрати цеху	7% от $З_{осн}$	526816917
6	Разом по кошторису (Ц)		529089911
7	Основна зарплата основних робочих ($З_{осн}$)		75259559
8	Відносини витрат на утримання і експлуатацію устаткування до фонду оплати праці	$П_ц = \frac{Ц}{З_{осн}}$	7,03

Об'єм будівлі цеху при його висоті 6 м.

$$V = H \cdot S_ц = 6 \cdot 4158 = 24948 \text{ м}^3,$$

де H = 6 – висота цеху, м;

Загальна площа становить $S_ц = 4158$ м^2.

Вартість будівлі цеху ($С_{соор}$) визначається з розрахунку, що 1 м^3 коштує 3500 грн.

$$С_{соор.} = 3500 \cdot 24948 = 87318000 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на будівлі і споруди визначаємо за формулою:

$$A = 0{,}03 \cdot C_{зд} = 0{,}03 \cdot 3500 \cdot 24948 = 2619540 \text{ грн.}$$

За розрахунковими даними складемо калькуляцію собівартості деталі (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 – Калькуляція собівартості деталі

№ п/п	Найменування статей	Витрати на 1 деталь, грн.	Примітки
1	Основні матеріали за вирахуванням відходів	347	
2	Основна зарплата основних робочих	33	Табл. 4.1
3	Додаткова зарплата основних робочих	9,86	30 % от п.2
4	Відрахування на соціальне страхування, до Пенсійного фонду, в центр зайнятості	20	39% от (п.2+п.3)
5	Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	10,18	$П_{с.о}$ · п.2
6	Цехові витрати	231	$П_{ч}$ · п.2
	Разом цехова собівартість деталі:	646	
7	Загальнозаводські витрати	98	300% от п.2
8	Разом заводська собівартість деталі:	745	

5.2 Розрахунок економічної ефективності ділянки

Річний економічний ефект:

$$E = \left(C_б - C_{пр}\right)H_{спл} - E_н K_{доп}$$

де Е – річний економічний ефект, грн.;

$С_б$ – собівартість деталі за базовим варіантом, грн.;

$С_{пр}$ – собівартість деталі за базовим варіантом, грн;

$Е_н$ – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень;

$К_{доп}$ – додаткові капітальні вкладення за проектом щодо базових, грн.

Проект ділянки серійного виробництва не передбачає капітальні вкладення, отже добуток $Е_н$, $К_{доп}$ з формули можна виключити.

Собівартість деталі за базовим варіантом становить 265 грн., А з курсового проекту 253,3 грн.

Отримуємо річний економічний ефект:

$$E = (265 - 253{,}3) \times 5750 = 67275 \text{ грн.}$$

У результаті обчислень були отримані дані необхідні для розрахунку собівартості виготовлення деталі з кожної калькуляційної статті, а також були виявлені основні джерела формування витрат. Удосконалення технологічного процесу дозволило отримати річний економічний ефект роботи ділянки з випуску деталі «Корпусу КГ 133.01» в числі 67275 гривень.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Характеристика шкідливих і небезпечних факторів проектованої ділянки

Шкідливий фактор – це такий вплив на людину, який в певних умовах призводить до захворювання або зниження працездатності.

Небезпечний фактор – це такий вплив на людину, який в певних умовах призводить до травми або різкого погіршення здоров'я.

Принципової різниці між шкідливими і небезпечними чинниками не існує. Один і той же фактор в залежності від інтенсивності може бути небезпечним або шкідливим (наприклад, шум, вібрації, токсичні домішки в повітрі). Значні ознаки шкідливих і небезпечних факторів є наступні:

1) можливість безпосереднього негативного впливу на організм людини; 2) труднощі нормального функціонування органів людини;

3) можливість порушення нормального стану елементів виробничого процесу, в результаті якого можуть виникнути аварії, пожежі, травми.
Наличие хотя бы одного из этих признаков считается достаточным условием для включения фактора в разряд вредных или опасных.

Проведена детальна декомпозиція трудового процесу, внаслідок чого виділені небезпечні і шкідливі фактори.

1. Хімічні. До них відноситься порушення природного газового складу повітря, наявність у ньому шкідливих домішок. У заданих умовах джерелом забруднення виступають верстати використовують МОР при роботі. У таблиці представлені гранично допустимі концентрації (ГДК) і тимчасові орієнтовно безпечні рівні впливу шкідливих речовин у повітрі, мг / м^3 (табл.. 6.1).

Таблиця 6.1 – ГДК и ОБРВ шкідливих речовин у повітрі

Речовина	Клас небезпеки	ГДК	ОБРВ
Масла мінеральні нафтові Пил	III –	5,0 –	– 1

2. Термічні. Це фактори, що характеризуються тепловою енергією та аномальною температурою (вище або нижче нуля), температура нагрітих і охолоджених предметів і поверхонь, температура відкритого вогню та інших джерел. До цієї підгрупи відносяться також аномальні параметри мікроклімату (вологість, температура і рухомість повітря), які призводять до порушення терморегуляції організму. Дане виробниче приміщення належить до типу приміщень з незначними надлишками тепла. Велика частина робіт виконуються верстатникам відноситься до категорії IIб, робіт середньої тяжкості (роботи, пов'язані з ходінням і переміщенням вантажів вагою до 10 кг і такі, які супроводжуються помірним фізичним навантаженням). Енерговитрати організму, Дж / с рівні 175 - 232 і 233 - 290 відповідно. Дані про оптимальні і допустимі параметри мікроклімату зведені в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Дані про оптимальні і допустимі параметри мікроклімату

Параметри	Період року	Категорія	Температура ,°С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Оптимальні	Холодний Теплий	IIб IIб	17 - 19 20 - 22	40 - 60	0,2 0,3
Допустимі	Холодний Теплий	IIб IIб	13 - 23 15 - 29	75 70	до 0,4 0,2 - 0,5

3. Електромагнітні. До них відносять: освітленість, ультрафіолетову і інфрачервону радіацію, електромагнітне випромінювання, магнітне поле. Джерела інфрачервоного світла відсутні. Освітлення достатнє, що досягається за рахунок віконних прорізів і светоаераційних ліхтарів.

Відсутні джерела підвищених рівнів напруженості електромагнітних полів (установки струменів високої частоти, обладнання для нагріву, склеювання і так далі).

4. Механічні. Характеризуються кінетичною і потенційною енергією і механічним впливом на людину. Сюди відносять деталі і вузли, які рухаються або обертаються, шуми (в тому числі інфразвук і ультразвук), вібрації (загальні і локальні) прискорення, гравітаційне тяжіння, підвищений тиск та ін. Максимальний рівень шуму, який коливається в часі і передається не повинен перевищувати 110 дБ. Відомості про рівень шуму зведені в табл. 6.3. Максимальний рівень для імпульсного шуму не повинен перевищувати 125 дБ.

Таблиця 6.3 – Частотні спектри верстатів і обладнання

Обладнання	Середні частоти октавних смуг, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Рівні звукового тиску, дБ							
Токарні верстати	78±4	80±5	84±4	85±5	85±6	84±5	80±5	80±5
Свердлильні верстати	81±3	82±3	83±7	86±3	85±4	84±3	90±3	84±4
Вертикально-фрезерні	84±4	85±4	87±5	94±1	97±0	94±1	88±4	86±4
Горизонтально-фрезерні	75±3	78±2	79±2	80±2	79±2	77±3	72±3	63±3

5. Електричні. Перш за все, сюди слід віднести підвищене значення напруги в електричній мережі, замикання якого може відбутися через тіло людини. Визначити фактори підвищеної небезпеки та клас приміщень цеху за ступенем небезпеки ураження електричним струмом. Відповідно до класифікації, дане виробниче приміщення належить до приміщень з підвищеною небезпекою. Приміщення, що характеризуються наявністю в них одного з таких умов, які створюють підвищену небезпеку:

а) вологості;

б) струмопровідного пилу;

в) струмопровідної підлоги (металевих, земляних, залізобетонних, цегляних та ін.);

г) підвищеної температури (гарячі приміщення); д) можливість одночасного дотику людини до металоконструкцій будівлі, які з'єднані з землею, з одного боку і до металевих корпусів електрообладнання з іншого боку. У виробництві використовуються електричні мережі з напругою 380В для верстатів і 220В в робочій мережі електроприладів.

6. Психофізіологічні. До них відносять монотонність праці, втома, вимушена робоча поза, сонливість, емоційні і розумові перевантаження, стрес. Можливий розвиток монотонності при роботі на верстатах з ЧПК на операції 010. Можлива, наявність статичних перевантажень через стоячого характеру роботи. Наявні чинники, що сприяють розвитку перевтоми і сонливості: робота в нічні зміни, фізичні і психологічні навантаження.

7. Фактори пожежної небезпеки. Дане виробництво відноситься до категорії Б (Горючий пил, волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху понад 28ºС, горючі рідини в такій кількості, які можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, у разі спалаху яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа), клас зони – 1 (простір, у якому вибухонебезпечне середовище може утворюватися при нормальній роботі.), пожежонебезпечна зона – ПІа (простір в приміщенні, в якому знаходяться тверді горючі речовини і матеріали.).

6.2 Санітарно-гігієнічні заходи

Заходи з оздоровлення повітряного середовища повинні забезпечити нормалізацію параметрів мікроклімату і складу повітря робочої зони. Слід вибрати і обгрунтувати систему вентиляції, опалення та засобів видалення

пилу, газів, парів МОР і масел. Загально обмінна притокова вентиляція необхідна навіть тоді, коли в цеху відсутні джерела забруднення повітря. В даному цеху застосовується змішана вентиляція. Розрахунок повітря йде на асиміляцію тепло надлишків і вологовиділення (але не менше 30 $м^3$ / год на одного робітника). Припливне повітря подається зверху через світлоаераційні ліхтарі. Відходи уловлюються системою фільтрів.

Система опалення у механічному цеху використовується повітряна, як місцева, із застосуванням індивідуальних опалювальних агрегатів, так і централізована, із застосуванням калориферів у системах притокової вентиляції. Слід застосовувати повітряні завіси воріт, дверей і т.д.

Система очищення повітря від домішок проводиться як при подачі зовнішнього повітря, так і при видаленні забрудненого повітря з приміщення. У першому випадку проводиться захист працюючих, у другому – навколишнього середовища. Для очищення повітря застосовують пиловловлювачі м'якої дії – циклони, здатні вловлювати часточки пилу розміром до 10 мкм. Їх плюсами є простота конструкції, порівняно невелике гідравлічний опір і високу економічну ефективність.

Для очищення повітря від туманів кислот, МОР, масел та інших рідин, використовують волокнові тумано уловлювачі [4]. У цьому приміщенні використовують низько скоростний тумано уловлювачі зі швидкістю фільтрації $w_ф \leq 0{,}15$ м/с. Він має високу ефективність очищення повітря від частинок менше 3 мкм, що задовольняє умовам виробничого середовища.

Для забезпечення необхідного рівня та якості освітлення робочих місць необхідно дотримуватися наступних принципів:

1. Освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру зорової роботи, який визначається наступними параметрами: об'єкт розрізнення (найменший розмір розглянутого об'єкта), фон (поверхня, що прилягає до об'єкта розгляду), контраст об'єкта з фоном.

2. Забезпечення рівномірного розподілу яскравості на робочій поверхні. Для освітлення великих робочих приміщень проводиться

комбінована система освітлення з фарбуванням стін і робочих поверхонь виробничого обладнання в світлі тони.

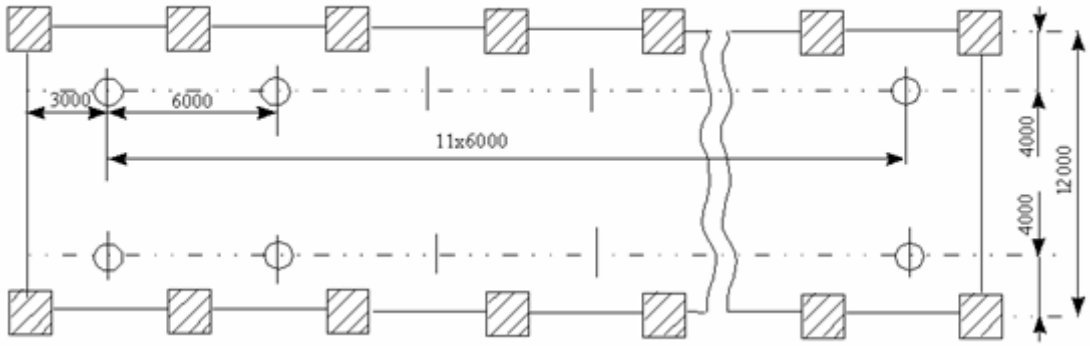


Рисунок 6.1 – Схема можливого розташування світильників

3. На робочій поверхні не повинні бути присутніми різкі тіні. Для цього в робочому приміщенні передбачені сонцезахисні пристрої – дашки, що запобігають потраплянню прямих сонячних променів.

