

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет інженерно-технологічний**  
**Кафедра механічної та електричної інженерії**

Пояснювальна записка

*до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти*

*бакалавр*

на тему: «Виготовлення корпусу демпфера клапана зворотного тиску  
за умов серійного типу виробництва»

КРБ.133ГМбд\_41.17.00.00.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти  
за освітньо-професійною програмою  
*«Машини та обладнання*  
*сільськогосподарського виробництва»*  
спеціальності 133 *«Галузеве*  
*машинобудування»*  
ступеня вищої освіти *бакалавр*  
групи 133ГМбд\_41  
МОГИЛЕВСЬКИЙ Владислав

Керівник: докт. техн. наук, професор  
КОВБАСА Володимир

**Полтава – 2026 року**

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерно-технологічний  
Кафедра механічної та електричної інженерії

Освітньо-професійна програма «*Машини та обладнання  
сільськогосподарського виробництва*»

Спеціальність 133 «*Галузеве машинобудування*»  
Ступінь вищої освіти *бакалавр*

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
механічної та електричної  
інженерії,  
канд. техн. наук, доцент,  
\_\_\_\_\_ Станіслав ПОПОВ  
03 грудня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

**МОГИЛЕВСЬКИЙ Владислав**

1 Тема роботи: «*Виготовлення корпусу демпфера клапана зворотного тиску за умов серійного типу виробництва*»,  
керівник роботи **докт. техн. наук., професор КОВБАСА Володимир**,  
затверджено засіданням кафедри, протокол №9 від 03 грудня 2025 р.

2 Строк подання здобувачем вищої освіти роботи – до 31 травня 2026 р.

3 Вихідні дані до роботи – *клапан зворотного тиску (умовний прохідний діаметр 300 мм; умовний тиск 16 атм; побічні гідравлічні тиски при випробуванні клапана на міцність 25 атм, при випробуванні щільності тарілки 16 атм; зусилля притиску тарілки 2100... 2900 Н, перепад тиску 0,52... 0,9 атм; матеріал ущільнювальних кілець – сталь 30X13; хід якоря 40 мм; маса 197 кг); річна програма випуску 800 шт.*

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

Розділ 1. *Загальний*

Розділ 2. *Технологічний*

Розділ 3. *Конструкторський*

Розділ 4. *Економіка, охорона праці та навколишнього середовища*

5 Перелік графічного матеріалу: *складальний кресленник вузла, що вноситься на розгляд; кресленник деталі вузла; кресленник заготовки деталі вузла; складальний кресленник технологічного оснащення.*

6 Консультанти розділів *кваліфікаційної роботи*

Розділ	Власне ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання отримав
Економіка, охорона праці та навколишнього середовища	Інна МИКОЛЕНКО, професор кафедри економіки та публічного управління		
	Володимир ДУДНИК, доцент кафедри механічної та електричної інженерії		
	Павло ПИСАРЕНКО, завідувач кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля		

7 Дата видачі завдання 03 грудня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з.п.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір, затвердження теми роботи	До 03.12.2025 р.	
2	Складання, затвердження розгорнутого плану, завдання на кваліфікаційну роботу	15.12-28.12.2025 р.	
3	Опрацювання літературних джерел		
4	Збір, вивчення, обробка інформації, необхідної для виконання роботи		
5	Виконання розділів роботи, графічної частини	04.05-31.05.2026 р.	
6	Оформлення тексту роботи		
7	Попередній захист роботи на кафедрі	До 31.05.2026 р.	
8	Нормалізаційний контроль		
9	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій		
10	Захист кваліфікаційної роботи	3 01.06.2026 р.	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Владислав МОГИЛЕВСЬКИЙ  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Володимир КОВБАСА  
(підпис)

## РЕФЕРАТ

**Пояснювальна записка:** 4 розділи, 6 рисунків, 8 таблиць, 50 використаних джерел, 47 сторінок.

**Об'єкт розробки** – клапан зворотного тиску.

**Предмет розробки** – конструкторсько-технологічні аспекти забезпечення процесів виготовлення корпусу демпфера.

**Постановка актуальної технічної задачі** – дослідити можливості машинобудівного виробництва стосовно виготовлення складової деталі для забезпечення роботоздатного стану клапану зворотного тиску за умов визначеного типу виробництва.

**Мета кваліфікаційної роботи бакалавра** – розроблення базових положень підготовки виробництва для забезпечення потреб ринку.

**Практичне значення кваліфікаційної роботи бакалавра** – розробка документації для впровадження на машинобудівному підприємстві, що спеціалізується на виготовленні вузла для визначеного типу виробництва.

У загальному розділі наведено опис клапану зворотного тиску, розглянуто його конструктивні особливості та функціональне призначення. Проведено аналіз вимог до точності корпусу демпфера, обгрунтовано вибір матеріалу, а також визначено тип виробництва і річну програму випуску виробу.

У технологічному розділі здійснено оцінку технологічності вузла та корпусу демпфера, розроблено раціональний технологічний маршрут його виготовлення. Сформовано маршрути механічної обробки поверхонь, визначено припуски й операційні розміри, а також обгрунтовано застосування сучасного металорізального обладнання.

У конструкторському розділі наведено результати розрахунку та проектування технологічного оснащення – пристосування контрольного. Наведено принципи дії запропонованої конструкції, здійснено основні конструкторські розрахунки.

У розділі економіки, охорони праці та навколишнього середовища проаналізовано способи отримання заготовки корпусу демпфера, за результатами якого обгрунтовано доцільність застосування виготовлення литвом в оболонкові форми. Крім того, наведено основні заходи із охорони праці на виробництві з урахуванням екологічних аспектів.

**Практичні результати роботи** – розроблено складальний кресленик клапану зворотного тиску (умовний прохідний діаметр 300 мм, умовний тиск 16 атм; побічні гідравлічні тиски при випробувачні клапана на міцність 25 атм, при випробуванні щільності тарілки 16 атм, зусилля притиску тарілки 2100...2900 Н, перепад тиску 0,52...0,9 атм; матеріал ущільнювальних кілець – сталь 30X13; хід якоря 40 мм; маса 197 кг); кресленик корпусу демпфера;

кресленик заготовки корпусу демпфера; складальний кресленик технологічного оснащення.

**Рекомендації щодо використання результатів роботи** корпус демпфера входить до складу клапану зворотного тиску, що застосовується для автоматичного перекриття зворотного потоку рідини в трубопроводі.

**Сфера застосування результатів роботи** – галузеве машинобудування.

Графічна частина становить 3,5 арк. ф. А1.

Текст пояснювальної записки кваліфікаційної роботи пройшов перевірку на наявність запозичень і є оригінальним.

#### АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена розробці конструкторсько-технологічних рішень виготовлення клапану зворотного тиску. У роботі проаналізовано службове призначення та конструкцію вузла, виконано аналіз параметрів точності корпусу демпфера, обґрунтовано вибір матеріалу та визначено тип виробництва і річну програму випуску. Розроблено раціональний технологічний процес механічної обробки корпусу демпфера із визначенням маршрутів обробки, припусків і операційних розмірів. Спроектовано технологічне оснащення – пристосування контролює. Проведено техніко-економічне обґрунтування способу отримання заготовки, а також наведено основні заходи з охорони праці та екологічні аспекти при машинобудівному виробництві.

**КЛАПАН ЗВОРОТНЬОГО ТИСКУ, КОРПУС ДЕМПФЕРА, МАРШРУТ ОБРОБКИ, ЛИТВО, ОХОРОНА ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ.**

#### ANNOTATION

The bachelor's qualification thesis is devoted to the development of design and technological solutions for the manufacturing of a back-pressure valve. The thesis analyzes the functional purpose and design of the unit, examines the accuracy parameters of the damper housing, substantiates the choice of material, and determines the type of production and the annual output program. A rational technological process for the machining of the damper housing has been developed, including the definition of machining routes, allowances, and operational dimensions. Technological tooling – a measuring (inspection) fixture – has been designed. A technical and economic justification for the method of obtaining the blank has been carried out, and the main occupational safety measures and environmental aspects in machine-building production are presented.

**BACK-PRESSURE VALVE, DAMPER HOUSING, MACHINING ROUTE, CASTING, OCCUPATIONAL SAFETY, ENVIRONMENTAL ASPECTS.**

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ .....	9
1.1 Службове призначення вузла, характеристика, опис .....	9
1.2 Аналіз параметрів точності .....	15
1.3 Характеристика матеріалу деталі, замінник .....	17
1.4 Визначення типу виробництва та програми запуску .....	18
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ .....	20
2.1 Аналіз технологічності вузла та деталі .....	20
2.2 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення .....	24
2.3 Обробка поверхонь .....	25
2.4 Розробка маршруту виготовлення деталі .....	28
2.5 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів .....	29
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ .....	33
3.1 Розробка конструкції технологічного оснащення .....	33
3.2 Опис конструкції .....	35
3.3 Розрахунок конструкції пристосування .....	35
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА .....	39
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	39
4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки деталі .....	39
4.2 Заходи з охорони праці на виробництві .....	42
4.3 Екологічні аспекти під час виготовлення деталі .....	44
ВИСНОВКИ .....	47
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	48

						КРБ.133ГМБд_41.17.00.00.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Зміст			Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав		Могилевський В.						н	5	47
Перевір.		Ковбаса В.								
Керівник		Ковбаса В.								
Н. контр.		Ковбаса В.								
Затверд.		Попов С.			ПДАУ, 2026 р.					

## ВСТУП

Сільськогосподарське виробництво є однією з ключових галузей економіки, ефективність якої значною мірою залежить від надійності та безперебійної роботи інженерних систем. Важливу роль у технологічних процесах агропромислового комплексу відіграють трубопровідні системи, що використовуються для транспортування води, рідких добрив, гною, технічних рідин та інших робочих середовищ. Надійність цих систем значною мірою забезпечується застосуванням запірно-регулювальної арматури, зокрема зворотних клапанів [32].

Одним із поширених типів зворотної арматури є зворотні клапани типу КОС, основним призначенням яких є автоматичне запобігання зворотному руху рідини в трубопроводі. У сільському господарстві клапани даного типу широко застосовуються завдяки простій конструкції, надійності в експлуатації та здатності працювати з забрудненими та в'язкими середовищами.