4. Величина освітленості повинна бути постійною в часі. Оскільки на ділянці відсутня робота, пов'язана з необхідністю розрізнення кольорів, то доцільним є застосування ламп розжарювання для освітлення від штучних джерел світла. Джерелами штучного освітлення є світильники у виконанні НСП – 06У.

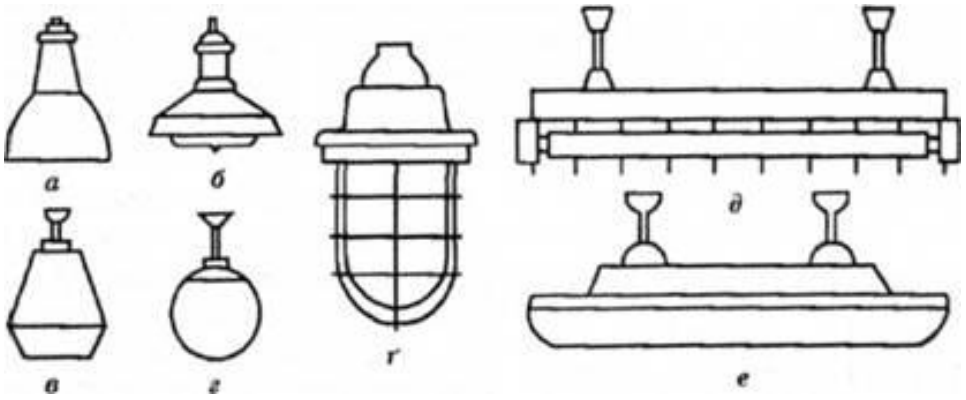


Рисунок 6.2 – Світильники типу НСП – 06У (в)

Нормування електричного освітлення проводиться згідно з нормами СНиП II - 4 - 79.

6.3 Заходи з техніки безпеки

Під технікою безпеки мається на увазі комплекс заходів технічного та організаційного характеру, спрямованих на створення безпечних умов праці та запобігання нещасним випадкам на виробництві.

Заходи ці зводяться в основному до наступного:

– Пристрій нових і поліпшення конструкції діючих захисних пристосувань до верстатів, машин і нагрівальних установок, що усуває можливість травматизму;

– Поліпшення умов роботи: забезпечення достатньої освітленості, хорошої вентиляції, відсмоктувачів пилу від місць обробки, своєчасне видалення відходів виробництва, підтримку нормальної температури в цехах, на робочих місцях і у тепло випромінюючих агрегатів;

– Усунення можливостей аварій при роботі обладнання вибуху судин і магістралей, що працюють під високим тиском, викиду полум'я чи розплавлених металів і солей з нагрівальних пристроїв, раптового включення електроустановок, ураження електричним струмом і т.п.;

– Організоване ознайомлення всіх вступників на роботі з правилами поведінки на території підприємства і основними правилами техніки безпеки, систематичне навчання і перевірка знань працівниками правил безпечної роботи;

– Забезпечення працюючих інструкціями з техніки безпеки, а робочих ділянок плакатами, що наочно показують небезпечні місця на виробництві та заходи, що запобігають нещасні випадки.

Загальні вимоги техніки безпеки на виробництві:

– При отриманні нової (незнайомій) роботи вимагати від майстра додаткового інструктажу з техніки безпеки;

– При виконанні роботи потрібно бути уважним, не відволікатися сторонніми справами, розмовами і не відволікати інших;

– На території заводу (у дворі, будівлі, на під'їзних шляхах) виконувати наступні правила:

- Не ходити без потреби по іншим цехам підприємства;
- Бути уважним до сигналів, що подаються кранівниками електро кранів і водіями транспорту, що рухається, виконувати їх;
- Обходити місця завантаження і розвантаження і не перебувати під піднятим вантажем;
- Не проходити в місцях, не призначених для проходу, не підлазити під стоячий залізно дорожній склад, не перебігати дорогу попереду рухомого транспорту;
- Не переходити в невстановлених місцях через конвеєри і рольганги і не підлазити під них, не заходити без дозволу за огорожі;
- Не торкатись електрообладнання, клем і електропроводів, арматури загального освітлення і не відкривати двері електрошаф;
- Не вмикати і не зупиняти (крім аварійних випадків) машини, верстати і механізми, робота на яких не доручена тобі адміністрацією твого цеху;
- У випадку травмування або нездужання припинити роботу, повідомити про це майстра і звернутися в медпункт;

  Нижче наведені спеціальні вимоги безпеки.

  Перед початком роботи:

- Привести в порядок свій робочий одяг: застебнути або обхопити широкою гумкою рукави; заправити одяг так, щоб не було, що розвиваються решт одягу: прибрати кінці краватки, косинки або хустки; надіти щільно облягаючий головний убір і підібрати під нього волосся;
- Одягніть робоче взуття. Робота в легкому взутті (тапочках, сандалях, босоніжках) забороняється з огляду на можливості поранення ніг гострої та гарячої металевою стружкою;
- Уважно оглянути робоче місце, привести його в порядок, прибрати всі заважаючі роботі предмети. Інструмент, пристосування, необхідний

матеріал і деталі для роботи розташувати в зручному та безпечному для користування порядку. Переконатися в справності робочого інструмента і пристосувань;

- Перевірити, щоб робоче місце було достатньо освітлене і світло не зліпило очі;
- Якщо необхідно користуватися переносною електричною лампою, перевірити наявність на лампі захисної сітки, справність шнура та ізоляційної гумової трубки. Напруга переносних електричних світильників не повинна перевищувати 360В, що необхідно перевірити по написам на щитках і струмоприймачах;
- Переконатися, що на робочому місці підлога в повній справності, без вибоїн, без слизьких поверхонь і т.п., також поблизу немає оголених електропроводів і всі небезпечні місця огороджені;
- При роботі з візками перевірити їх справність, підняти вантаж на невелику висоту і переконатися в надійності гальм;
- При підйомі і переміщенні важких вантажів сигнали кранівнику повинен подавати тільки одна людина;
- Строповка (зачалювання) вантажу повинна бути надійною, чалки (канатами або тросами) відповідної міцності;
- Перед установкою великогабаритних деталей на плиту або на складальний стіл заздалегідь підбирати настановні та кріпильні пристосування (підставки, мірні прокладки, косинці, домкрати, притискні планки, болти і т.д.);
- При установці важких деталей вибирати такий стан, яке дозволяє обробляти її з одного або з меншим числом установок;
- Заздалегідь вибрати схему і метод обробки, врахувати зручність зміни інструмента і виконання вимірювань.
- У всіх інструментальних цехах використовується стиснене повітря тиском від 4 до 8 ат. При такому тиску струмінь повітря становить

велику небезпеку. Тому стисненим повітрям слід користуватися з великою обережністю.

Під час роботи: стежити за справністю огороджень обертових частин верстатів, на яких доводиться працювати; не видаляти стружку руками, а користуватися дротовим гачком;

6.4 Протипожежні заходи

До заходів щодо попередження пожеж відносяться:

– Забезпечення нормованих значень протипожежних розривів між одиницями технологічного обладнання, і технологічним обладнанням елементів будівельних конструкцій;

– Застосування протипожежних перешкод;

– Застосування електрообладнання у вибухозахищеному виконанні;

– Видалення пожежо - і вибухонебезпечних сумішей.

Відомості про засоби пожежогасіння зведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Кількість і вид переносних вогнегасників

Категорія приміщення	S, м^2	Клас пожежі	Пінно водяні	Кількість вогнегасників					
				Порошкові			Хладні	Вуглекислотні	
				2л	5л	10л		2(3)	5(8)
А, Б, В	200	A	2++	–	2+	1++	–	–	–
		B	4++	–	2+	1++	4+	–	–
		C	–	–	2+	1++	4+	–	–
		D	–	–	2+	1++	–	–	–
		(E)	–	–	2+	1++	–	–	2++

де "++" – вогнегасники рекомендовані для обладнання об'єктів;

"+" – вогнегасники, застосування яких дозволяється в разі відсутності рекомендованих вогнегасників та наявності відповідного обґрунтування;

"–" – вогнегасники, не дозволені для даного обладнання.

7 НАУКОВО – ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

7.1 Устрій ливарної форми

Сутність процесу лиття полягає у розплавленні металевої шихти до плавильної печі, отриманні рідкого сплаву заданого хімічного складу і заливці його в заздалегідь приготовлену ливарну форму, що має порожнину майбутнього виливка. Після затвердіння металу в порожнині форми утворюється виливок. Виливок витягають з форми шляхом її роз'єму або руйнування.

Перевага виливків в порівнянні з заготовками з прокату штамповок і зварних вузлів полягає в тому, що литтям можливе виготовлення деталей складної конфігурації з будь-яких сплавів без або з мінімальними припущеннями на механічну обробку.

Тому технологія ливарного виробництва успішно розвивається. Одним з напрямків є створення виробів з литих композиційних матеріалів (ЛКМ).

В даний час відомо понад 50 методів лиття металів. Однак основна маса виливків виробляється литтям в піщані форми, а всі інші способи їх виготовлення відносять до спеціальних видів лиття.

Актуальність і мета роботи полягає в розгляді та вивченні сучасних технологічних процесів виготовлення заготовок деталей з чорних металів литтям в піщані форми. Також властивості формувальних матеріалів, піщаних форм, методів їх модифікування. Характеристика дефектів виливків і способів контролю їх якості.

Ливарна форма – це система елементів, що утворюють робочу порожнину майбутнього виливка, в яку заливається рідкий метал.

Ливарні форми можуть бути разовими - для виготовлення однієї виливки і багаторазового використання. Форми багаторазового використання виготовляють з металів (чавуну, сталі), а разові - з неметалічних матеріалів (піску, гіпсу).

Найбільше застосування отримали разові піщані форми. Пристрій піщаної ливарної форми показано на рис. 7.1. Вона складається з опоки верху – 1; опоки низу – 2; ущільненої формувальної суміші – 3; порожнини, формує відливку, – 4; стрижня – 5; знака стрижня – 6; воронки – 7; стояка – 8; шлако уловлювача – 9; живильників – 10; зумпфа – 11.

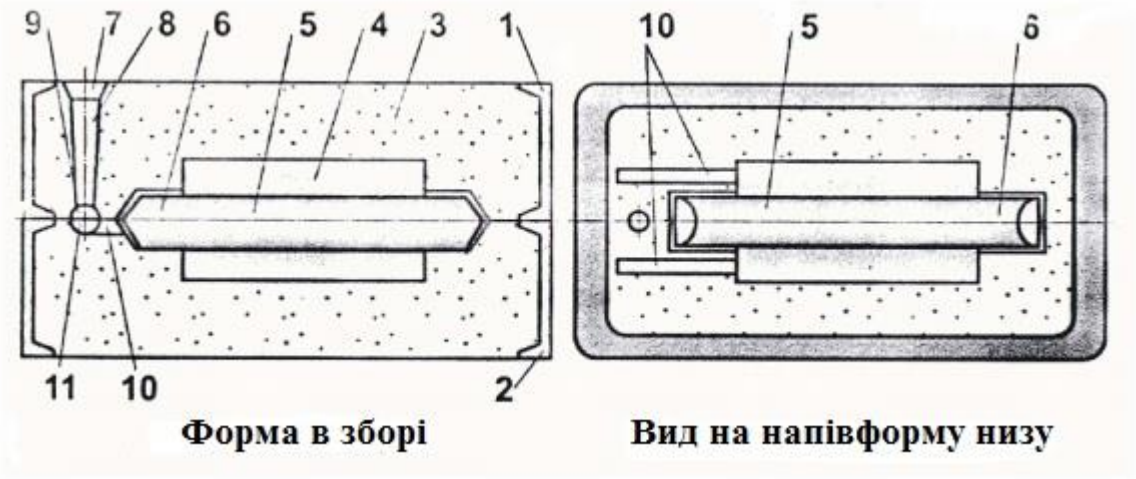


Рисунок 7.1 – Пристрій піщаної ливарної форми

Процес виготовлення ливарної форми називають формуванням. Зовнішню порожнину виливки в ливарній формі утворюють за допомогою моделей, а внутрішню - за допомогою стрижнів. Стрижні виготовляють шляхом засипання і ущільнення стержневої піщаної суміші в стрижневому ящику.

На рис. 7.2 для прикладу показана деталь втулки, роз'ємна модель втулки зі знаками і стрижневим ящиком для виготовлення стержня, що складається з двох половин.

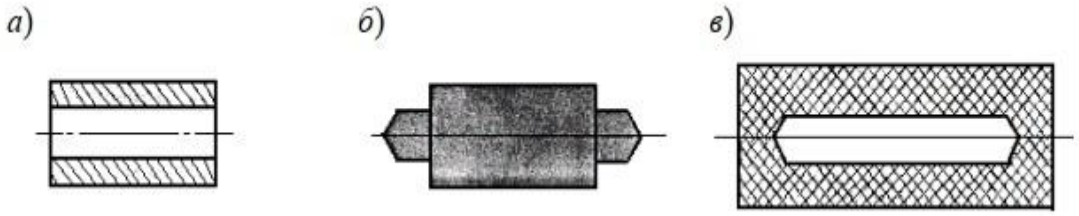


Рисунок 7.2 – Креслення деталі втулки (а),
моделі виливки (б), стрижневого ящика (в)

Для виготовлення форми необхідно мати опоки, модель виливка, моделі елементів ливникової системи, стрижневий ящик, приготовані формувальні і стрижневі суміші. Після виготовлення (формування) нижньої і верхньої напівформ знімають верхню напівформу, витягають з обох модель деталі і моделі елементів ливникової системи, потім в нижню напівформу встановлюють стрижень (або кілька стержнів), накривають її по штирям верхньої напівформи і скріплюють напівформою між собою, для того , щоб при заливці метал не випливав по роз'єму форми.

Виготовлення виливки передує етап підготовки виробництва, який починається з розробки технологічного процесу виготовлення виливки в піщаній формі.

Після виготовлення оснастки і придбання вихідних матеріалів виробляють виготовлення пробної або дослідної виливки (або партії виливків).

На основі аналізу якості дослідної виливки, тобто відповідності її технічним вимогам по геометрії, якості, структурі, механічними властивостями і т.д., проводять коригування технологічного процесу і приступають до серійного або масового виробництва виливків.

Для отримання виливки необхідно виготовити форму, яка забезпечує необхідну конфігурацію і розмір, і приготувати сплав відповідного хімічного складу і температури.

Формування властивостей виливків відбувається з моменту початку заливки і закінчується її охолодженням в формі. Після вибивання виливка починається етап доопрацювання її до вимог технічних умов. Ця стадія включає обрубку і очищення виливків, їх термообробку і виявлення внутрішніх і зовнішніх дефектів. Дефектні місця вирубують у виливку до здорового металу і заварюють або закладають різними твердіючими складами.

Придатні виливки здають в механічний цех або на склад для відправки споживачеві.

7.2 Матеріали моделей

Для виготовлення моделей і модельних комплектів застосовують різноманітні матеріали: деревину, метал, пластмасу, гіпс та ін.

При виборі матеріалу необхідно враховувати, перш за все, такі вимоги, що пред'являються до моделей: вони повинні зберігати форму і геометричну точність розмірів при зберіганні і формуванні на весь термін дії замовлення, тобто володіти високою міцністю, зносостійкістю, вологостійкістю, ударостійкістю; бути зручними при формуванні, технологічними у виготовленні і ремонті; мати мінімальну масу і вартість.

Деревина залишається основним матеріалом для виготовлення модельних комплектів в одиничному, дрібносерійному і масовому виробництві виливків. Вона володіє набором цінних властивостей: низька щільність, легко обробляється і добре склеюється. Однак має і недоліки: неоднорідність будови, здатність поглинати вологу, схильність до викривлення при тривалому зберіганні, низькі механічні властивості.

Найбільш відповідною деревиною для виготовлення модельних комплектів є сосна, яка добре обробляється, має невелику усихання, незначне викривлення, стійкість проти гниття.

Метали - алюмінієві, магнієві і цинкові сплави, сталь і чавуни - застосовують для виготовлення моделей, стрижневих ящиків, модельних плит, шаблонів у великосерійному і масовому виробництві. Бронзи і латуні застосовують для виготовлення складних моделей і вставок для автоматичних формувальних ліній, так як формувальнасуміш практично не прилипає до поверхні бронзових і латунних моделей.

Пластмаси – перспективний клас матеріалів для виготовлення моделей і стрижневих ящиків. Вони за всіма вимогами, що пред'являються до моделей, є найбільш відповідними матеріалами. Як матеріал моделей можна використовувати термопластичні і термореактивні пластмаси без і з

наповнювачами. Застосовують композиції на основі епоксидних, поліефірних та акрилових смол.

Гіпс і цемент застосовують для виготовлення разових моделей і стрижневих ящиків.

У даний час для виготовлення модельних комплектів використовують поєднання різних матеріалів, наприклад, модельну плиту виготовляють зі сталі, модель – з пластмаси або деревини, а стрижневий ящик – з алюмінієвого або магнієвого сплаву.

7.3 Класифікація формувальних матеріалів

Формувальними називають природні і штучні матеріали, що застосовуються для виготовлення піщаних форм. До формувальних матеріалів відносять: формувальні і стрижневі суміші, вихідні матеріали для їх виготовлення, різні допоміжні суміші для покриття форм і стрижнів, розділові суміші для моделей і роз'єму форм, клеї, пасти, замазки.

Вихідні формувальні матеріали підрозділяють на основні, до яких відносять вогнетривкий наповнювач, і зв'язуючі і допоміжні добавки, які вводять до складу сумішей для додання їм певних властивостей, наприклад: протипригарних або поліпшують податливість і вибиваємість і т.п.

Формувальні піски.

Формувальні піски залежно від масової частки глинистої складової (частки глиняних мінералів і уламки зерен кварцу, а також інших мінералів розміром менше 0,02 мм) підрозділяють на кварцові (К) – до 2%, мізерні (М) – від 2 до 12% і жирні (Ж) – від 12 до 50%.

Кварцові піски підрозділяють на групи в залежності від масової частки глинистої складової: 1К – до 0,2%; 2К – до 0,5%; 3К – до 1%; 4К – до 1,5%; 5К – до 2% і за змістом масової частки діоксиду кремнію: $К_1$ – не менше 99%; $К_2$ – не менше 98%; $К_3$ – не менше 97%; $К_4$ – не менше 96%; $К_5$ – не менше 95%.

Кварцові і мізерні піски за коефіцієнтом однорідності поділяють на групи: $О_1$ – понад 80%; $О_2$ – від 70 до 80%; $О_3$ – від 60 до 70%; $О_4$ – від 50 до 60% і $О_5$ – до 50%.

Кварцові, мізерні і жирні піски поділяють на групи в залежності від середнього розміру зерна: 01 – до 0,14 мм; 016 – від 0,14 до 0,18; 02 – від 0,19 до 0,23; 025 – від 0,24 до 0,28; 03 – понад 0,28 мм.

Мізерні піски підрозділяють на групи за змістом глинистої складової (1М – до 4%; 2М – до 8%; 3М – до 12%) і діоксиду кремнію ($М_1$ – більше 96%; $М_2$ – більше 93%; $М_3$ – більш 90%).

Жирні піски підрозділяють на групи в залежності від межі міцності при стисненні у вологому стані: $Ж_1$ – понад 0,08 МПа; $Ж_2$ – від 0,05 до 0,08 МПа; $Ж_3$ – до 0,05 МПа.

Наявність домішок знижує протипригарні властивості формувальних пісків. Для сталевого великого лиття застосовують пісок групи К1, для середнього сталевого і чавунного лиття – пісок групи К2, для середнього і дрібного чавунного і кольорового лиття – пісок групи К3, для нескладного дрібного чавунного і кольорового лиття – пісок груп К4 і К5. Мізерні та жирні піски застосовують для формувальних сумішей дрібного чавунного і кольорового лиття.

Формувальні глини.

Основу формувальних глин складають водні алюмосилікати - природні матеріали: каолініт $Al_2O_3 \cdot 2\ SiO_2$; монтмориллонит $Al_2O_3 \cdot 4\ SiO_2 \cdot H_2O + nH_2O$, мусковіт $K_2O \cdot 3\ Al_2O_3 \cdot 6\ SiO_2 \cdot 2\ H_2O$ і мінерали гидрослюд. Мінерали, глини мають пакетну будову зі складною структурою, утвореної правильним чергуванням октаедричних і тетраедричних шарів кристаличної решітки (рис. 7.3).

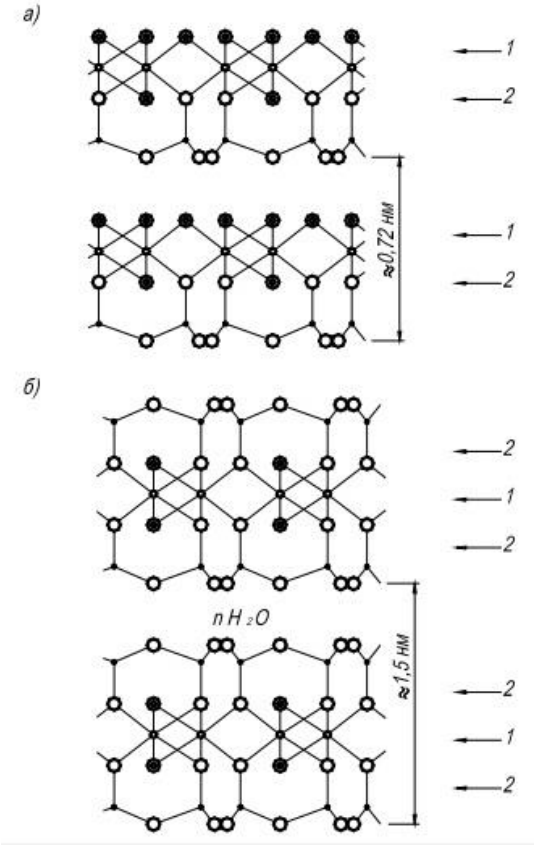


Рисунок 7.3 – Структура глинистих мінералів: *а* – каоленіт; *б* – монтморилоніт; *1* – алюмогідроксільний шар; *2* – кремній-кисневий шар

Бентонітові формувальні глини класифікують: по міцності у вологому стані – на міцну *М*, середньо міцну *С*, маломіцні *ММ*; по сполучною здібності – на високосполучну *1*, сполучну *2*, середньосполучну *3*, малосполучну *4* і по термічній стійкості – на високостійку T_1, середньостійку T_2 і низькостійку T_3.

За складом обмінних катіонів бентонітові глини класифікують на природні калієві *К*, природні натрієві *Н* і порошкоподібні активовані *А*.

Вогнетривкі формувальні глини класифікують по міцності на стиск у вологому стані на міцну *М*, середньоміцну *С*, маломіцну *ММ* та за сполучної здібності – на високосполучну *1*, середньосполучну *2* і малосполучну *3*.

Зерновий склад глин різноманітний. Вони містять понад 50% глинистої складової з розміром частинок менше 0,022 мм.рт.ст. і до 50% піщаної складової із розміром частинок більше 0,022 мм.

Допоміжні формувальні матеріали.

Розділові покриття – застосовуються для зменшення прилипання формувальних і стрижневих сумішей до формотворної оснащеної моделі і до стрижневимих ящиків, а також для виключення прилипання формувальної суміші по роз'єму форми при спільному виготовленні верхньої та нижньої полуформ.

Розрізняють постійні покриття моделей і стрижневих ящиків – це лакофарбові матеріали, вони наносяться на формоутворювальне оснащення при її виготовленні і ремонті, і разові, які застосовуються при виготовленні однієї форми або стрижня.

Розділові покриття одноразового застосування бувають порошкоподібними, рідкими і пастоподібними. У якості порошку використовують тонкодисперсні порошки: сріблястого графіту, лікоподію, тальку, ебонітового пилу, білої сажі, оксидів кремнію, алюмінію, магнію, титану.

У якості рідких мастил застосовують: суспензії у керосині або нафтових розчинниках; машинне масло; розчини стеарину і парафіну; розчини олеїнової кислоти. Постійно розширюється номенклатура матеріалів, що використовуються в якості розділових покриттів.

7.4 Вимоги до формувальних сумішей

Формувальні і стрижневі суміші повинні володіти набором властивостей, які можна розбити на чотири групи: технологічні – ущільність, формуємість, плинність, прилипання, гігроскопічність, живучість, обсипальність, податливість, вогнетривкість, прігораемость, вибіваемость, довговічність; гідравлічні – вологість, пористість, газопроникність, газотворность; механічні – твердість і міцність у вологому, зміцненому, нагрітому і прожареному станах; теплофізичні – теплоємність, теплопровідність, температуропровідність, теплоакумулююча здатність.

7.5 Приготування формувальних сумішей

Приготування сумішей включає підготовку вихідних формувальних матеріалів, дозування компонентів, подачу їх в певній послідовності в змішувач і перемішування всіх складових до отримання однорідної маси.

Пісок перед приготуванням суміші сушать, просівають і охолоджують. Відпрацьовану піщано-глинисту суміш перед вживанням піддають магнітній сепарації, розпушенню, просіюванню і охолодженню. Після переробки її використовують для приготування формувальних сумішей в кількості 50 – 95%.

Регенерація відпрацьованих рідкоскляних і смоляних сумішей включає очищення зерен піску від плівки сполучного і видалення пилоподібних фракцій. Застосовують гідравлічний, термічний і механічний методи.