У системах зрошення та поливу клапани КОС використовуються для захисту насосного обладнання від гідравлічних ударів і зворотного потоку води при зупинці насосів. Вони встановлюються на напірних трубопроводах насосних станцій, свердловин, магістральних та розподільчих лініях. Застосування зворотних клапанів у таких системах забезпечує стабільність подачі води, зменшує втрати тиску та підвищує загальний ресурс обладнання.

Важливе значення зворотні клапани типу КОС мають у системах тваринницьких комплексів, зокрема при транспортуванні рідкого гною, гноївки та стічних вод. У таких умовах робоче середовище містить механічні домішки, що потребує використання клапанів з підвищеною прохідністю та стійкістю до забруднення. Клапани КОС, завдяки поворотному принципу дії, забезпечують надійне перекриття потоку та запобігають зворотному руху відходів, що знижує ризик аварій і забруднення виробничих приміщень.

У системах подачі рідких мінеральних і органічних добрив зворотні клапани КОС застосовуються для запобігання змішуванню середовищ та захисту

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6



- визначити економічну ефективність методу отримання заготовки деталі, а також запропонувати заходи із точки зору охорони праці та захисту довкілля;
- розробити комплект технічної документації для забезпечення потреб підприємства галузевого машинобудування.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

## РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ

### 1.1 Службове призначення вузла, характеристика, опис

Одним із найпоширеніших різновидів зворотної арматури є зворотні клапани типу КОС, призначені для автоматичного перекриття зворотного потоку рідини в трубопроводі. У сільськогосподарській сфері такі клапани широко використовуються завдяки простоті конструкції, високій надійності в роботі та можливості ефективно функціонувати з забрудненими й в'язкими робочими середовищами.

Для забезпечення надійної посадки тарілки зворотних клапанів при скиданні навантаження, підвищення щільності прилягання їх до сідел і запобігання зворотного потоку робочого середовища всі конструкції зворотних клапанів типу КОС обладнані замикаючим пристроєм з пружиною та приводним механізмом з електромагнітним виключенням.

У нормальних умовах роботи клапана замикаюча пружина знаходиться у стиснутому стані та ізведеному механізмі, причому клапанна тарілка звільнена від замикаючого зусилля пружини і може вільно відкриватися прямим потоком пару. При скиданні навантаження з турбіни механізм клапана автоматично розчіплюється електромагнітом, в результаті чого пружина притискає тарілку до сидла на додаток до парового зусилля, що обумовлюється перепадом між тиском пару, який залишився в паропроводі відбору, і тиском у камері відбору турбіни.

Для дистанційного та автоматичного виключення механізму для всіх клапанів використовується однотипний електромагніт потужного струму (тип КМП-2, 25%, ПВ 220 В, 200 Вт, із ходом якоря 40 мм та підсилювачем 108 Н, включаючи вагу якоря). Для зменшення часу спрацювання електромагніт встановлюється без демпферного гвинта, котрий потрібно видалити з-під сферичної кришки магніту.

При посадці зворотного клапана електромагніт знеструмується за допомогою спеціального перемикача. При зарядці ж механізму зворотного клапана перемикач

										КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							9

автоматично знову переводиться в неробоче положення. У якості перемикача використовується кінцевий вимикач типу ВК-211. Технічні дані зворотних клапанів типу КОС приведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики зворотних клапанів типу КОС

Параметр	Типи клапанів			
	КОС-150	КОС-200	КОС-300	КОС-400
Умовний прохідний діаметр, мм	150	200	300	400
Умовний тиск, атм	64	25	16	16
Пробні гідравлічні тиски: при випробуванні клапана на міцність, атм	96	40	25	25
при випробуванні щільності тарілки, атм	64	25	16	16
Зусилля, що притискає тарілку до сідла, Н	2200–3600	1800–2540	2100–2900	1370
Перепад тиску у клапані, атм	2,0–3,1	0,85–1,65	0,52–0,9	0,11–0,24
Матеріал ущільнюючих кілець	Сталь 30Х13			
Хід якоря, мм	40			

За конструкцією клапани однотипні, мають механізм замикаючого пристрою і відрізняються розмірами та параметрами пару, на які вони розраховані.

Розріз клапана типу КОС наведено на рисунку 1.1.

Полтавський державний аграрний університет

Рисунок 1.1 – Зворотний клапан типу КОС

Клапан відрізняється від зворотного клапана звичайної конструкції наявністю механізму із замикаючою пружиною. Пружина не порушує вільного вертикального переміщення тарілки в нормальних умовах, однак після спрацювання спускного механізму пружина навантажує тарілку додатковим зусиллям у сторону закриття клапана, що запобігає виникненню зворотного потоку пару в трубопроводі.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Щоб уникнути різких ударів тарілки по сідлу, тарілка закріплена у поршні 28 парового демпфера, причому циліндр демпфера у кришці 32 слугує напрямком для тарілки при її переміщеннях. Ущільнююча поверхня тарілки для надання їй твердості вітрована. Запресоване у сідло ущільнююче кільце 26 виготовлене із нержавіючої сталі марки ЖЗ.

Передача замикаючого зусилля пружини 21 на тарілку здійснюється за допомогою штока 24, верхня головка якого заведена в поздовжню порожнину тарілки і замкнена втулкою 25. На нижній кінці штоку насаджений поршень 20, що сприймає зусилля замикаючої пружини і передає його через шток на тарілку клапана. Механізм колонки за допомогою шпінделя 5 стискає пружину 21, переміщуючи поршень 20 і шток вгору. При цьому шток піднімається по внутрішній порожнині тарілки і, звільнивши її від зусилля пружини 21, забезпечує вільне вертикальне переміщення тарілки під дією потоку пару у межах ходу клапана.

Зарядка механізму колонки здійснюється обертанням маховика 1 проти годинникової стрілки (якщо дивитися знизу по стрілі К). Одночасно з маховиком буде обертатися привідна головка 2 і шпindel 5, у поздовжні шпонкові канавки якого заходять закріплені у головці пацці 3. При цьому вантажна гайка 6, яка направляє планками 10, піднімається по різьбі шпінделя і зчепить вантажний важіль 9 зі спусковим важелем 7, завівши кінець важеля 9 за кромку стопорного валика 8.

Після цього потрібно обертати маховик за годинниковою стрілкою. Приблизно через два повних оберти вантажна гайка 6 сяде на виступи вантажного важеля 9. При подальшому обертанні маховика за годинниковою стрілкою шпindel буде увертатися у різьбу вантажної гайки і піднімати доверху. Шпindel спочатку вибере холостий хід ( $a = 20$  мм, що відповідає приблизно чотирьом обертам маховика), а потім почне стискати пружину 21 та піднімати шток 24 пружини, що характеризується помітним зростанням зусилля, яке прикладається на окружності маховика.

Підймання штока 24 дорівнює приблизно 50 мм і обмежене упиранням

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

установочного кільця 4 у вантажну гайку 6 при підйманні шпинделя 5. Коли шток 24 буде повністю піднятий, тарілка клапана виявиться звільненою від зусилля пружини і зможе вільно переміщуватися, а пружина 21 буде стиснута, причому її зусилля через шток 24, шпиндель 5 і вантажну гайку буде передаватися на опорні виступи вантажного важеля 9.

Виключення механізму клапана проходить при вмиканні струму на електромагніт, в результаті чого якір його втягується, повертається спусковий важіль 7 і розчіплюється вантажний важіль 9 зі стопорним валиком 8. Вантажний важіль 9, ексцентрично навантажений гайкою, також повертається і позбавляє вантажну гайку опори. Тоді вантажна гайка 6, навантажена пружиною, разом з усією рухомою системою зсковзує вниз, причому опускання шпинделя обмежується упором торцю нагачовного кільця 4 в корпус механізму (див. положення II). Поршень замикаючої пружини утворює у колонці повітряний демпфер, завдяки чому пом'якшується удар пружини при спрацюванні механізму. Поршень під поршнем і над ним з'єднані свердловинами з атмосферою.

Під час посадки поршень 20 зміщує вниз палець 16 і, провертаючи важіль 17, зміщує доверху шток 18 перемикача 19, в результаті чого електромагніт знеструмлюється. Палець 16 відтискається доверху пружинкою 15. Тому після усунення причини, що викликала закриття клапана при повторній зарядці механізму і підйманні поршня для стиснення пружини, палець 16 також переміщується вгору. При цьому шток перемикача під дією зусилля внутрішньої своєї пружини знову відходить вниз і відновлює замикання чужніх контактів перемикача, в результаті чого електромагніт виявляється підготовленим до роботи.

Механізм закритого клапана зображений на рисунку 1.1 у положенні I, що безпосередньо передує стисненню пружини: важелі 7 і 9 зчеплені, вантажна гайка опирається на виступи вантажного важеля, між штоком пружини і шпинделем механізму є зазор холостого ходу.

Усі зворотні клапани мають дренажні створи у нижній частині корпусу із сторони впуску пару (на стороні турбіни), до яких приєднуються зливні лінії з

вентилями у конденсатор. Ці дренажі запобігають скупченню конденсату і водяні удари у паропроводах при впусканні пару у паропровід.

Деталлю, що виводиться на детальний розгляд, є корпус демпфера (рисунок 1.2).

Рисунок 1.2 – Корпус демпфера

Належить до корпусних деталей фланцевого типу. Вона призначена для розміщення та фіксації внутрішніх елементів демпферного вузла, забезпечення їх співвісності, а також сприйняття та передавання механічних і вібраційних навантажень під час роботи. Конструктивно корпус виконаний у вигляді циліндричної деталі зі ступінчастими внутрішніми нерожнинами та верхнім круглим фланцем, що має отвори для болтового кріплення до суміжної деталі.

Усередині корпусу передбачені кілька точних циліндричних розточувань, які виконують роль посадочних поверхонь для спряжених деталей, при цьому переходи

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

між ступенями заокруглені галтелями для зменшення концентрації напружень. На кресленні задані допуски на окремі діаметри та вимоги до шорсткості, що свідчить про необхідність забезпечення високої точності та якості обробки функціональних поверхонь. Частина зовнішніх поверхонь не підлягає механічній обробці, що вказує на виготовлення заготовки методом литва із подальшою токарною, розточувальною та свердлильною обробкою.

Загалом деталь є відповідальним елементом конструкції, який поєднує в собі вимоги до міцності, жорсткості та точності, і відіграє ключову роль у надійній роботі демпферного механізму.

## 1.2 Аналіз параметрів точності

При проведенні аналізу параметрів точності, деталі заповнюємо таблицю 1.2 (рисунок 1.3), у якій наведені дані про точність виготовлення та якість обробки [3, 9, 11, 13, 18, 21, 25, 29, 40, 47, 48].

Таблиця 1.2 – Аналіз параметрів точності

№ пов.	Назва поверхні (елемента)	Розміри з відхиленнями, мм	Квалітет точності	Точність		Шорсткість Ra, мкм
				форми	розташування	
1	2	3	4	5	6	7
1	торець	$l = 430$	H14/2	—		6,3
2	циліндрична	$\varnothing 262$	h14	—	—	3,2
3	фаска	$2 \times 45^\circ$	—	—	—	—
4	циліндрична	$\varnothing 125H8^{(+0,03)}$	H8	—	—	1,6
5	циліндрична	$\varnothing 32$	H14	—	—	12,5
6	циліндрична	$\varnothing 140H9^{(+0,1)}$	H9	—		1,6
7	фаска	$2 \times 45^\circ$	—	—	—	—

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7
8	торець	$l = 430$	IT14/2	—	—	6,3
9	плоска	$l = 280$	IT14/2	—	—	3,2
10	циліндрична (проточка)	$\varnothing 141$	H14	—	—	6,3
11	плоска	$l = 180$	IT14/2	—	—	12,5
12	плоска	$l = 180$	IT14/2	—	—	12,5
13	плоска	$l = 180$	IT14/2	—	—	12,5
14	плоска	$l = 180$	IT14/2	—	—	12,5
15	циліндрична	$\varnothing 18$ (4 отв.)	H14	—	—	12,5
16	циліндрична	$\varnothing 18$ (8 отв.)	H14	—	—	12,5
17	циліндрична	$\varnothing 5$ (1 отв.)	H14	—	—	12,5
18	плоска	$l = 25$	IT14/2	—	—	12,5

Рисунок 1.3 – Функціональні поверхні корпусу демпфера

Провівши аналіз якості виконання поверхонь деталі, маємо, що найточніший розмір  $\varnothing 125H8^{(+0,063)}$  мм і шорсткість  $R_a=1,6$  мкм. Деталь може бути виготовлена у заводських умовах.

### 1.3 Характеристика матеріалу деталі, замінник

Деталь – корпус демфера – виготовлена із сірого чавуну СЧ15. Охарактеризуємо більш детально матеріал деталі. Кількісні параметри структури чавуну оцінюють відповідно до ДСТУ 8833:2019. Порівнянням з еталонними структурами визначають форму, розмір, розподіл та об'ємну частку включень графіту, співвідношення фериту і перліту та дисперсність пластинчастого перліту.

Погіршуючи механічні властивості, графіт у той же час надає чавуну ряд цінних властивостей. Він подрібнює стружку при обробці різанням, надає змащувальну дію, і внаслідок, підвищує зносостійкість чавуну.

Внутрішня будова чавуну залежить не тільки від його хімічного складу, а й від умов плавки і лиття. Ці умови теж впливають на механічні властивості чавуну. При зростанні швидкості охолодження включення графіту стають меншими, його кількість також знижується, зростає частка перліту та зменшується міжпластинчаста відстань у перліті.

За технологією отримання розрізняють виливки, отримані у разових піщаних формах, в оболочкових формах, у металевих формах (лиття у кокіль), у піщаних формах, виготовлених за газифікованими моделями, у керамічних формах.

Основні галузі використання сірого чавуну – верстатобудування і важке машинобудування (станини верстатів, корпусні деталі, автомобільна промисловість та сільськогосподарське машинобудування (картери, блоки циліндрів, шківни кришки тощо).

В залежності від вмісту вуглецю, зв'язаного у цементит, чавун СЧ 15 відноситься до феритних чавунів. Феритні сірі чавуни призначені для легко та середньонавантажених деталей: кришки, фланці, маховики, корпуси редукторів,

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

підшипників, насосів, а також супорти, гальмівні барабани, диски зчеплення та ін. [24, 37].

Хімічний склад і властивості матеріалу приведені нижче в таблиці 1.3. Також в цій таблиці приведено марку, хімічний склад і властивості матеріалу, яким можна замінити базовий матеріал.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі

Марка чавуну	$\sigma_b$ , МПа, не менше	Твердість НВ, не більше	C	Si	Mn	P	S	Структура металевої основи
						не більше	не більше	
СЧ15-32	150	163–229	3,5...3,7	2,0...2,4	0,5...0,8	0,2	0,15	ферит
СЧ18-36	180	170–229	3,5...3,7	2,0...2,4	0,5...0,8	0,2	0,15	ферит

Остаточню залишаємо матеріал, призначений конструктором без змін.

#### 1.4 Визначення типу виробництва та програми запуску

Маркетингове дослідження показало попиту ринку в деталях клапану зворотного у кількості 800 штук на рік. Визначимо річну програму запуску виробів за формулою:

$$N_{зан} = (N_{вип} + N_{зч}) \cdot (1 + k_{бр}), \quad (1)$$

де  $N_{вип}$  – річна програма випуску виробів, шт.;

$N_{зч}$  – кількість виробів, що йдуть на запчастини, приймаємо рівною 3-5% від програми випуску, тис. од;

$k_{бр}$  – коефіцієнт, що враховує технологічні витрати, які неможливо уникнути.

Приймаємо рівним 2-3% від сумарної кількості виробів, що формують програму випуску та йдуть на запчастини.

$$N_{\text{шт}} = (800 + 0,04 \cdot 800) \cdot (1 + 0,025) = 853 \text{ (шт.)}$$

Максимальна маса оброблених заготовок деталей вузла перевищує 20 кг, тому за [34] визначаємо тип виробництва – середньосерійний.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

## РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

### 2.1 Аналіз технологічності вузла та деталі

Технологічність вузла визначається сукупністю властивостей його конструкції, які забезпечують мінімальні витрати праці, матеріалів і часу під час виготовлення, складання, контролю та експлуатації з умови дотримання заданих показників якості та надійності [23].

Проектований вузол характеризується достатнім рівнем технологічності, оскільки його конструкція розроблена з урахуванням можливостей сучасного виробництва та стандартного обладнання. Форма і взаємне розташування деталей забезпечують зручність механічної обробки, складання та контролю.

У конструкції вузла використано стандартні та уніфіковані елементи (кріпильні деталі), що дозволяє зменшити номенклатуру деталей, спростити процес постачання та знизити собівартість виробу. Основні деталі вузла мають прості геометричні форми, що забезпечує можливість їх виготовлення традиційними методами механічної обробки без застосування спеціалізованого або дорогого оснащення.

Матеріали деталей обрані з урахуванням умов роботи вузла, вимог до міцності, зносостійкості та корозійної стійкості, а також їх технологічних властивостей (оброблюваність різанням, зварюваність, термособлюваність). Це дозволяє забезпечити стабільність технологічного процесу та високу якість готових виробів.

Конструкція вузла передбачає раціональну послідовність складання, що зменшує трудомісткість монтажних операцій і знижує ймовірність помилок під час складання. Забезпечено вільний доступ до основних з'єднань і елементів, що полегшує технічне обслуговування та ремонт у процесі експлуатації.

Таким чином, проєктований вузол є технологічним, придатним для серійного (або одиничного — за потреби змінити) виробництва та відповідає сучасним вимогам до конструктивно-технологічного рівня виробів.

									КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						20

Деталь «Корпус демпфера» є корпусною деталлю складної просторової форми з фланцевою частиною, внутрішніми порожнинами, уступами та системою отворів. Аналіз конструкції свідчить про її достатній рівень технологічності та придатність до виготовлення в умовах серійного виробництва.

Форма деталі загалом є раціональною з точки зору технології виготовлення. Основні поверхні утворені тілами обертання (циліндри, конічні та фасонні переходи), що дозволяє виконувати значну частину операцій на токарних верстатах. Наявність фланця з рівномірно розташованими кріпильними отворами забезпечує зручність базування та подальшого монтажу вузла.

Внутрішні порожнини та уступи мають плавні переходи з радіусами (R5, R10, R25, R50), що зменшує концентрацію напружень; полегшує механічну обробку; покращує умови заповнення форми при литві.

Відсутність гострих внутрішніх кутів і тонкостінних елементів підвищує як ливарну, так і експлуатаційну надійність деталі.

Згідно з основним написом кресленика, матеріалом деталі є сірий чавун СЧ15 (ДСТУ 8833:2019). Він характеризується добрими ливарними властивостями та високою оброблюваністю різанням. Це дає змогу отримувати заготовку методом литва з мінімальними припусками на механічну обробку.

Конструкція деталі дозволяє виконувати чорнову та чистову токарну обробку за зовнішніми і внутрішніми циліндричними поверхнями; здійснювати свердління та розгортання створів у фланці за допомогою стандартних свердлильних і координатно-розточувальних операцій; застосовувати стандартне ріжуче та вимірювальне оснащення без необхідності спеціальних пристроїв.

Більшість поверхонь має помірні вимоги до шорсткості (Ra 6,3), що позитивно впливає на зниження трудомісткості та собівартості виготовлення.

Фланцева конструкція корпусу з отворами під кріплення забезпечує просте та надійне з'єднання із суміжними деталями. Співвісність основних отворів і симетрія конструкції спрощують складання вузла та знижують імовірність перекосів.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Передбачено зручний доступ до внутрішніх поверхонь, що важливо для контролю розмірів, а також для можливого технічного обслуговування або ремонту в процесі експлуатації.

У таблиці 2.1 наводимо аналіз технологічності деталі.