Глину в формувальну суміш вводять у вигляді порошку або готують глинисту суспензію. Добавки перед вживанням подрібнюють і розмелюють в кульових млинах до порошкоподібного стану.

Приготування формувальних сумішей проводять в коткових чашкових змішувачах – бегунах (рис. 7.4) або в лопатевих змішувачах (рис. 7.5).

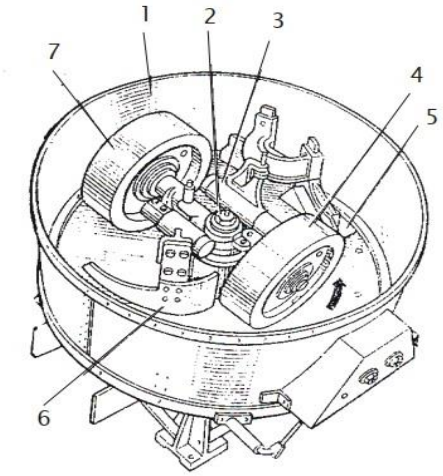


Рисунок 7.4 – Змішувач котковий (бігуни): 1 – чаша; 2 – вертикальний вал; 3 – вісь ковзанок; 4, 7 – катки; 5, 6 – плужки

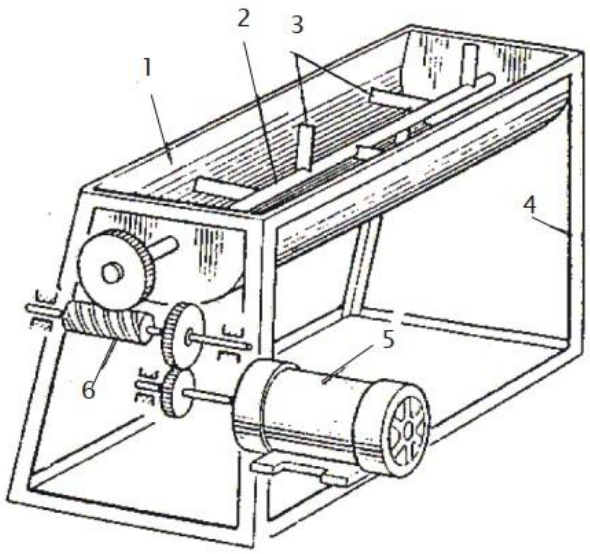


Рисунок 7.5 – Змішувач лопастний: 1 – ємність; 2 – вал; 3 – лопасті; 4 – рама; 5 – електродвигун; 6 – редуктор

Каткові чашкові змішувачі (бігуни) застосовують для приготування піщано-глинистих сумішей, так як в них забезпечується рівномірне обволікання зерен піску глиняної плівки. Чим тонше плівка глини, тим вище якість суміші і менше витрата зв'язуючого при одній і тій же міцності формувальної суміші.

Приготування рідко скляних, смоляних і масляних сумішей проводять в лопаткових змішувачах, так як на відміну від глини рідке скло, масло та смоляні сполучні легко обволікають зерна піску тонкою плівкою.

7.6 Технологія отримання ливарної форми машинним формуванням

Оскільки заготовка деталі «Корпус КГ 133.01» виготовляється машинним формуванням, то розглянемо більш детальний і сучасний спосіб її отримання.

Машинне формування дозволяє механізувати найбільш трудомісткі і важкі операції: ущільнення формувальної суміші в опоки; витяг моделі з напівформи; поворот нижніх полуформ і з'єднання їх з верхніми.

На рис. 7.6 наведені схеми машинного ущільнення форм.

Застосовують два різновиди машинного формування: роздільну на двох машинах і виготовлення форм на одній машині.

Роздільне виготовлення полуформ на дві машини включає наступні операції: монтаж модельної плити на стіл формувальної машини; очистку моделей і покриття їх розділовим складом; установку верхньої або нижньої опоки по штирям на модельну плиту; установку моделей стояків і випорів у верхній опоки; засипку облицювальної суміші, установку наповнювальної рамки; засипку наповнювальної суміші, ущільнення; зняття лишків суміші, виконання наколів душником; витяг стояків і випорів; витяг моделей; установку стрижнів і складання форм.

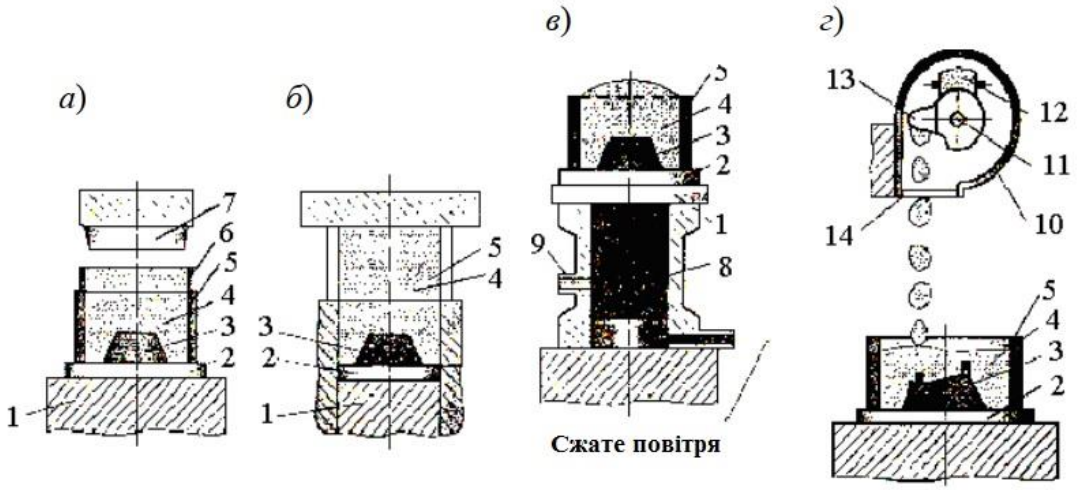


Рисунок 7.6 – Машинне ущільнення форм: а) верхнього пресування; б) нижнього пресування; в) струшуванням; г) пескометом; 1 – стіл формувальної машини; 2 – модельна плита; 3 – модель; 4 – формувальна суміш; 5 – опока; 6 – наповнювальна рамка; 7 – пресова колодка; 8 – поршень; 9 – вихідний отвір; 10 – кожух піскомета; 11 – ротор; 12 – транспортер; 13 – лопатка; 14 – метальне вікно

Виготовлення форм на одній машині виробляють за двосторонніми модельним плитам. При машинному формуванню в умовах дрібносерійного виробництва застосовують швидкозмінні модельні плити.

Безопочне формування здійснюється в зйомних опоках. На модельних плитах по роз'єму форми роблять виступи і западини для з'єднання верхньої і нижньої полуформ в замок з метою центрування і запобігання відходу металу. Після з'єднання верхньої і нижньої полуформ з них знімають опоки і замість них надягають жакети, а перед заливкою на форму встановлюють вантаж.

7.7 Класифікація способів заливки форм

Розрізняють вільну і примусову заливку форм під тиском. Вільна заливка ливарних форм проводиться за допомогою заливальних ковшів. Застосовують також вільну заливку форм безпосередньо з плавильних печей шляхом їх повороту. При литті в піщані форми переважає вільна заливка ливарних форм з ковша.

За ємності розливні ковші поділяють на ручні для заливки форм одним (до 15 кг) або двома (до 60 кг) робітниками, монорейкові і кранові. По конструкції розрізняють наступні типи ковшів: заливальні ложки для малих доз металу, конічні ковші, чайникові, барабанні (циліндричні і грушоподібні) і стопорні рис. 7.7.

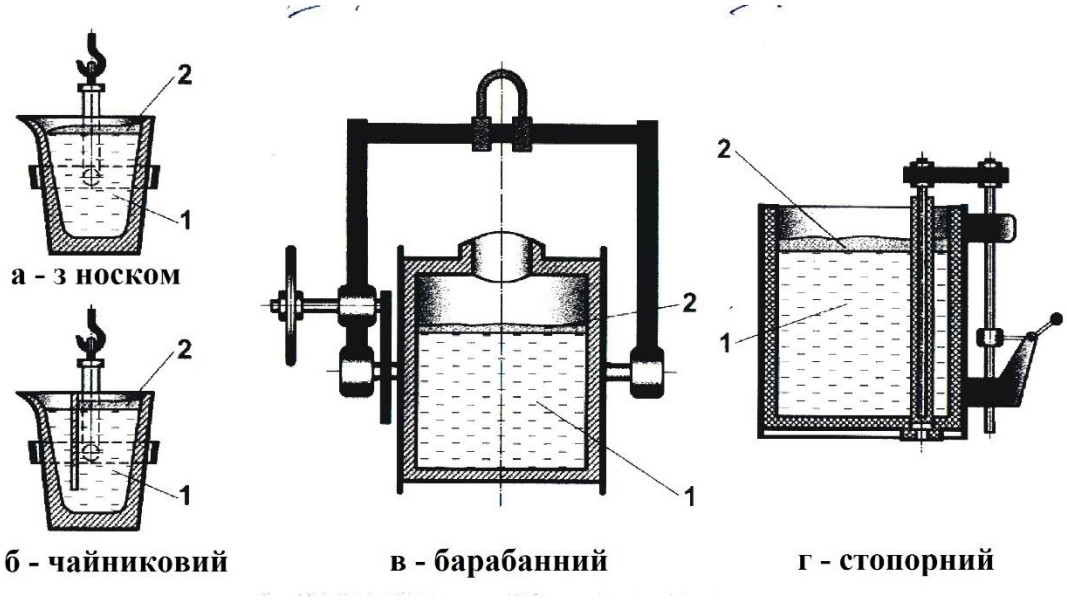


Рисунок 7.7 – Типи кранових розливних ковшів:

1 – рідкий метал; 2 – шлак

Ковші для заливки чорних металів виготовляють з листової сталі. Внутрішня поверхня ковша, стикається з рідким металом, футерують вогнетривкими матеріалами. Великі ковші футерують вогнетривкими цеглинами, а дрібні - набивними вогнетривкими масами. Після футерування ковші сушать, а потім прожарюють при температурі 700 – 900 ° С, в залежності від сплаву, що заливається. Метал з плавильних печей випускають в прожарений ківш, температура якого повинна бути не нижче 700 – 900 ° С для розливання сталі і чавуну.

При випуску металу з печі в не підігрітий ковш відбувається насичення його газами, а через швидке падіння температури розплаву можливий брак виливків по недоливу тонких стінок. Крім того, на стінках і дні ковша утворюється шар застиглого металу (охолодей). Утворення настилу призводить до втрат металу і знижує стійкість футеровки розливних ковшів.

При заливці форм з носкових і барабанних ковшів необхідно шлак повністю знімати з поверхні металу з тим, щоб він не потрапив у форму і не привів до брака виливків за шлаковим включенням.

7.8 Процеси формування виливки в піщаній формі

Після заповнення форми починається охолодження металу, в процесі якого формуються кристалічна структура і властивості виливки.

Процес переходу макроскопічного обсягу рідкого металу в твердий стан в результаті відведення тепла від виливки в ливарну форму прийнято називати затвердіння.

Процес формування мікроструктури виливки при переході рідкого металу в твердий агрегатний стан називають кристалізацією.

При затвердінні в піщаній формі всі промислові метали і сплави мають кристалічну будову. При охолодженні металу в ливарній формі відбуваються

усадочні процеси: зміна розмірів виливки, формування пористості внутрішньої напруги і усадочних раковин.

З початку заповнення піщаної форми рідким розплавом до вибивання виливка в ній відбуваються складні фізико-хімічні та механічні процеси, які визначають якість поверхні литого виробу, величину внутрішніх напружень.

Таким чином, формування виливки в піщаній формі визначається тепловими, кристалізаційними, усадковими і фізико-хімічними процесами і їх взаємодією.

7.9 Вибивання, обрубка і очищення виливків

Вибивання – це процес видалення затверділих і охолоджених до певної температури виливків з ливарних форм. Обсяг і послідовність операцій технологічного процесу вибивання відливок з ливарних форм залежать від їх маси і конфігурації, типу сплаву і способу формування.

Метою процесу вибивання є видалення формувальної і стрижневої суміші. До механізованого способу вибивання відносяться: вібраційний, галтовка, гідравлічний (водопіскоструминний); водоструминний (струмінь надвисокого тиску); гідроабразивний; електрогідравлічний.

При механізованому вибиванні виливків з опок застосовують вібраційні вибивні решітки, схеми пристрою яких показані на рис. 7.8.