Таблиця 2.1 – Аналіз на технологічність деталі

№ з. п.	Показники і вимоги до технологічності	Висновки по показниках технологічності	Заходи з покращення технологічності
1	2	3	4
1	Наявність зручних технологічних баз, що забезпечують необхідну орієнтацію та надійне закріплення заготовки	Так, є	Базування за зовнішню циліндричну поверхню спец. кулачками
2	Чи необхідні додаткові ребра жорсткості?	Так, потрібні	У конструкції деталі є ребра жорсткості
3	Наявність глухих отворів	Ні, немає	Деталь не має глухих отворів
4	Чи є внутрішні торці які необхідно обробити?	Так, є	Наявність внутрішніх торців вимагає застосування спеціальних інструментів

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд\_41.17.01.00.000 ПЗ

Аркуш

22

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
5	Наявність отворів глибиною більше за 8D?	Ні, немає	—
6	Чи можлива багатошпиндельна та багатоінструментальна обробка?	Так, можлива	Розміри та конструкція деталі дозволяють
7	Чи є скоси або пази під кутами, відмінними від 45° чи 90°	Ні, немає	—
8	Чи є отвори, що не перпендикулярні поверхні?	Ні, немає	—
9	Чи є різьби менші, ніж M6?	Ні, немає	Необхідно обмежувати застосування різьб менших, ніж M6
10	Чи від однієї технологічної бази представлені розміри?	Ні, не від однієї	Конструкція деталі не дає можливості проставити всі розміри від однієї бази
11	Чи є великі перепади діаметрів?	Ні, немає	—

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд\_41.17.01.00.000 ПЗ

Аркуш

23

Розглянувши таблицю, можна зробити висновок, що деталь за більшістю показників є технологічною для умов автоматизованого виробництва.

## 2.2 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення

Наведений корпус демпфера є складною за конфігурацією корпусною деталлю з переважно осьовою симетрією, внутрішніми порожнинами, фланцем з кривильними отворами та системою радіусних переходів, що визначає особливості базового технологічного процесу його виготовлення в умовах дрібносерійного виробництва. Відповідно до креслення, деталь виготовляється з чавуну, що забезпечує необхідні механічні властивості, технологічність обробки різанням і достатню зносостійкість при експлуатації.

З урахуванням матеріалу, габаритів і форми деталі доцільно прийняти заготовку у вигляді литва в піщані форми або оболонкові форми, залежно від наявних виробничих можливостей. Литва заготовка дозволяє наблизити форму до конфігурації готової деталі та зменшити обсяг механічної обробки без значних витрат. При цьому передбачається наявність припусків на всі оброблювані поверхні та ливарних ухилів, що знімаються на наступних операціях.

Базування деталі у технологічному процесі здійснюється за принципом поєднання конструкторських і технологічних баз. Основною технологічною базою на початкових операціях доцільно прийняти зовнішню циліндричну поверхню та торець фланця, які забезпечують стійке встановлення деталі на токарних верстатах. На першій операції виконується чорнова токарна обробка: підрізання базового торця, обточування зовнішніх циліндричних поверхонь і чорнове розточування внутрішнього отвору. Це дозволяє сформувати базові поверхні, відносно яких у подальшому забезпечується точність взаємного розташування елементів корпусу.

На наступних токарних операціях проводиться напівчистова та чистова обробка відповідальних циліндричних і торцевих поверхонь, зокрема внутрішніх отворів, які мають посадкові розміри та підвищені вимоги до шорсткості. Формування внутрішніх уступів і радіусних переходів виконується різцями

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

відповідного профілю, що дозволяє дотриматися вимог креслення без застосування спеціального інструменту. Для забезпечення співвісності внутрішніх поверхонь обробка виконується за одне встановлення або з мінімальною кількістю переустановлень.

Після завершення токарної обробки виконується свердлильно-фрезерна операція з обробки фланця. На цій операції здійснюється розмітка або координатне позиціонування отворів, свердління кріпильних отворів, а за необхідності – їх розсвердлювання або зенкерування. У дрібносерійному виробництві доцільно використовувати універсальні свердлильні або фрезерні верстати з простими пристроями, що забезпечують потрібну точність без виготовлення дорогих спеціальних кондукторів. Базування при цьому здійснюється по вже обробленому торцю та внутрішньому отвору корпусу.

Завершальними етапами технологічного процесу є зняття фасок, зачищення кромки, контроль розмірів і взаємного розташування поверхонь. Особлива увага приділяється контролю внутрішніх діаметрів, співвісності та перпендикулярності торцевих поверхонь, оскільки вони безпосередньо впливають на роботу демпфера в зборі. За необхідності може застосовуватись термообробка для зняття внутрішніх напружень після механічної обробки.

Таким чином, базовий технологічний процес виготовлення корпусу демпфера в умовах дрібносерійного виробництва характеризується використанням універсального обладнання, мінімально необхідного спеціального оснащення та раціональним послідовним виконанням токарних і свердлильно-фрезерних операцій. Такий підхід забезпечує достатню точність і якість деталі при економічно обґрунтованих витратах, що є визначальним для дрібносерійного типу виробництва.

### 2.3 Обробка поверхонь

Різні поверхні деталі виконують різні функції, тому вимоги до них найрізноманітніші: за точністю, шорсткістю та іншими критеріями [3, 6, 9, 11, 13, 18, 21]. Кількість ступенів обробки визначається за формулою:

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$\frac{T_3}{T_1} = \frac{T_3}{T_1} \cdot \frac{T_3}{T_2} \dots \frac{T_{i-1}}{T_i} \dots \frac{T_{n-1}}{T_n} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \dots \varepsilon_n = \prod_i^n \varepsilon_i, \quad (2.1)$$

де  $\varepsilon$  – загальне значення;

$\varepsilon_i$  – окремі ступені уточнення;

$P$  – число ступенів обробки;

$T_3, T_D, T_i$  – відповідно допуски для заготовки, деталі, окремого ступеня обробки.

Розкладаючи загальне значення на співмножники, потрібно враховувати типові рекомендації: для першого ступеня чорнової обробки досяжними є величини уточнення  $\varepsilon < 6$ ; для проміжних ступенів напівчистої обробки  $\varepsilon = 3 \dots 4$ ; для ступенів чистої обробки  $\varepsilon = 1,5 \dots 2$ .

Для найбільш спрямованого вибору числа ступенів обробки необхідно застосувати формулу:

$$r_p = \lg(\varepsilon) / 0,46. \quad (2.2)$$

Проведемо розрахунки для поверхонь 4 –  $\varnothing 125H8^{(+0,063)}$  мм та 6 –  $\varnothing 140H9^{(+0,1)}$  мм (рисунок 1.3). Загальне значення уточнення становить

$$\varepsilon_{\text{пов.4}} = \frac{2,4}{0,063} = 38,095;$$

$$\varepsilon_{\text{пов.6}} = \frac{2,4}{0,1} = 24,0.$$

Число ступенів обробки

$$n_{\text{пов.4}} = \frac{\lg(38,095)}{0,46} \cong 3;$$

$$n_{\text{пов.6}} = \frac{\lg(24,0)}{0,46} = 3.$$

Тобто, приймається по три переходи: чорнове, напівчистове та чистове точіння поверхонь.

Пропонуємо наступні обробки поверхонь деталі (таблиця 2.2).

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 2.2 – Методи обробки поверхонь деталі

№ поверхні	Розмір по зовнішні	Квалітет точності	Допуск заготовки, T <sub>д</sub> , мкм	Допуск деталі, T <sub>д</sub> , мкм	Угнутість, ε <sub>і</sub>	Кількість переходів, n	Маршрут обробки
1, 8	l = 430	IT14/2	3600	775	4,65	1	Точіння
2	Ø262	h14	3200	650	4,9	1	Точіння
4	Ø125	H8	2400	63	38,1	3	Розточування чорнове
							Розточування напівчистове
							Розточування чистове
5	Ø32	H14	1800	210	5,8	1	Розсвердлювання отвору
6	Ø140	H9	2400	100	24,0	3	Розточування чорнове
							Розточування напівчистове
							Розточування чистове
9	l = 280	IT14/2	3200	650	4,9	1	Точіння
10	Ø141	H14	—	—	—	1	Проточування канавки
11, 12, 13, 14	□180	IT14/2	2800	500	5,6	1	Фрезерування
15	Ø18	H14	—	—	—	1	Свердління отворів
16	Ø18	H14	—	—	—	1	Свердління отворів
17	Ø5	H14	—	—	—	1	Свердління отвору

Виходячи з загального маршруту обробки деталі, для конкретних поверхонь обираємо такі маршрути, що дозволяють скоротити номенклатуру ріжучого інструменту та використовуюваного обладнання.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ		Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			27

## 2.4 Розробка маршруту виготовлення деталі

Маршрут обробки деталі будуємо на підставі обраних маршрутів обробки окремих поверхонь з урахуванням типу виробництва (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 – Маршрут обробки деталі

Операція	Зміст переходів
Операція 005 Заготівельна	Заготовка, отримана литвом
Операція 010 Термічна	Провести відпуск для зняття внутрішніх напружень
Операція 015 Пробоструменева	Очистити виливок від окалини дробом
Операція 020 Токарна	Точити поверхню в розмір $\varnothing 262$ мм; точити торець в розмір $l = 20$ мм; розточити внутрішню поверхню в розмір $\varnothing 125H8^{(+0,06)}$ мм; зняти фаску $2 \times 45^\circ$ мм; розсвердлити отвір $\varnothing 32$ мм.
Операція 025 Токарна	Підрізати торець в розмір $l = 430$ мм; точити в розмір $l = 25$ мм, витримуючи R5; розточити отвір, витримуючи $\varnothing 140H9^{(+0,1)}$ мм, та підрізати торець у розмір $l = 280$ мм; проточити проточку, зняти фаску $2 \times 45^\circ$ мм.
Операція 030 Свердлильна	Свердлити 8 отворів $\varnothing 18$ мм.
Операція 035 Фрезерна	Фрезерувати квадрат $180$ мм; свердлити 4 отвори $\varnothing 18$ мм витримуючи розмір $l = 144$ мм.
Операція 040 Слюсарна	Зачистити задирки після фрезерування.
Операція 045 Свердлильна	Свердлити отвір $\varnothing 5$ мм, витримуючи розмір $l = 240$ мм.
Операція 045 Контрольна	Провести остаточний контроль розмірів згідно з креслеником.

## 2.5 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів

Як відомо, застосовуються два методи для визначення припусків на обробку: розрахунково-аналітичний та табличний [29, 40, 48]. Визначення припусків на механічну обробку розрахунково-аналітичним методом проводимо для однієї найбільш точної поверхні. У нашому випадку це розмір  $\varnothing 125H8^{(+0,063)}$  мм.

Розрахункова формула для визначення припуску на обробку зовнішньої чи внутрішньої поверхонь обертання

$$2z_{i \min} = \lambda \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (2.3)$$

де  $Rz_{i-1}$  – висота мікронерівностей, мкм,

$T_{i-1}$  – глибина дефектного шару на попередньому переході, мкм;

$\rho_{i-1}$  – сумарні відхилення розташування поверхні (відхилення від паралельності, перпендикулярності, співвісності, симетричності, перетину осей, позиційне) і у деяких випадках відхилення форми поверхні (відхилення від площинності, прямолінійності) на попередньому переході;

$\varepsilon_i$  – помилка встановлення заготовки на переході, що виконується.

Правильність розрахунку перевіряється за формулою:

$$z_{0 \max} - z_{0 \min} = \delta_{\text{заг.}} - \delta_{\text{дет.}}, \quad (2.4)$$

де  $\delta_{\text{заг.}}$ ,  $\delta_{\text{дет.}}$  – допуск заготовки та деталі відповідно.

Карта розрахунку припусків на обробку та граничні розміри по технологічних переходах наведені у таблиці 2.4.

									КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						29

Таблиця 2.4 - Розрахункова карта припусків і граничних розмірів за технологічними переходами при обробці  $\varnothing 125H8^{(+0,063)}$  мм

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 125H8^{(+0,063)}$	Елементи припуску				Розрахунковий припуск $2z_{min}$ , мкм	Розрахунковий розмір $d_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	T	$\rho$	$\epsilon_y$				$d_{min}$	$d_{max}$	$2z_{min}$	$2z_{max}$
Заготовка	600	1135	—	—	120,821	1600	119,29	120,89	—	—	—
Розточування:											
• чорнове	50	—	57	700	2.1934	124,759	250	124,51	124,76	2870	5220
• напівчистове	35	—	—	35	2.117	124,993	150	124,89	124,99	230	380
чистове	20	—	—	—	2.35	125,063	60	125,00	125,06	70	110
							$\Sigma$			4170	5710

Проводимо перевірку правильності розрахунку.

$$2 \cdot z_{max} - 2 \cdot z_{min} = \delta_z - \delta_d; \quad (2.5)$$

$$5710 - 4170 = 1600 - 60;$$

$$1540 = 1540.$$

На рисунку 2.1 наведена схема графічного розташування припусків та допусків.

Рисунок 2.1 – Система графічного розгалуження  
припусків та допусків  $\varnothing 125H8^{+0,063}$  мм

Також припуски визначаємо табличним способом із використанням довідників.  
Конкретні значення припусків зносимо до таблиці 2.5.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Таблиця 2.5 - Припуски на механічно оброблені поверхні деталі

№ пов	Найменування поверхні	Найменування переходу	Припуск, мм	Квалітет	Технологічний допуск, мм
1, 8	Горець	Точіння	12	IT14/2	$\pm 0,775$
2	Циліндрична	Точіння	5,75	H14	0,650
4	Циліндрична	Точіння чорнове	4	H11	0,250
		Точіння н/чистове	2,5	H9	0,100
		Точіння чистове	1	H8	0,063
5	Циліндрична	Розсвердлювання	3,8	H14	0,310
6	Циліндрична	Точіння чорнове	4	H12	0,400
		Точіння н/чистове	2,5	H10	0,160
		Точіння чистове	1,0	H9	0,100
9	Горець	Точіння	6	IT14/2	$\pm 0,650$
10	Циліндрична	Точіння	1	H14	0,500
11, 12, 13, 14	Плоска	Фрезерування	4	IT14/2	$\pm 0,500$
15	Циліндрична	Свердління	18	H14	0,215
16	Циліндрична	Свердління	18	H14	0,215
17	Циліндрична	Свердління	5	H14	0,150

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

КРБ.133ГМбд\_41.17.01.00.000 ПЗ

Аркуш

32

## РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

### 3.1 Розробка конструкції технологічного оснащення

Контрольні пристосування – це спеціальні виробничі засоби вимірювань, що являють собою конструктивне поєднання базуючих, затискних, передавальних та вимірювальних пристроїв. Завдяки комплексу цих основних елементів контрольне пристосування забезпечує об'єктивність, точність та продуктивність контролю. Базуючі пристрої обумовлюють правильність положення деталей, що перевіряються відносно засобів вимірювання. Разом з тим вони дають можливість зниження до мінімуму трудомісткості операцій встановлення деталей на пристосуваннях.

Затискні пристрої сприяють підвищенню надійності встановлення деталі на пристосуванні, не викликаючи при цьому збільшення трудомісткості користування контрольним пристосуванням.

Передавальні пристрої призначені для того, щоб передавати на вимірювальні пристрої відхилення параметрів деталей, що перевіряються. Використання прогресивних передавальних пристроїв сприяє підвищенню точності вимірювань [7, 28, 12, 36, 38, 39].

### 3.2 Опис конструкції

На рисунку 3.1 наведено контрольне пристосування, що використовується для контролю перпендикулярності поверхні А відносно поверхні Б корпусу демпфера.

У нашому випадку центральний елемент спроектований на основі використання гідропластмаси. Кільцева порожнина між втулкою розтискною 8 і корпусом 7 заповнена гідропластом.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Рисунок 3.1 – Пристосування: 1 – плита; 2 – основа стійки; 3 – слійка; 4 – затискач; 5 – кронштейн; 6 – плунжер; 7 – корпус; 8 – втулка розтискна; 9 – втулка; 10 – ручка; 11 – гвинт спеціальний; 12 – ручка; 13 – пробка; 14 – пружина; 17-22 – гвинт; 23, 24 – гайка; 25 – шайба; 26 – підшипник; 27 – штифт

Тиск на гідропласт здійснюється гвинтом 11 через плунжер 6. Для забезпечення герметичності плунжер має кільцевий лабіринт, до якого притертий отвір корпусу

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

7. Щоб обмежити величину розтискання, використовується упорний гвинт 21, який стопориться гайкою 23. Заповнення робочої порожнини гарячим гідропластом здійснюється через різьбовий отвір, який закривається після охолодження гвинтом 22.

Для можливості встановлення деталі на оправку використовується стаціонарна стійка, що забезпечує відвід індикатора в сторону. Основа стійки кріпиться до плити 1 пристосування. Індикаторна головка зафіксована на кронштейні 5. На верхньому торці основи стійки 2 є два хрестоподібно розташованих призматичних пази. Штифт 27, що запресований у стійку 3, входить в один із призматичних пазів і фіксується у ньому пружиною 14. При повороті стійки штифт, вийшовши із призми і ковзаючи по торцеві основи 2, западає у другу призму, фіксуючи таким чином, друге — з дві кутове положення індикаторної державки.

Деталь, що контролюється, встановлюється отвором  $\varnothing 140H9^{(+0,1)}$  мм на оправку. При повороті деталі навколо своєї осі показання індикатора дозволяють судити про величину відхилення від перпендикулярності.

### 3.3 Розрахунок конструкції пристосування

При проектуванні оправок із гідропластом розраховуються:

- параметри пружних тонкостінних втулок;
- розміри натискних гвинтів та плунжерів у пристосуваннях із ручним приводом;
- розміри плунжерів, діаметр циліндра і хід поршня у пристосуваннях з механізованим приводом.

Проведемо розрахунок параметрів пружної тонкостінної втулки.

Матеріал втулки приймаємо 38ХСА із твердістю 47 НRC після термічної обробки.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Діаметр  $D$  (рис. нок 3.2) визначається, виходячи із робочого кресленника деталі, що буде встановлюватися на оправці. За номінальний діаметр  $D$  встановлювальної поверхні втулки оправки приймається найменший граничний діаметр базової поверхні деталі, що контролюється. Допуск (відхилення) на діаметр  $D$  призначаємо  $g6$ , тобто  $\varnothing 140_{-0,039}^{-0,014}$  мм.

Довжину оправки  $L$  рекомендується приймати рівною діаметру отвору деталі або більшою на 20–35% ніж діаметр отвору. Приймаємо довжину рівною 190 мм.

Рисунок 3.2 – Схема для розрахунку тонкостінних втулок

Товщина стінки втулки розраховується за формулою:

$$h = 0,025D; \quad (3.1)$$

$$h = 0,025 \cdot 140 = 3,5 \text{ (мм)}$$

Для кращого центрування втулки по отвору у ній виконуємо проточки, які і будуть деформуватися при розтисканні. Товщина стінок втулки у проточках становить від 1,0 до 1,7 мм із допустимою різномірністю 0,05 мм.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Приймаємо, що  $T = 20 \text{ мм}$ ,  $t = 15 \text{ мм}$ .

Допустима деформація втулки визначається за формулою:

$$\Delta D_{\text{доп.}} = \left( \frac{\sigma_T}{E \cdot k} \right) \cdot D, \quad (3.2)$$

де  $\sigma_T$  – границя текучості матеріалу, Па;

$E$  – модуль пружності, Па;

$k$  – коефіцієнт запасу міцності,  $k = \frac{\sigma_T}{[\sigma]} = 1,2 \dots 1,5$ ,

$[\sigma]$  – допустиме напруження, Па.