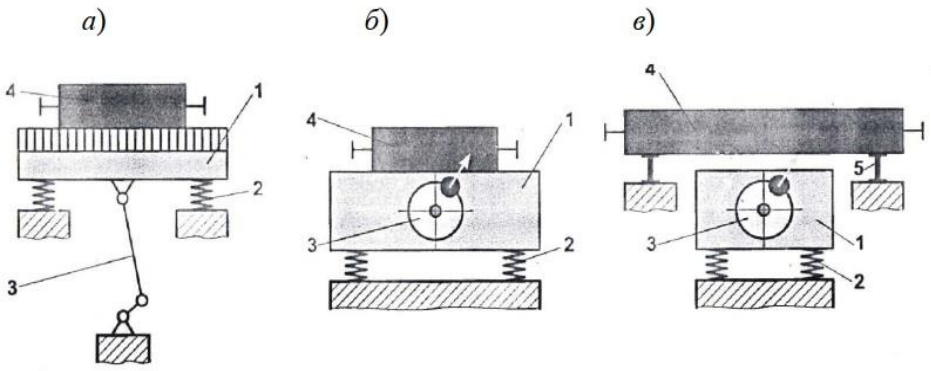


Рисунок 7.8 – Схеми типових вибивних решіток: а – ексцентрікова; б – інерційна; в – ударна інерційна; 1 – решітка; 2 – опорні пружини; 3 – механічний привід; 4 – ливарна форма; 5 – опорна рама

Після вибивання верхньої опоки з відливанням (або без неї) приступають до вибивки нижньої опоки без виливки (або з відливанням). Під дією вібрації формувальна суміш руйнується і видаляється з опоки. Разом з формувальної сумішшю видаляються також знаки стрижнів.

Після вибивання виливка охолоджують до кімнатної температури і відправляють на ділянку вибивання стрижнів. Видалення стержневої суміші починається вже в процесі вибивання ливарних форм.

До механізованих способів обрізки літнікової системи і прибутків відносяться: механічні; абразивні; газополум'яні, газофлюсові; газоелектричні.

7.10 Нові методи неруйнівного контролю. Виправлення дефектів і здача виливків

В останні роки для контроля якості виливків почали застосовувати лазерні і томографічні методи. При лазерному методі флуоресцентна речовина розбризкується на деталі і після видалення надлишків і висихання речовини виливки висвітлюються лазером. Темно-синій колір лазера викликає яскравий жовтий колір флуоресцентного речовини, що знаходиться на поверхні дефекту.

Дефекти виливків поділяються на припустимі або неприпустимі.

Допустимими називають дефекти, які не впливають на експлуатаційні властивості, надійність і довговічність конкретної литий деталі. Кількість, допустимих дефектів, їх розміри і розподіл у обсязі виливки обумовлюють в технічних умовах.

Неприпустимі дефекти за умовами експлуатації деталі виправляють різними методами: заваркою, закладенням епоксидними компаундами, просоченням герметизуючими складами, проставлянням заглушок, пробок, втулок.

Висновки.

1. У даній роботі був розглянутий принцип і технології сучасного способу отримання заготовок литтям у піщано-глинисті форми.

2. Ознайомились із сучасним способом отримання ливарної форми машинним формуванням та їх різновидами.

3. Таким чином, можна зробити висновок, щоб крокувати в ногу з часом та залишатися в тенденції виробництва заготовок піщаної форми необхідно дотримуватися технологій і правил сучасного способу отримання заготовок.

8 ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА

8.1 Організація цивільного захисту на підприємстві, в установі, організації

Цивільний захист на підприємстві, в установі, організації (далі – об’єкті) організується з метою своєчасної підготовки об’єкта до захисту від наслідків НС та оперативного проведення рятувальних і інших невідкладних робіт.

Згідно зі ст. 8 закону України "Про цивільну оборону України" "Керівництво підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування забезпечує своїх працівників засобами індивідуального та колективного захисту, організовує здійснення евакозаходів, створює сили для ліквідації наслідків НС та забезпечує їх готовність до практичних дій, виконує інші заходи з цивільної оборони і несе пов’язані з цим матеріальні та фінансові витрати в порядку та обсягах, передбачених законодавством".

На об’єктах підвищеної небезпеки (радіаційно-, хімічно-, вибухонебезпечних) створюються локальні системи виявлення загрози виникнення НС і оповіщення працівників цих об’єктів та місцевого населення, що проживає в зоні можливого ураження (згідно з законом України "Про цивільну оборону України" власники таких об’єктів відповідають за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об’єктах).

На великому об‘єкті для організації і проведення заходів захисту від НС на базі відповідних структурних підрозділів (відділів, цехів тощо) об‘єкта, в залежності від характеру його виробничої діяльності створюються служби цивільного захисту:

– оповіщення і зв‘язку;

– протипожежна;

– аварійно-технічна;

– сховищ і укриттів;

– медична;

– охорони громадського порядку;

– протирадіаційного та протихімічного захисту;

– харчування та торгівлі;

– автотранспортна;

– матеріально-технічного постачання та інші.

На невеликому об‘єкті служби ЦЗ не створюються, а їх функції при необхідності виконують структурні органи управління цього об‘єкта. Керівники цих служб (керівники підрозділів на базі яких створені ці служби) відповідають за постійну готовність сил і засобів, за забезпечення підлеглих формувань спеціальними засобами (засобами індивідуального захисту, спецобладнанням, апаратурою, приладами, технікою тощо), за навчання діям у надзвичайних ситуаціях.

8.2 Інструкція щодо виконання вимог цивільного захисту (цивільної оборони) та техногенної безпеки на підприємстві

Ця інструкція регулює порядок виконання вимог цивільного захисту (цивільної оборони) та техногенної безпеки на підприємстві та є обов'язковою для виконання всіма працівниками, робітниками та службовцями. У питаннях, не врегульованих нею, слід керуватися нормами Законів України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру", "Про правові засади цивільного захисту", Правилами техногенної безпеки у сфері цивільного захисту на підприємствах, в організаціях, установах та на небезпечних територіях, затвердженими наказом МНС України від 15.08.07 р. N 557, іншими підзаконними і нормативно-правовими актами у сфері цивільного

захисту (цивільної оборони) та техногенної безпеки, вимогами інструкцій (правил) з охорони праці.

1) Персонал підприємства має дотримуватися загальних вимог законодавства України із цивільного захисту (цивільної безпеки) та техногенної безпеки, інструкцій (правил) з охорони праці та цієї інструкції, а також виконувати видані відповідно до чинного законодавства приписи посадових осіб органів державного нагляду у сфері цивільного захисту та техногенної безпеки.

2) При виникненні аварійних ситуацій та аварій для попередження переходу їх у надзвичайну ситуацію слід проводити відповідні інженерно-технічні заходи, зокрема припинення подачі небезпечних речовин та зупинення небезпечних технологічних процесів, зменшення кількості зберігання небезпечних речовин у виробничих приміщеннях або вивезення їх за межі підприємства у завчасно визначені місця, відключення джерела водо-, паро-, енергопостачання, укріплення споруди, обладнання, яким загрожує руйнування, ліквідацію джерела відкритого вогню, підготовку захисних споруд до негайного використання, звільнення проходів і проїздів тощо.

3) Залежно від виробничої належності на підприємстві повинні:

3.1) розроблятися відповідні спеціальні заходи протиаварійного захисту, створюватися матеріальні (об’єктові) резерви для запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру і їх наслідків;

3.2) створюватися відповідно до чинного законодавства аварійно-рятувальні служби та необхідна для їх функціонування матеріально-технічна база;

3.3) впроваджуватися та утримуватися в робочому стані засоби зв'язку, аварійно-рятувальна техніка та обладнання і використовуватися за призначенням;

3.4) забезпечуватися збереження постійно оновлювального запасу відповідних медичних препаратів, сучасних антидотів та інших фармацевтичних препаратів, у тому числі кисню.

4) Забороняється покладати обов'язки чергового диспетчера на персонал небезпечних виробництв, цехів, ділянок тощо.

5) Не дозволяється вносити зміни до конструкції обладнання (устаткування) без узгодження їх із заводом-виробником та до технологічної схеми виробництва без узгодження з головною проектною організацією.

6) Забороняється самостійне відновлення робіт, що припинені органам державного нагляду у сфері цивільного захисту та техногенної безпеки, а також ігнорування вимог приписів про усунення порушень, виявлених під час планових перевірок та приписів про застосування запобіжних заходів до усунення порушень на підприємстві.

7) Підходи до захисної споруди цивільного захисту (цивільної оборони), евакуаційні шляхи, шляхи під'їзду автомобілів аварійно-рятувальних, протипожежних, медичних, газорятувальних служб повинні бути постійно розчищеними від сміття, а в зимовий період — від снігу та льоду.

8) Усі працівники повинні бути ознайомлені з інструкціями з техногенної безпеки, проходити навчання діям та способам захисту в разі виникнення аварійних ситуацій та аварій, про що в журналі реєстрації вступного інструктажу з питань техногенної безпеки робляться відповідні записи.

9) За результатами інструктажів та навчань персонал підприємства повинен:

9.1) знати та вміти виконувати встановлені на території підприємства вимоги стосовно власної безпеки та безпеки підприємства;

9.2) знати та вміти виконувати встановлені на території підприємства вимоги стосовно власної безпеки та безпеки підприємства;

9.3) знати основи і телефони оперативних чергових аварійно-рятувальних формувань, у разі виявлення порушень негайно повідомляти їх про можливу небезпеку;

9.4) знати правила поведінки при виникненні аварійних ситуацій та аварій, не припускатися дій, які можуть призвести до виникнення аварії або аварій та надзвичайних ситуацій;

9.5) знати основні заходи та способи захисту від шкідливого впливу небезпечних речовин та наслідків надзвичайних ситуацій техногенного характеру, порядок надання першої медичної допомоги потерпілим, правила користування засобами радіаційного, хімічного та колективного захисту.

10) Працівник, що приступив до виконання роботи, зобов'язаний:

10.1) виконувати тільки ту роботу, яка доручена керівником, та проводити її справним обладнанням (устаткуванням, інструментом), використовуючи його за призначенням;

10.2) не виконувати розпоряджень, що суперечать правилам техногенної безпеки та охорони праці;

10.3) не виконувати самостійно роботи з ремонту електричного чи іншого обладнання, якщо це не передбачено функціональними обов'язками конкретного працівника;

10.4) знати правила та особливості експлуатації обладнання (устаткування), що використовують у роботі.

11) Після закінчення роботи треба:

11.1) вимкнути обладнання, якщо таке використовували, освітлення, вентиляцію;

11.2) переконатися, що на робочому місці виключено можливість ураження електричним струмом будь-якої людини, виникнення пожежі чи іншої аварійної ситуації;

11.3) упорядкувати робоче місце, відходи виробництва (за наявності) винести у відведене місце;

11.4) зняти й сховати спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту, основні й допоміжні захисні засоби (за наявності) у відведені місця.

12) Вогневі роботи дозволено починати тільки після виконання в повному обсязі підготовчих робіт, отримання наряду-допуску та за

відсутності вибухопожежонебезпечних та вибухонебезпечних речовин у повітряному середовищі або якщо концентрації їх не перевищують граничнодопустимі вибухонебезпечні концентрації. Виконавці можуть починати вогневі роботи тільки з дозволу особи, відповідальної за виконання вогневих робіт. Під час проведення вогневих робіт має контролюватись стан повітряного середовища в апаратах, комунікаціях, на яких проводять вказані роботи, та в небезпечній зоні.

13) Для попередження пожежі чи вибуху уповноважені особи зобов'язані постійно забезпечувати необхідні протипожежні заходи.

Одже для того, щоб на підприємстві не виникали надзвичайні ситуації або ж, при НС персонал знав і виконував дії тільки за правилами та інструкціями, необхідно проводити заходи та інструктаж з техніки безпеки і надзвичайних ситуацій. Оскільки завод є підприємством підвищеної небезпеки, необхідно один раз у три місяці проводити інструктаж по ТБ і НС, ввідповідно їх перевірки.

ВИСНОВКИ

В ході виконання магістерського проекту був удосконалений технологічний процес виготовлення деталі «Корпусу КГ 133.01», який заснований на використанні обладнання з ЧПК, застосуванні високопродуктивного різального інструменту. Були прийняті оптимальні режими різання, що зменшило час обробки однієї деталі, дозволило організувати безперервне виробництво виробів і позитивно вплинуло на собівартість деталі. В результаті розрахунків було обрано і прийнято вигідний і раціональний спосіб отримання заготовки.

Було спроектовано верстатне пристосування, яке просто у використанні і не вимагає високо кваліфікованого робітника для роботи з технологічним оснащенням. Контрольні пристосування дозволяють зручно, точно і швидко виміряти точність отворів і биття кількох поверхонь. Слід зазначити те, що контрольні пристосування можна назвати універсальним, так як після нетривалих операцій на ньому можна контролювати велику номенклатуру деталей.

Був проведений економічний розрахунок собівартості деталі, проведено порівняння з базовою собівартістю деталі, розрахований економічний ефект від зміни технології виробництва деталі. В результаті удосконалення технологічного процесу дозволило отримати річний економічний ефект, ділянки з випуску деталі «Корпусу КГ 133.01».