Для втулок із  $l > 0,3D$  приймають  $\nu = 1,4$ . Тоді при  $\sigma_T = 8,5 \cdot 10^8 \text{ Па}$  і  $E = 2,09 \cdot 10^{11} \text{ Па}$  отримаємо

$$\Delta D_{\text{доп.}} = \left( \frac{8,5 \cdot 10^8}{2,09 \cdot 10^{11} \cdot 1,4} \right) \cdot 140 = 0,4 \text{ (мм)}.$$

Гідростатичний тиск у порожнині пристосування:

$$p = \frac{2 \cdot \Delta D_{\text{доп.}} \cdot E \cdot h}{D^2}, \quad (3.3)$$

$$p = \frac{2 \cdot 0,4 \cdot 2,09 \cdot 10^{11} \cdot 3,5}{140^2} = 3,0 \cdot 10^7 \text{ (Па)}.$$

Довжину контактної лінії визначаємо за формулою

$$l_k = l \cdot \sqrt{1}, \quad (3.4)$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

де  $l = L - 2T = 190 - 2 \cdot 20 = 150$  мм;

$i$  – запас деформації, що являє собою різницю між допустимою деформацією втулки  $\Delta D_{\text{доп}}$  і максимальним зазором  $S_{\text{max}}$  у з'єднанні. Розмір отвору деталі, що встановлюється на оправку, —  $\varnothing 140H9^{(+0,1)}$  мм, а розмір втулки —  $\varnothing 140g6^{(-0,014)}_{(-0,039)}$  мм. Тоді маємо, що

$$S_{\text{max}} = 0,039 - 0,100 \approx 0,14 \text{ (мм)},$$

$$i = 0,4 - 0,14 = 0,26 \text{ (мм)}.$$

Отже,

$$l_k = 150 \sqrt{0,26} = 76 \text{ мм}.$$

Діаметр плунжера  $d_0$  зазвичай вибирають конструктивно у межах  $10 \div 25$  мм, а довжину робочої поверхні плунжера —  $(1,8 \div 3,0)d_0$ . Приймаємо  $d_0 = 24$  мм,  $l_{\text{плунж.}} = 60$  мм.

Кід плунжера визначається із наступних міркувань. Об'єм гідропласту, що витісняється плунжером, рівний приросту об'єму порожнини при деформації оболонки на величину  $S_{\text{max}}$  плюс об'єм, що утворився за рахунок стиснення гідропласту (0,5% від початкового об'єму на  $10^7$  Па тиску).

Розтискна втулка насаджується на корпус оправки у підігрітому стані з певним допуском  $r_6, s_6$ .

										КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							38

## РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки деталі

Деталь (корпус демпфера) виготовляється із сірого чавуну СЧ15, що має добрі ливарні властивості. Для вибору найліпшого варіанта виготовлення заготовки проаналізуємо два методи: литво у піщано-глиняні форми; литво в оболонкові форми [1, 4, 5, 21, 34, 49].

Литво в піщані форми – найпоширеніший спосіб заготівельного виробництва. У машинобудуванні ним виготовляють 75...80% виливків (за масою). Залежно від розмірів виливка й типу виробництва застосовують ручне, машинне або стрижневе формування. У піщаних формах можна одержати виливки самої складної конфігурації й масою від декількох грамів до сотень тон.

Одержані заготовки характеризуються низькою точністю, високими параметрами шерсткості, значними допусками на механічну обробку. Вартість виготовлення виливків мінімальна, але вартість їхньої механічної обробки більша, ніж заготовок, отриманих іншими способами литва. Литво в піщані форми вимагає найбільших витрат металу. У піщаних формах одержують переважно виливки зі сталі, чавуну рідше – з кольорових металів. Цей спосіб найчастіше застосовується в одиничному й серійному виробництві. Застосування його в масовому виробництві можливо тільки при високому ступені механізації.

Литво в оболонкові форми полягає в тому, що виготовляють дві напівформи товщиною 6...20 мм із формувальної суміші, що складається з піску й фенолформальдегідних смол. Аналогічно можуть бути виготовлені оболонкові стержні. Після складання оболонкові форми поміщають у нероз'ємні опски, які засипають піском або дробом.

Піщано-смоляна формувальна суміш містить дрібнозернистий пісок і має високу рухливість. Це дозволяє одержати більшу високу точність відбитка і меншу

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

висоту мікронерівностей поверхні виливка. При заливанні рідкого металу утворюється тонка газова сорочка, що запобігає пригару формувальної суміші. У результаті можуть бути досягнуті точність розмірів, що відповідає 12-му квалітету, і параметр шорсткості поверхні Rz 20...10 мкм.

Литво в оболонкові форми дозволяє зменшити обсяг обрубних і очисних робіт приблизно на 50%, витрат металу – на 30...50%, скорочує обсяг наступної механічної обробки на 40...50% з витрати формувальної суміші – у 10...20 разів. Процес виготовлення виливка може бути повністю механізований.

Головним недоліком оболонкового литва є висока вартість зв'язувальної речовини (фенолформальдегідних смол). Литво в оболонкові форми застосовується в основному для виготовлення дрібних і середніх виливків. Добре ллються трюскостінні виливки із залу, вуглецевої і легуваної сталей та кольорових металів.

Економічність заготовки, виготовленої литвом, можна розрахувати за формулою:

$$C_B = 0,001 \cdot [C_{об} \cdot G_B \cdot K_{ТВ} \cdot K_{СВ} \cdot K_{МВ} \cdot K_{ПМВ} \cdot K_{СТ} - (G_B - G_D) \cdot C_{ВХ}] \quad (4.1)$$

де  $C_B$ ,  $C_{об}$  – ціна виливка та базова ціна однієї тони виливків, виготовлених із базового матеріалу, з базовою точністю та складністю виливка, грн.;

$C_{ВХ}$  – ціна тони металевих відходів, грн.;

$G_B$ ,  $G_D$  – маса відповідно виливка та деталі, кг;

$K_{ТВ}$ ,  $K_{СВ}$ ,  $K_{МВ}$ ,  $K_{ПМВ}$ ,  $K_{СТ}$  – коефіцієнти відповідно точності розмірів, конструктивної та технологічної точності виливка, марки матеріалу, програми річного замовлення (групи серійності) та маси виливка й відносного потоншення основних стінок виливка порівняно з базовою товщиною.

Укрупнено масу виливка можна визначити за формулою:

$$G_B = \frac{G_D}{k_{В.М.}}, \quad (4.2)$$

						КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			40

де  $G_0 = 31$  кг – маса готової деталі;

$k_{в.м.}$  – середній коефіцієнт використання металу, який відповідає даному методу виготовлення, для виливків, отриманих литвом у піщано-глиняні форми,  $k_{в.м.} = 0,7$  а для литва в оболонкові форми –  $k_{в.м.} = 0,85$ .

Тоді маса виливка становить:

– піщано-глиняні форми:

$$G_{в.пщ.-гл.ф.} = \frac{31}{0,7} = 44,3 \text{ кг};$$

– оболонкові форми:

$$G_{в.обол.ф.} = \frac{31}{0,85} = 36,5 \text{ кг}.$$

Базова ціна однієї тони виливків  $C_{бв} = 95000$  грн.; ціна тони відходів  $C_{ех} = 6000$  грн.;  $K_{тв} = 1,00$ ;  $K_{св} = 1,00$ ;  $K_{мв} = 1,00$ ;  $K_{пмв} = 0,85$ ;  $K_{ст} = 1,10$ .

Собівартість заготовки, виготовленої литвом у піщано-глиняні форми:

$$C_{в.пщ.-гл.ф.} = \frac{(95000 \cdot 44,3 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,85 \cdot 1,10 - (44,3 - 31) \cdot 6000)}{1000} = 3855,1 \text{ (грн.)}.$$

Собівартість заготовки, виготовленої литвом у оболонкові форми

$$C_{в.обол.ф.} = \frac{(95000 \cdot 36,5 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,85 \cdot 1,10 - (36,5 - 31) \cdot 6000)}{1000} = 3209,1 \text{ (грн.)}.$$

Економічний ефект у цьому випадку буде становити.

$$E = (3855,1 - 3209,1) \cdot 800 = 516800 \text{ (грн.)}.$$

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Висновок: проаналізувавши два методи виготовлення заготовки обираємо метод виготовлення заготовки – литво в оболонковій формі.

#### 4.2 Заходи з охорони праці на виробництві

Виготовлення корпусу демпфера здійснюється в умовах механічного цеху машинобудівного заводу та включає заготовельні, токарні, фрезерні, свердлильні, розточувальні та допоміжні операції. Дані види робіт пов'язані з дією небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників у разі недотримання вимог охорони праці [2, 8, 10, 14-17, 19, 20, 22, 26, 27, 31, 33, 41-46, 50].

Основними небезпечними та шкідливими факторами є: рухомі частини верстатів; ріжучий інструмент; підвищений рівень шуму та вібрації; металеві стружки; мастильно-охолоджувальні рідини; електричний струм; підвищена запиленість та загазованість повітря.

Під час отримання заготовки корпусу демпфера основну небезпеку становлять: висока температура металу; важкі заготовки; ризик механічних травм.

Основні заходи охорони праці: використання вантажопідіймальних механізмів з перевіреними стропами; заборона ручного переміщення важких заготовок понад встановлені норми; застосування спеціального термостійкого спецодягу; проведення інструктажів з безпечного виконання вантажно-розвантажувальних робіт.

Під час виконання токарних і фрезерних операцій можливі такі небезпеки: захоплення одягу рухомими частинами; виліт стружки; руйнування ріжучого інструменту.

Основні заходи безпеки: обов'язкове використання захисних огорожень верстатів; заборона роботи у вільному одязі; застосування захисних окулярів або щитків; використання пристроїв для відведення та дроблення стружки; заміна інструменту лише при повній зупинці верстата.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Небезпечні фактори при свердлінні та розточуванні: провертання деталі; злам свердла; підвищене навантаження на руки оператора.

Заходи охорони праці: надійне закріплення заготовки в пристроях; використання справного інструменту; заборона утримування деталі руками; видалення стружки спеціальними лопатками.

Мастильно-охолоджувальні рідини можуть викликати подразнення шкіри та органів дихання.

Заходи безпеки: використання рукавиць та захисних кремів для рук; герметичні системи подачі МОР; регулярна заміна та фільтрація рідин; наявність припливно-видавної вентиляції.

Металорізальні верстати працюють від електромережі, що створює ризик ураження електричним струмом.

Основні вимоги: справне заземлення обладнання; використання автоматичних вимикачів; проведення періодичних перевірок електрообладнання; допуск до роботи лише навченого персоналу; заборона ремонту обладнання під напругою.

Рівень шуму в механічному цеху може перевищувати допустимі норми.

Заходи: застосування шумоізолюючих кожухів; використання засобів індивідуального захисту органів слуху; технічне обслуговування верстатів для зменшення вібрації.

Під час виготовлення корпусу демпфера існує ризик займання мастил та електрообладнання.

Основні заходи: зберігання легкозаймистих речовин у спеціальних ємностях; оснащення цеху вогнегасниками відповідних типів; заборона відкритого вогню; регулярне навчання персоналу діям у разі пожежі.

Працівники повинні бути забезпечені: спецодягом і спецвзуттям; захисними окулярами; рукавицями; засобами захисту слуху.

ЗІЗ використовуються відповідно до характеру виконуваних робіт та чинних норм.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Таким чином, дотримання вимог охорони праці під час виготовлення корпусу демпфера забезпечує безпечні умови праці, зменшує ризик виробничого травматизму та професійних захворювань. Комплексне впровадження організаційних, технічних та індивідуальних заходів охорони праці є необхідною умовою ефективного та безпечного функціонування машинобудівного підприємства.

#### 4.3 Екологічні аспекти під час виготовлення деталі

Виготовлення корпусу демпфера на машинобудівному заводі супроводжується впливом на навколишнє середовище на всіх стадіях технологічного процесу: від заготівельного виробництва до фінішної механічної обробки. Основними джерелами екологічного навантаження є споживання матеріальних та енергетичних ресурсів, утворення відходів, викиди в атмосферу, стічні води та шумове забруднення.

Корпус демпфера є масивною деталлю складної конфігурації, що виготовляється, як правило, з вуглецевої або легованої сталі, що зумовлює значний обсяг механічної обробки та відповідні екологічні аспекти.

На стадії отримання заготовки виникають такі екологічні впливи: викиди продуктів згоряння палива ( $CO_2$ ,  $CO$ ,  $NO_x$ ) при роботі печей; утворення шкварних відходів (шлаки, формувальні суміші); підвищене енергоспоживання.

Для зменшення негативного впливу застосовується: глибоке використання формувальних матеріалів; рекуперація тепла; застосування заготовок, максимально наближених до готової форми деталі, з метою зменшення припусків.

Основні операції механічної обробки: токарна, фрезерна, свердлильна, розточувальна обробка.

Негативні екологічні фактори: утворення металевої стружки; використання мастильно-охолоджувальних рідин (МОР); споживання електроенергії верстатами; утворення аерозолів МОР у повітрі робочої зони.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Шляхи зменшення впливу: повний збір і сортування стружки з подальшою передачею на вторинну переробку; застосування замкнених систем циркуляції МОР, використання сучасного різального інструменту з підвищеною зносостійкістю, що зменшує витрати енергії та кількість відходів; локальна вентиляція робочих місць.

Після механічної обробки деталь піддається очищенню від залишків МОР і стружки. Екологічні аспекти: утворення забруднених стічних вод; використання мийних засобів. Заходи з охорони довкілля: застосування водооборотних систем; використання біорозкладних мийних засобів; очищення стічних вод на локальних очисних спорудах перед скиданням.

Під час виготовлення корпусу демпфера утворюються такі види відходів: металеві відходи (стружка, обрізки); відпрацьовані мастильно-охолоджувальні рідини; абразивний знос інструменту; промазані ганчір'я та фільтри. Усі відходи підлягають: обліку та класифікації відповідно до чинних екологічних норм; тимчасовому зберіганню у спеціально відведених місцях; передачі ліцензованим організаціям для утилізації або регенерації.

Під час роботи металорізальних верстатів виникає шум та вібрації, що негативно впливають як на персонал, так і на навколишнє середовище. Зменшення шумового навантаження досягається: застосуванням сучасного обладнання з низьким рівнем шуму; використанням антивібраційних фундаментів; регулярним технічним обслуговуванням верстатів.

Рациональне використання ресурсів є важливою складовою екологічної безпеки виробництва: оптимізація режимів різання знижує споживання електроенергії; використання ЧПК-верстатів підвищує точність і зменшує кількість браку; зменшення маси заготовки знижує матеріаломісткість виробу.

Отже, виготовлення корпусу демпфера в умовах машинобудівного заводу супроводжується комплексом екологічних впливів, однак за умови дотримання сучасних технологічних, організаційних та природоохоронних заходів негативний вплив на навколишнє середовище може бути зведений до мінімуму. Реалізація

										КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							45

системи поводження з відходами, енергозбереження та екологічного контролю забезпечує відповідність виробництва чинним екологічним нормам та принципам сталого розвитку.

Полтавський державний аграрний університет

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

## ВИСНОВКИ

Відповідно до отриманого завдання на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти та за результатами її виконання зроблено наступні висновки.

1. Встановлено функціональне призначення клапана зворотного тиску. Виконано аналіз складової деталі – корпус демпфера. Описано конструкційний матеріал цієї деталі та надано рекомендації щодо можливого матеріалу-аналога. На основі результатів маркетингового дослідження визначено тип виробництва – середньосерійний.

2. Виконано опрацювання вузла та його деталі на технологічність. Проаналізовано чинний технологічний процес виготовлення. Розроблено маршрут обробки поверхонь корпусу демпфера. Розрахунково-аналітичним методом визначено припуски на обробку та операційні розміри для поверхні  $\varnothing 125H8^{(+0,063)}$  мм, а також припуски встановлено за табличними даними.

3. Запропоновано конструкцію контрольного пристосування, що застосовується під час виготовлення корпусу демпфера. Здійснено розрахунок його конструкції.

4. Здійснено техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки. Річний економічний ефект під час порівняння між двома заготівельними технологіями для програми випуску 800 шт. склав 516800 грн. Окрім того, запропоновано заходи із охорони праці на виробництві. Приділено увагу екологічним аспектам під час виготовлення деталі.

5. У графічній частині роботи наведено складальний кресленик клапана зворотного тиску, кресленик корпусу демпфера, кресленик заготовки корпусу демпфера, складальний кресленик технологічного освітлення.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Акімов І.В., Плескач В.М. Прейскурант для техніко-економічного обґрунтування вибору оптимальної технології виробництва заготовок при виконанні розрахунково-графічних та контрольних завдань з дисциплін з технологічних методів виробництва заготовок для студентів спеціальностей: 131 Прикладна механіка, 132 Матеріалознавство, 133 Галузеве машинобудування, 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка, денної та заочної форми навчання. Запоріжжя: ЗНТУ. 2019. 18 с.
2. Березуцький В.В. Основи охорони праці: навч. посіб. Харків: Факт, 2005. 480 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Львів: Світ, 2001. 456 с.
4. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 368 с.
5. Бейчик І.М. Економіка підприємства. Київ: Каравела, Львів: «Новий світ-2001», 2001. 298 с.
6. Бочков В.М., Сілін Р.І., Гаврильченко О.В. Розрахунок та конструювання металорізальних верстатів. Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2008. 448 с.
7. Буц Б.Д., Приходько В.Є., Ткачов Ю.В. Розрахунок режимів різання металів. Дніпропетровськ: РВБ ДНУ, 2005. 76 с.
8. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: навч. посіб. Київ: Каравела, 2003. 408 с.
9. Гевко Б.М., Гевко І.Б., Радик Д.П. Технологія сільськогосподарського машинобудування: Підручник. Київ: Кондор, 2006. 496 с.
10. Гогіташвілі Г.Г., Карчевські Є.Т., Лапін В.М. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами. Київ: Знання, 2007. 367 с.
11. Горбатюк Є.О., Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування. Львів: Новий Світ – 2000, 2012. 358 с.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

12. Дичковський М.Г. Технологічна оснастка. Курс лекцій. Навчальний посібник. Херсон: Олді-плюс, 2008. 328с.

13. Добрянський С.С., Малафеев Ю.М. Технологічні основи машинобудування: підручник Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 379 с.

14. Жидецький В.Ц. Засоби індивідуального захисту та електрозахисні засоби. Київ: Основа, 2003. 133 с.

15. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: навч. посіб. Львів: Укр. академія друкарства, 2006. 324 с.

16. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці навч. посіб. Львів:Афіша, 2002. 311 с.

17. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников С.Б. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2000. 343 с.

18. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування. Суми: СумДУ, 2004. 98 с.

19. Капленко Л.А., Кіт Ю.Б., Пістун І.П. Охорона праці: навч. посіб. Суми: Університетська книга, 2004. 205 с.

20. Керб Л.П.. Основи охорони праці навч.-метод. посіб. Київ: КНЕУ, 2001. 252 с.

21. Коробко Б.О., Фролов Є.А., Попов С.В., Ясько С.Г. Прогресивні технології у машинобудуванні. Навчальний посібник для студентів механічних спеціальностей закладів вищої освіти. Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2020. 168 с.

22. Купчик М.П., Галдзюк М.П. Основи охорони праці: навч. посіб. Київ: Основа, 2000. 416 с.

23. Лапковський С.В., Солдатова М.О., Трудько І.С. Відпрацювання конструкції виробу на технологічність – один із найважливіших етапів технологічної підготовки виробництва. Вісник Національного технічного університету «КПІ». 2011. С. 203-207.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

24. Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів: підручник/ Опалчук А.С. та ін. Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2013. 751 с.

25. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.П. Технологія машинобудування: Підручник. Житомир: ЖДТУ, 2005. 876 с.

26. Москальова В.М. Основи охорони праці: підручник. Київ: Професіонал, 2005. 672 с.

27. Основи проектування технологічних процесів / Гречкосій В.Д. та ін. Ніжин: MILANIK, 2009. 411 с.

28. Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лешук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 240 с.

29. Пасько М.М., Показаньева С.Д. Технологія машинобудування. Краматорськ: ВСП МК ДДМА, 2019. 289 с.

30. Петрозич Й.М., Кіт А.Ф., Семенів О.М. Економіка підприємства. Львів: «Новий Світ-2000», 2004. 680 с.

31. Пістун І.Л., Кіт Ю.В. Основи охорони праці: практикум. Суми: Університетська книга, 2000. 207 с.