У магістерській роботі був розрахований проект механічної ділянки з виробництва деталі «Корпус». Виконане планування ділянки з розміщенням на ній обладнання, підйомно-транспортних засобів.

Було визначено необхідну кількість обладнання, чисельність працюючих, середньомісячна заробітна плата. Розрахована собівартість одиниці продукції на основі врахування приведених витрат.

Була розглянута охорона праці на виробництві, а саме характеристика шкідливих и небезпечний факторів проектованої ділянки, санітарно-гігієнічні заходи, а також заходи з техніки безпеки.

У дипломну роботу включено підсумки з науково-дослідницької роботи. В якій було розглянуто і вивчено сучасний спосіб отримання заготовки піщаної форми механічної формовки. Завдяки якій в наш час можна виготовляти заготовки максимально якісно і швидко.

Також розглянуто пункт з цивільною обороною на підприємстві, організація цивільного захисту, а також приведена інструкція по ТБ і НС, яку повинні дотримуватися на кожному підприємстві.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Косилова А. Г. Довідник технолога – машинобудівника. У 2-х т. Т. 1 / За ред. А. Г. Косилової і Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., Перераб. і доп. – М.: Машинобудування, 1986. – 656 с., іл.

2. Стародубов С. Ю., Кучма С.Н. Проектування заготовок в машинобудуванні: Навчальний посібник. – Алчевськ, ДонДТУ, 2010. – 212с.

3. Каталог SECO 2007р.

4. Загально машинобудівні нормативи часу і режимів різання для нормування робіт, що виконуються на універсальних та багатоцільових верстатах з ЧПК. У 2-х ч. Ч.1: Нормативи часу. – М.: Економіка, 1990. – 206 с.

5. Загально машинобудівні нормативи часу і режимів різання для нормування робіт, що виконуються на універсальних та багатоцільових верстатах з ЧПК. У 2-х ч. Ч.2: Нормативи режимів різання. – М.: Економіка, 1990. – 472 с.

6. Білоус Т. В. Контроль калібру-пробки: методичні вказівки до лабораторної роботи / Т. В. Білоус, Н .І. Яворський. – : Видав-во ДВГУПС, 2013. – 26 с.: іл.

7. Мамаєв В. С., Осипов О. Г. Основи проектування машинобудівних заводів., «Машинобудування», 1974р., - 290с.

8. Мельников Г. М., Вороненко В. П. Проектування механоскладальних цехів – М .: Машинобудування, 1990. – 357с.

9. Скворцов Ю. В.Організація і планування машинобудівного виробництва / Ю. В. Скворцов. Під ред. Ю. В. Скворцова. – М.: Вища школа, 2003. – 470 с.

10. Ткачук К. Н., Іванчук Д. Ф., Сабарко Р. В., Степанов А. Г. Довідник з охорони праці на промисловому підприємстві. – К .: Техніка, 1991. – С. 22.

11. Чинков В., Розладов В., Костанян В. Концепція побудова системи управління охороною праці підприємства // Охорона праці. – 2001. – № 3.

12. Дальський А. М. Технологія конструкційних матеріалів: Учеб. для вузів / А. М. Дальський, І. А. Арутюнова, Т. М. Барсукова і ін. М .: Машинобудування, 1977. - 864 с.

13. Кукуй Д. М., Скворцов Д. А., Ектова В. Н. Теорія і технологія ливарного виробництва. М .: Дизайн ПРО, 2000. - 416 с.

14. Гуляєв Б. Б. Теорія ливарних процесів. Л .: Машинобудування, 1976. - 214 с.

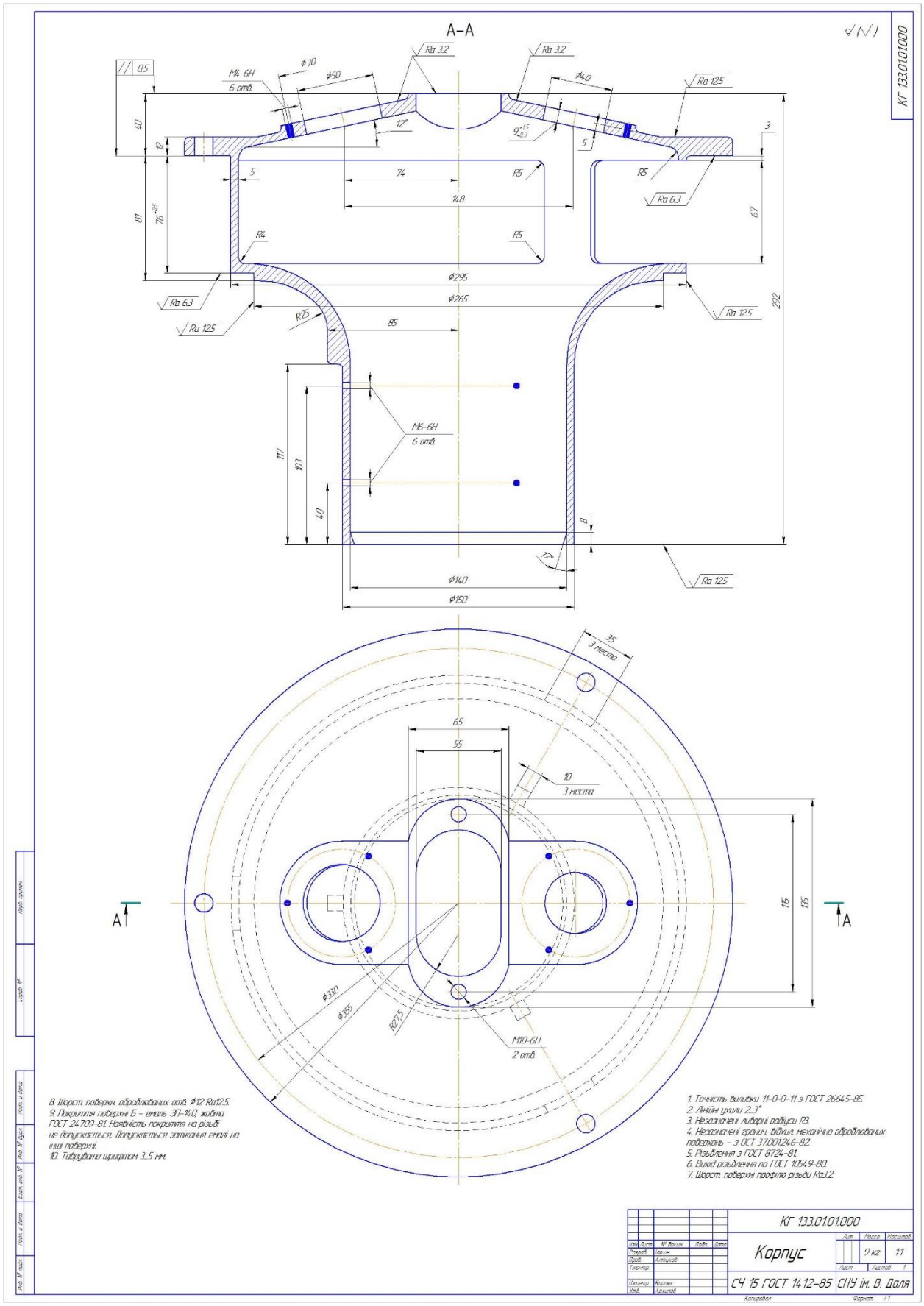
15. Магницький О. Н., Пірайнек В. Ю. Художнє лиття: Учеб. для технічних вузів і художньо реставраційних училищ.: Політехніка, 1996. - 231 с.

16. Арустамова Е. А. Безпека життєдіяльності. Підручник / За ред. Е.А. Арустамова. – М., 2000.

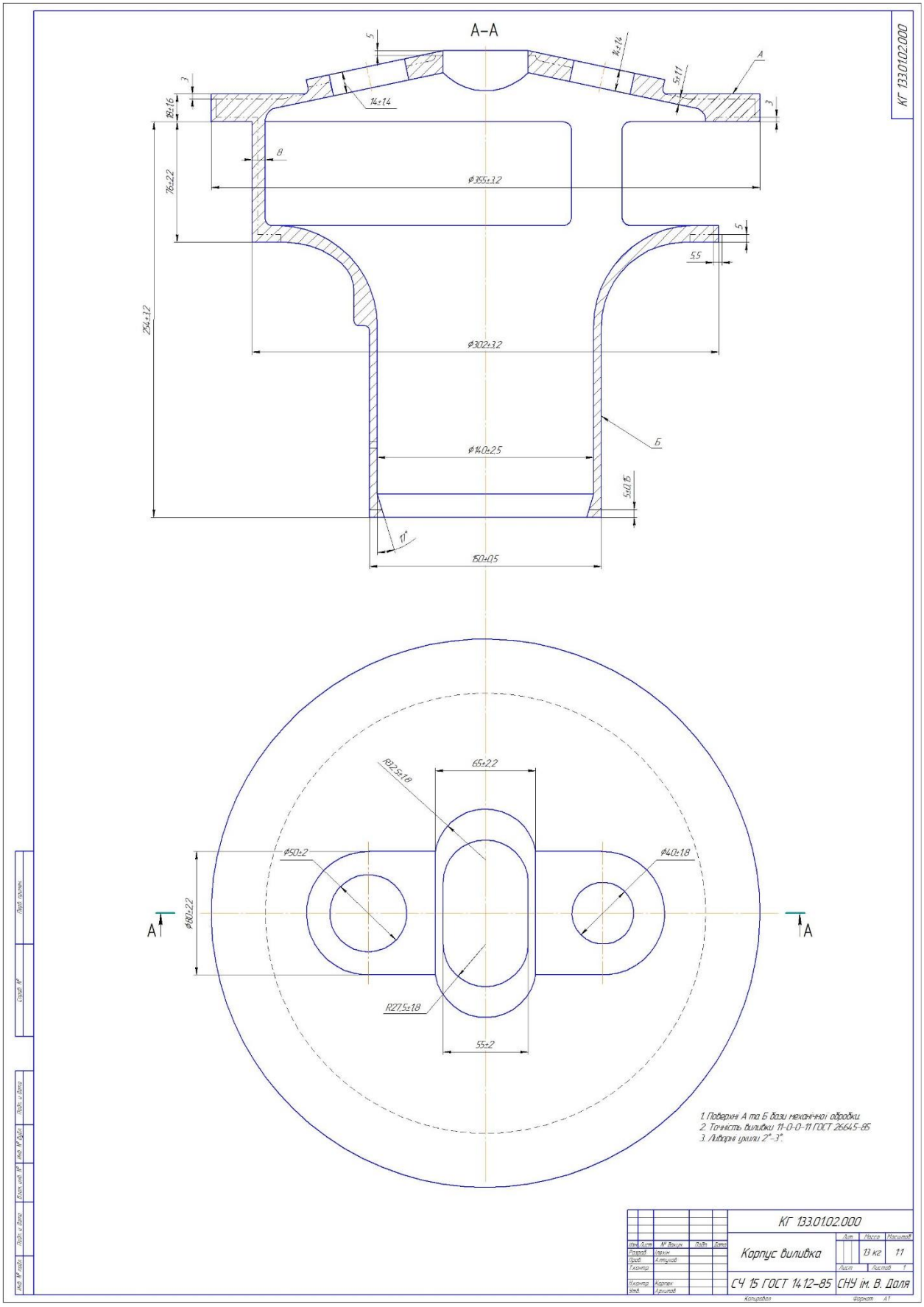
17. Бедрія Я. Безпека життєдіяльності. Підручник / За ред. Я.Бедрія. – Львів: Афіша, 1998.

Додаток А

Креслення деталі

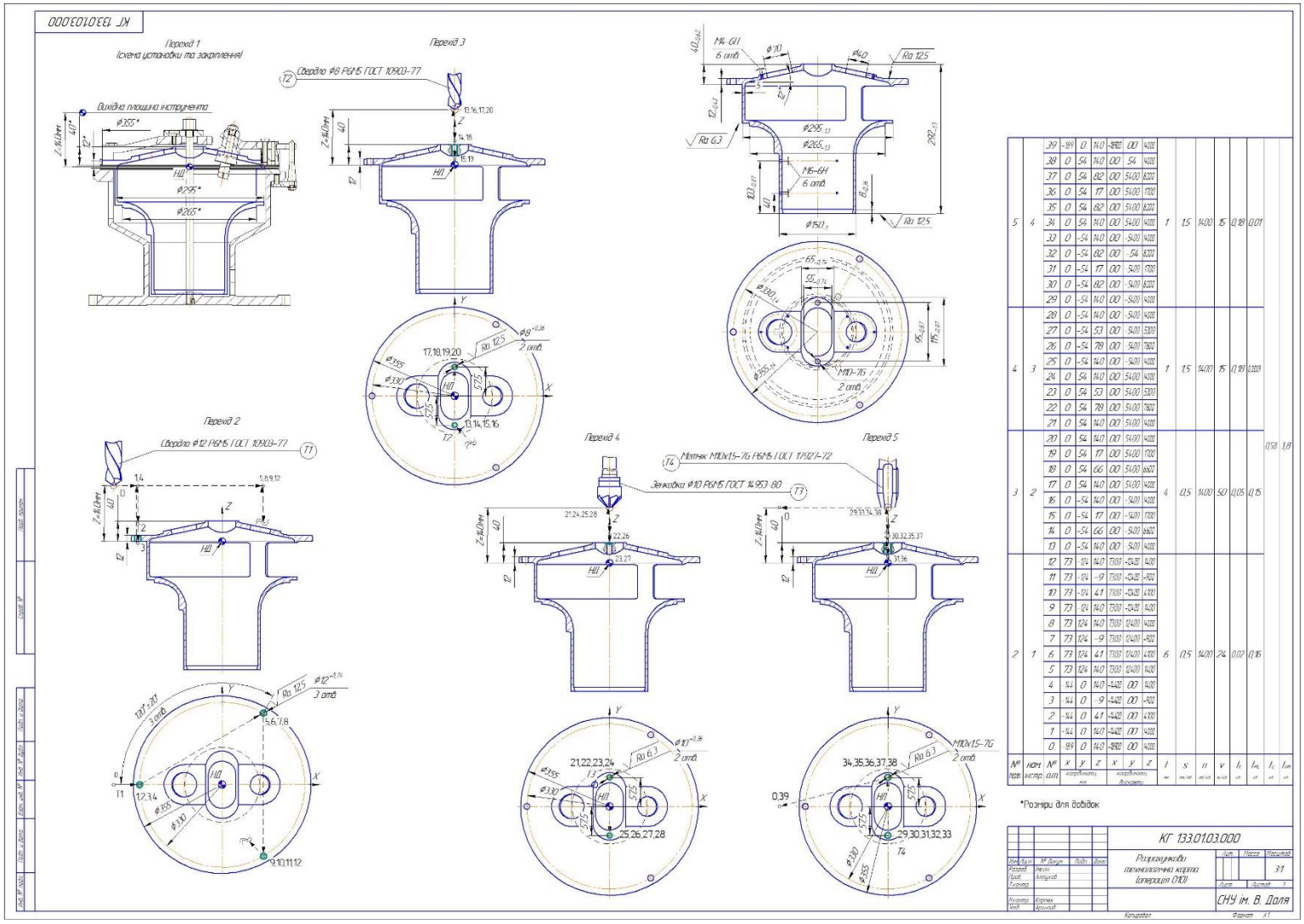


Додаток Б
Креслення заготівлі



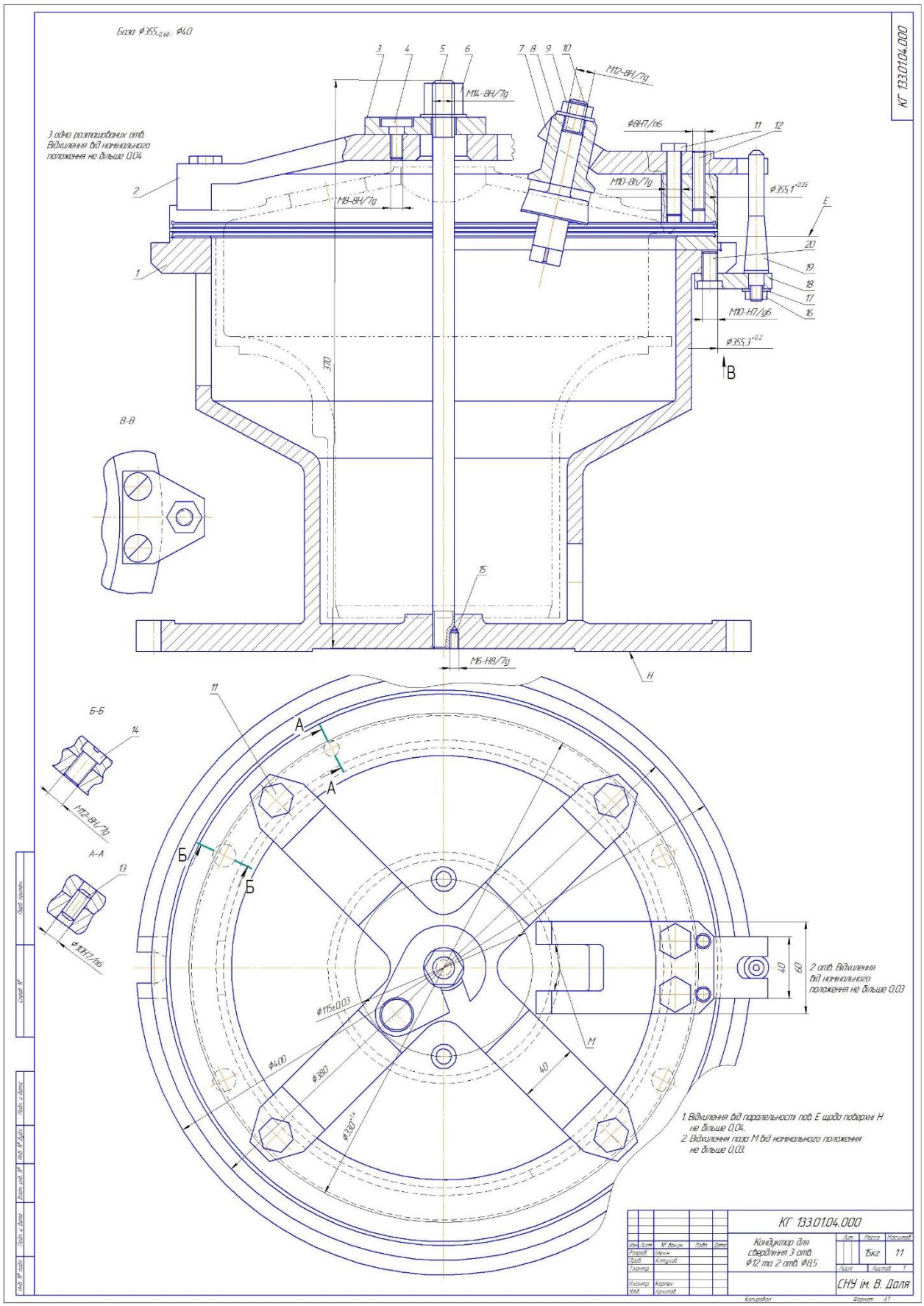
Додаток В

Розрахунково-технологічна карта



Додаток Г

Кондуктор свердлувальний



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				Документація		
A1			133.01.04.000	Кондуктор для свердління		
				Деталі		
A1		1	133.01.04.001	Підставка	1	
		2	133.01.04.002	Хрестовина	1	
		7	133.01.04.007	Планка	1	
		8	133.01.04.008	Втулка	1	
		10	133.01.04.010	Штир	1	
		18	133.01.04.018	Планка	1	
		19	133.01.04.019	Палець	1	
				Стандартні вироби		
		4		Шайба 16х35 ГОСТ 9060-75	1	
		4		Гвинт М10х4 ГОСТ 9052-69		
		5		Шпилька М16х35 ГОСТ 9060-75		
		6		Гайка М16 ГОСТ 8918-69	1	
		9		Гайка М12 ГОСТ 8918-69	1	
		11		Болт М12х35 ГОСТ 7808-62	10	
		12		Штифт 8Гх30 ГОСТ 3128-70	6	
		13		Штифт 10Гх20 ГОСТ 3128-70	1	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Ілюхін		
Пров.		Алтухов		
Н.контр.		Карпюк		
Утв.		Архипов		

133.01.04.000

Кондуктор свердлувальний

Лит.	Лист	Листов
	1	2

СНУ ім. В. Даля

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
		14		Гвинт М10х20 ГОСТ 1491-80	6	
		15		Гвинт М6х10 ГОСТ 1476-93	1	
		16		Гайка М10 ГОСТ 5929-70	1	
		17		Шайба 10 ГОСТ 6959-78	1	
		20		Гвинт М10х20 ГОСТ 1491-80	2	

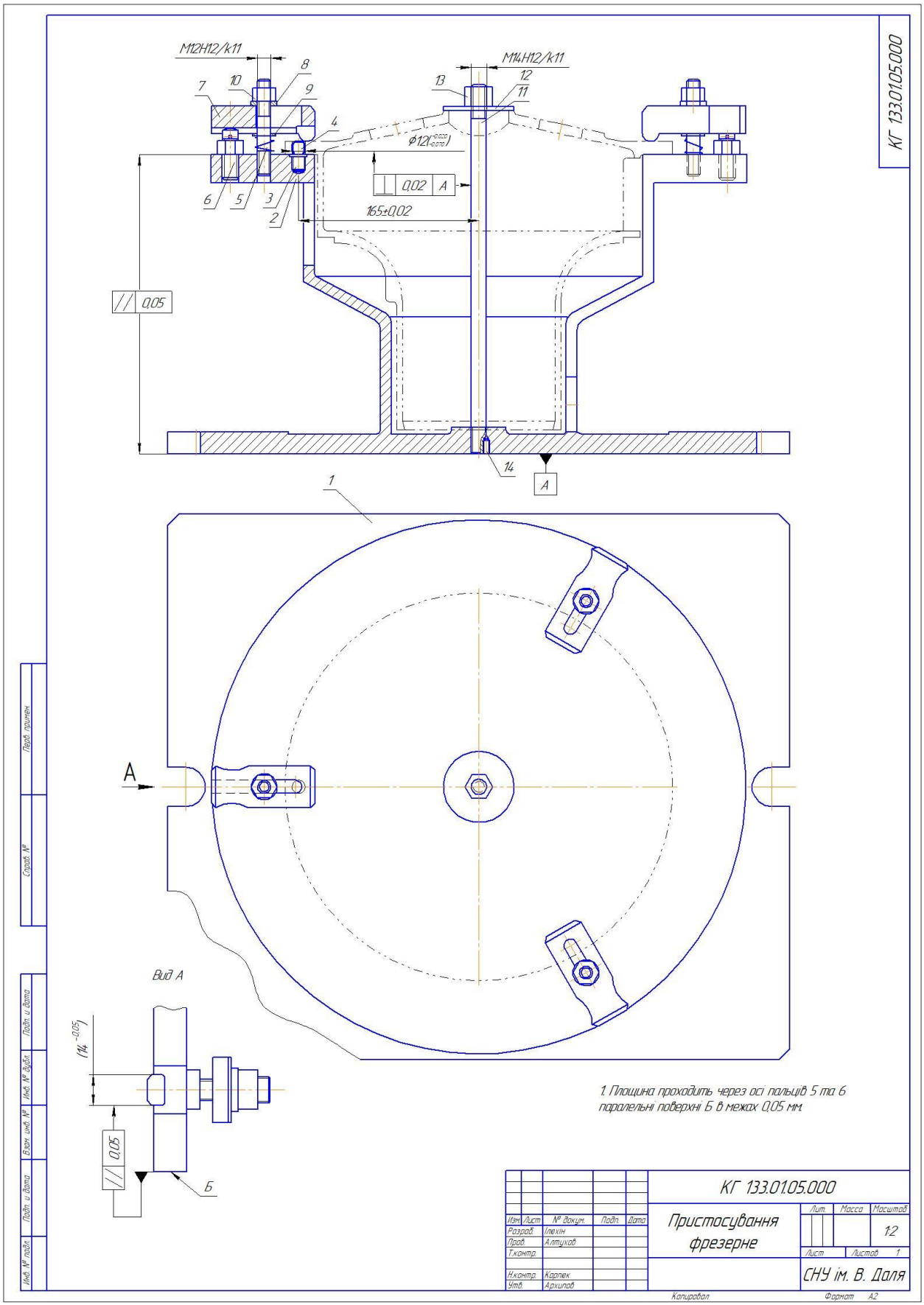
Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	133.01.04.000	Лист 2

Копировал Формат А4

Додаток Д

Пристосування фрезерне



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				Документація		
A2			133.01.05.000	Пристосування фрезерне		
				Деталі		
A2		1	133.01.05.001	Основа	1	
		1	133.01.05.002	Підставка	3	
		2	133.01.05.003	Палець фіксуючий	3	
		5	133.01.05.005	Штифт зажимний	3	
		6	133.01.05.006	Палець установчий	3	
		7	133.01.05.007	Планка	3	
		9	133.01.05.009	Кільце проставочне	3	
		12	133.01.05.012	Проставка	1	
				Стандартні вироби		
		5		Гвинт М12х8 ГОСТ 9052-69	3	
		8		Шайба 12х24 ГОСТ 9060-75	3	
		10		Гайка М12 ГОСТ 8918-69	3	
		11		Шпилька М16х35 ГОСТ 9060-75	1	
		13		Гайка М14 ГОСТ 8918-69	1	
		14		Гвинт М3х12 ГОСТ 9052-69	1	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Ілюхін		
Пров.		Алтухов		
Н.контр.		Карпюк		
Утв.		Архипов		