32. Попов С., Скрипник В. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня бакалавра здобувачами вищої освіти зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування за освітньо-професійною програмою Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва галузі знань 13 Механічна інженерія. Полтава: ПДАУ, 2022. 32 с.

33. Рогач Ю.П. Пожежна безпека. Мелітополь: ТДАА, 2001. 121 с.

34. Руденко П.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. Киев: Высшая школа, 1991. 247 с.

35. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. Навчальний посібник. Київ: Вища школа, 1992. 414 с.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

36. Сапон С.П. Проектування технологічного оснащення. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2022. 47 с.

37. Сологуб М.А., Рожнецький І.О., Некоз О.І. Технологія конструкційних матеріалів: Підручник. Київ. Вища школа, 2002. 374 с.

38. Технологічне забезпечення оснащенням гнучких виробничих систем механообробного виробництва: навчальний посібник / Є. А. Фролов, О.І. Біловод, С.Б. Попов, А.О. Келітеш, Ю.О. Попова. Полтава: ПП «Астроя», 2022. 130 с.

39. Технологічне оснащення. Конспект лекцій для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 131 Прикладна механіка. Дніпро: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка». 2020. 403 с.

40. Токаренко В.М. Технологія автодорожнього машинобудування: курсове проектування. Київ. Вища школа, 1992. 127 с.

41. Трахтенберг І.М. Гігієна праці та виробнича санітарія: підручник. Київ, 1998. 254 с.

42. Федоров М.І. Охорона праці в галузі: навч. посіб. Полтава: ПДАА, 2012. 136 с.

43. Федоров М.І., Костенко О.М., Дрожжана О.У. Збірник законодавчих та нормативних актів з охорони праці: навч. посіб. Том 1. Полтава: Інтерграфіка, 2004. 336 с.

44. Федоров М.І., Костенко О.М., Дрожжана О.У. Нормативні акти і документація з охорони праці, що діє у межах підприємства: навч. посіб. Том 2. Полтава: Інтерграфіка, 2004. 296 с.

45. Федоров М.І., Лапенко Т. Г., Дрожжана О.У. Охорона праці в галузі (збірник схем, термінів...): навч. посіб. Полтава: ПДАА, 2005. 118 с.

46. Федоров М.І., Лапенко Т.Г., Дрожжана О.У. Охорона праці в галузі АПК: навч. посіб. Полтава: Інтерграфіка, 2005. 297 с.

47. Фролов Є.А., Кравченко С.І., Попов С.В., Гнітєкс С.М. Технологічне забезпечення якості продукції машинобудування: монографія. Полтава: Технологічний Центр, 2019. 204 с.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

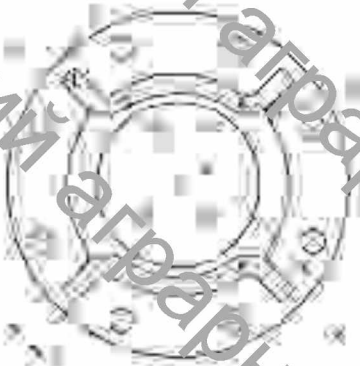
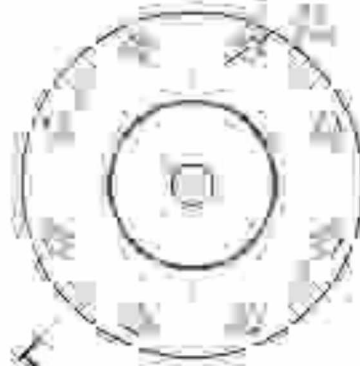
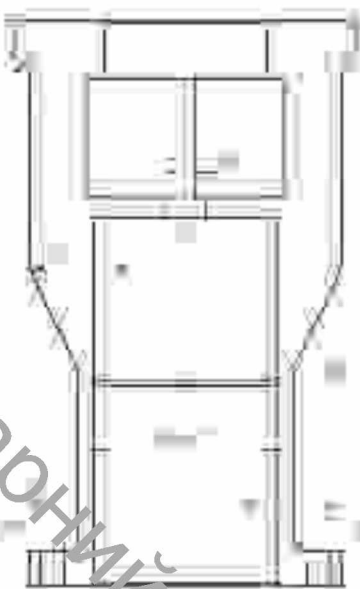
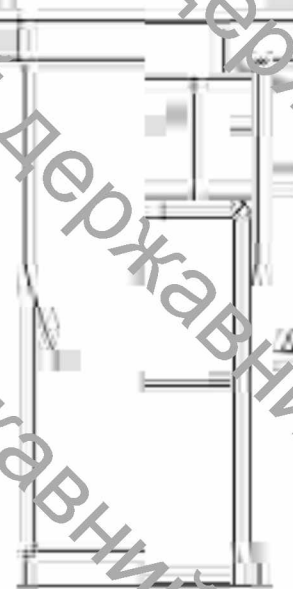
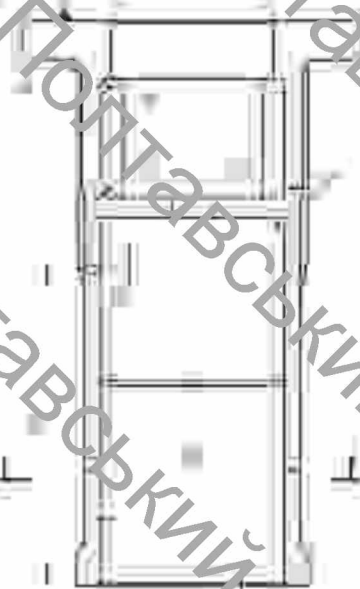
48. Черевко О.І., Михайлов В.М., Бабкіна І.В. Технологічні основи машинобудування. Харків: ХДУХТ, 2005. 82с.

49. Шваб Л.І. Економіка підприємства: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ: Каравела, 2005. 568 с.

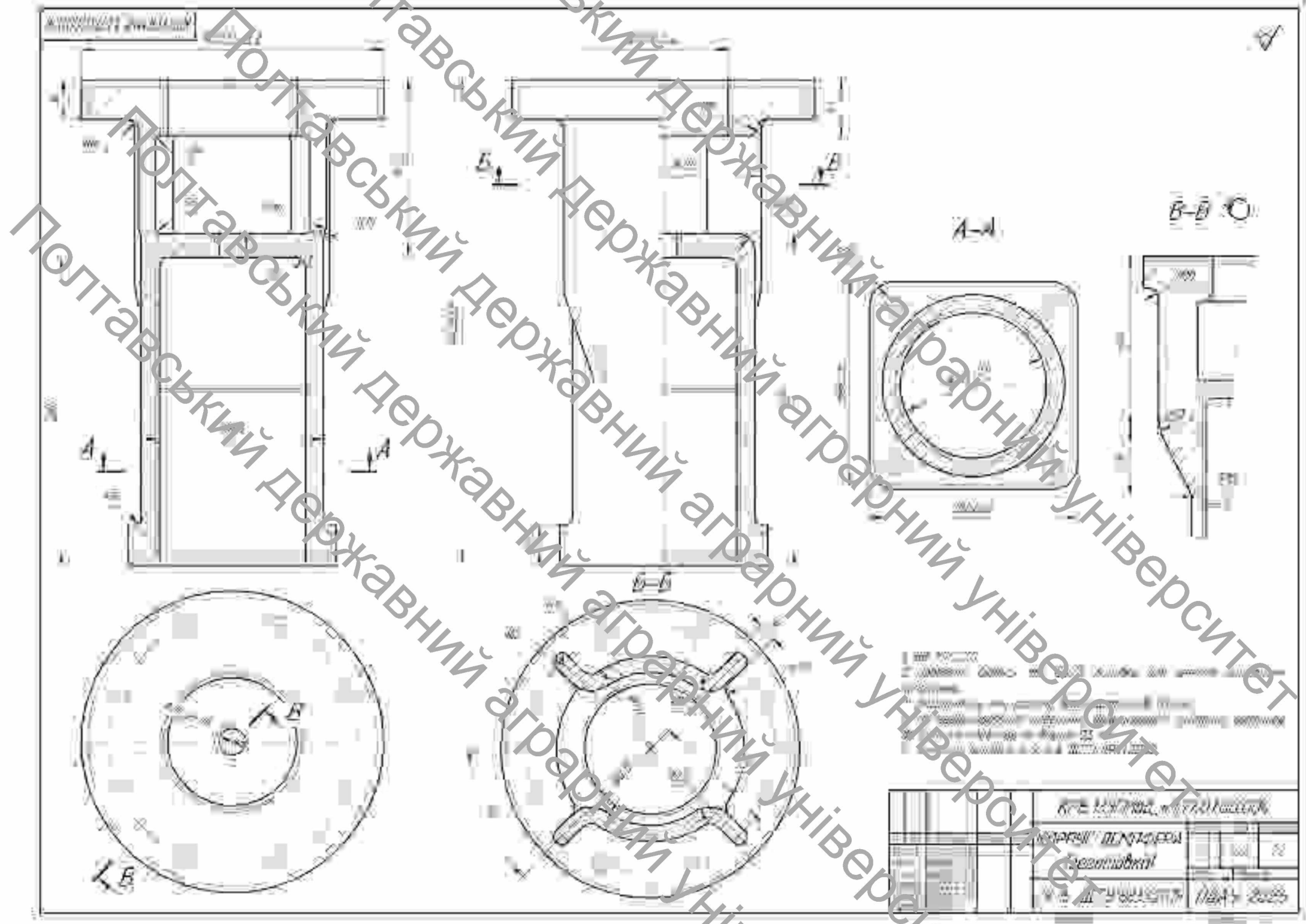
50. Ярецька В.М. Охорона праці в галузі: навч. посіб. Київ: Професіонал, 2004. 288 с.

					КРБ.133ГМбд_41.17.01.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Полтавський державний аграрний університет



Технічний рисунок	
№	1
Назва	Вікно
Масштаб	1:1
Дата	2024



Технічний рисунок  
Деталі машини  
Лист 1 з 1  
Масштаб 1:1  
Відомості про виконавця  
Відомості про виконавця  
Відомості про виконавця

№ з/к	№ з/к	№ з/к	№ з/к
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100

Львівський державний аграрний університет