133.01.05.000

Пристосування фрезерне

Лит.	Лист	Листов
		1

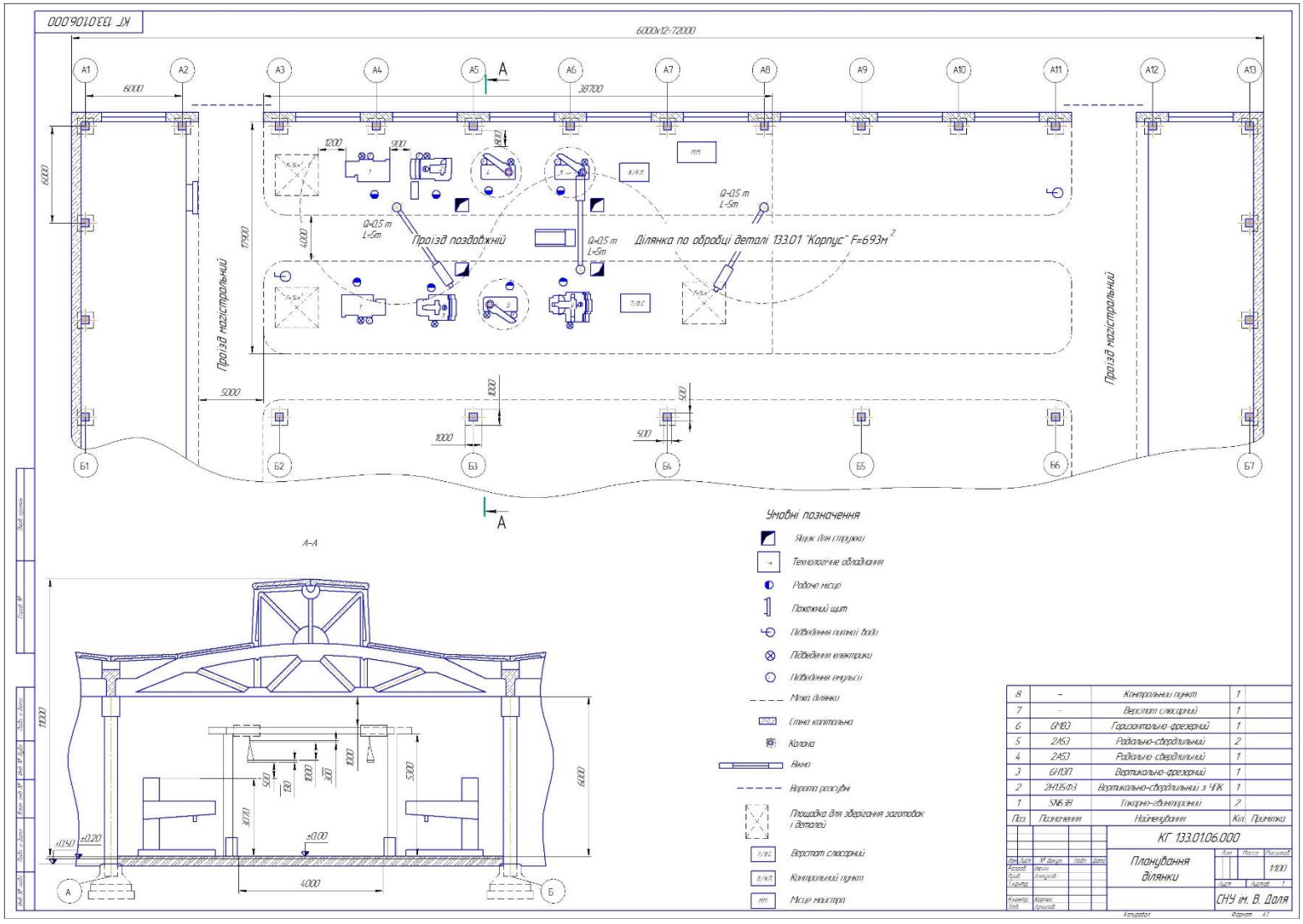
СНУ ім. В. Даля

Копировал

Формат А4

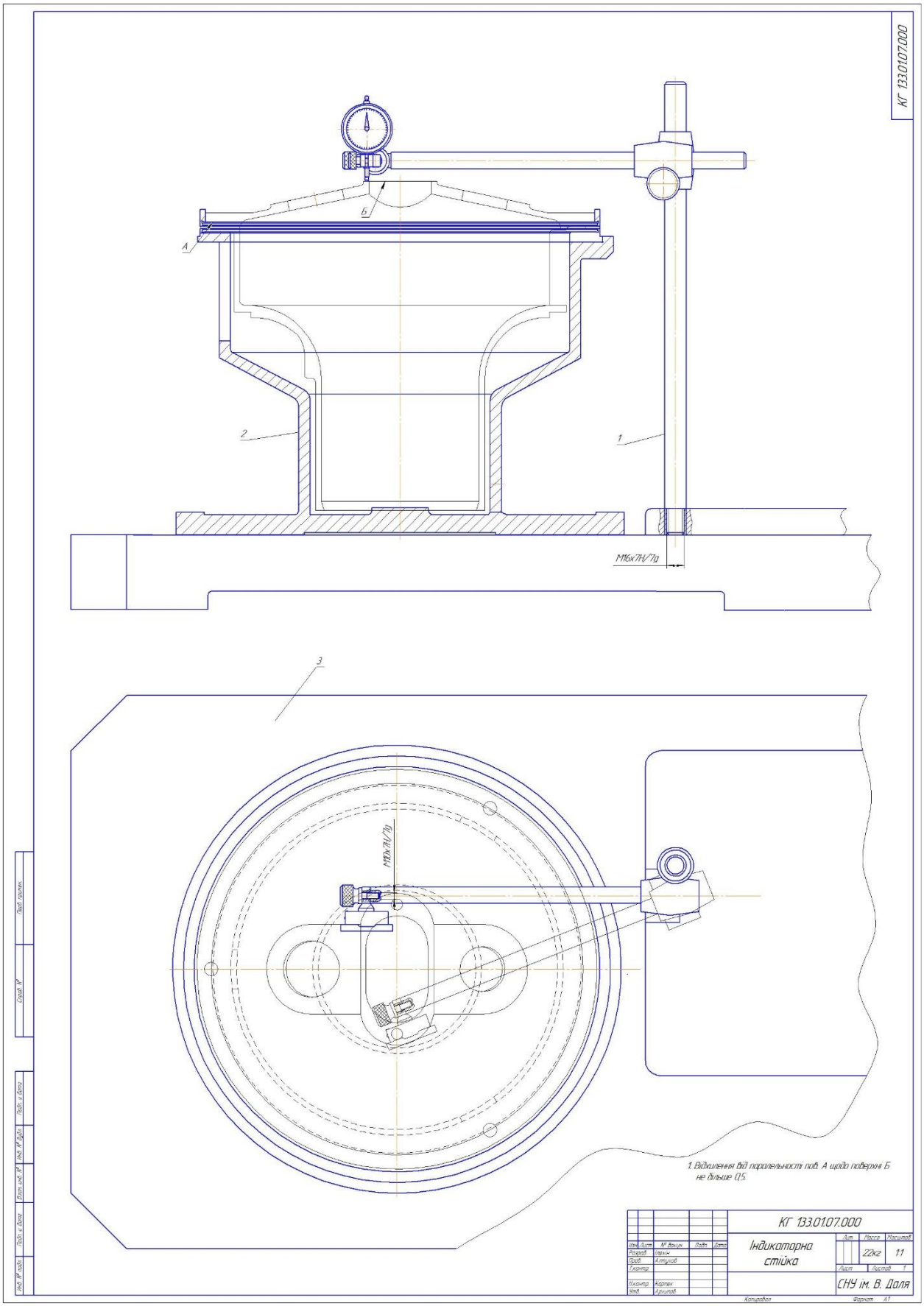
Додаток Е

Планування ділянки



Додаток Ж

Індикаторна стійка



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				Документація		
A1			133.01.07.000	Індикаторна стійка		
				Збірні одиниці		
		1		Штатив з індикатором	1	
				Деталі		
		4	133.01.07.002	Підставка	1	
				Стандартні вироби		
		7		Плита повірочна 630х400	1	
				ГОСТ 10905-86		

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Ілюхін		
Пров.		Алтухов.		
Н.контр.		Карпюк		
Утв.		Архипов.		

133.01.07.000

Індикаторна стійка

Лит.	Лист	Листов
		1

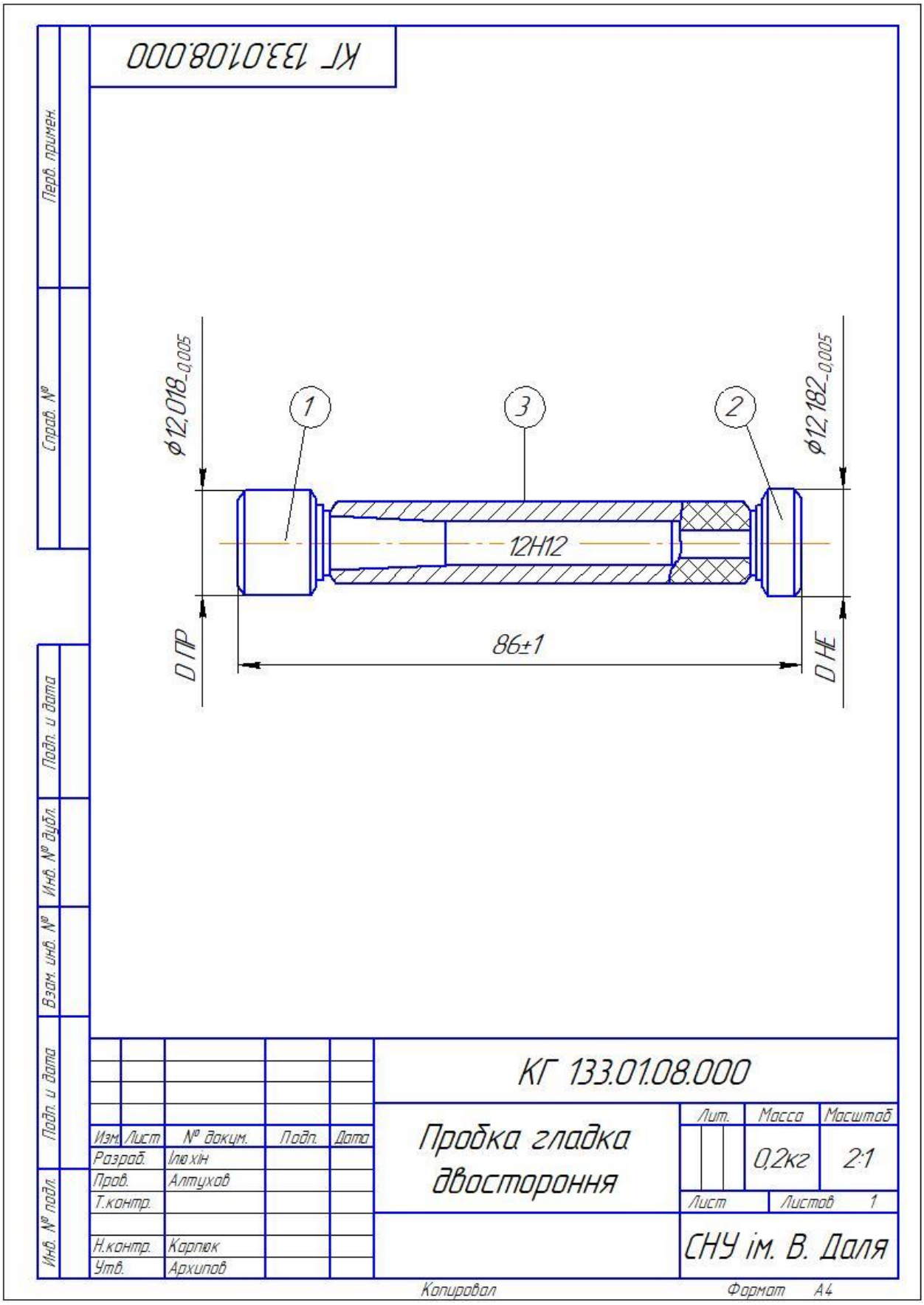
СНУ ім. В. Даля

Копировал

Формат А4

Додаток И

Пробка гладка двостороння



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				Документація		
A4			133.01.08.000	Пробка гладка		
				Деталі		
A4		1	133.01.08.001	Вставка ПР	1	
		2	133.01.08.002	Вставка НЕ	1	
		3	133.01.08.003	Ручка	1	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Ілюхін		
Пров.		Алтухов		
Н.контр.		Карпюк		
Утв.		Архипов		

133.01.08.000

Пробка гладка двостороння

Лит.	Лист	Листов
		1

СНУ ім. В. Даля

Копировал

Формат А4