

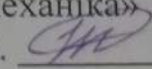
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

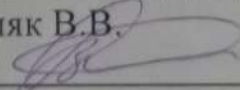
Виготовлення вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії» в умовах
малого підприємства
08-26.МКР.02.00.00.000.ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, групи
1ПМ-20м спеціальності 131 –

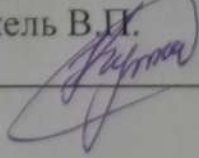
«Прикладна механіка»

Жигаров К.Ю. 

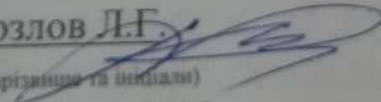
Керівник: к.т.н., доцент

Савуляк В.В. 

Опонент: к.т.н., доцент

Кужель В.П. 

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ТАМ

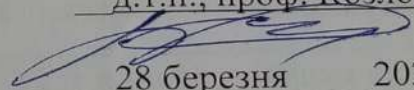
д.т.н., проф. Козлов Д.Г. 

(прізвище та ініціали)

« 10 » 06 2022 р.

Вінницький національний технічний університет
 Факультет Машинобудування та транспорту
 Кафедра Технологій та автоматизації машинобудування
 Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
 Галузь знань – 13-Механічна інженерія
 Спеціальність – 131 – Прикладна механіка
 Освітньо-професійна програма – Технології машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри ТАМ
 д.т.н., проф. Козлов Л.Г.


 28 березня 2022 року

**ЗАВДАННЯ
 НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Жигаров Костянтин Юрійович
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема магістерської кваліфікаційної роботи (МКР): Виготовлення вузла "Гідроциліндр двосторонньої дії" в умовах малого підприємства
 керівник МКР доц., к.т.н. Савуляк В.В.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ВНТУ від "24" березня 2022 року №65

2. Строк подання студентом МКР: 17 червня 2022 року

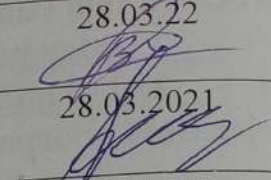
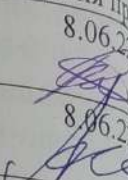
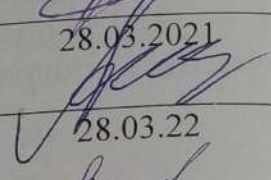
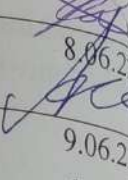
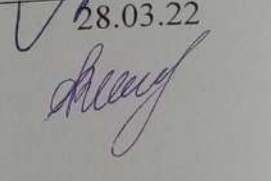
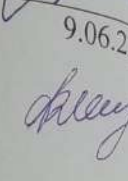
3. Вихідні дані до МКР: складальне креслення вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії», деталювання вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії», програма випуску деталі N = 14000

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Складальне виробництво вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»; 2. Технології виготовлення деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»; 3. Вплив геометричних параметрів деталі «Гільза» вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії» на металоємність і форму; 4. Економічна частина; 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік ілюстративного матеріалу:

1. Складальне креслення вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»; 2. Креслення деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»; 3. Маршрути механічної обробки деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»; 4. Заготовки деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»; 5. Вплив параметрів інструменту на шорсткість поверхні деталі «Гільза»; 6. Схема розташування обладнання на малому підприємстві; 7. Техніко-економічні показники виготовлення вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії».

6. Консультанти розділів МКР

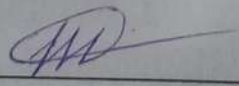
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Савуляк В.В. доцент кафедри ТАМ	28.03.22 	8.06.22 
Економічна частина	К.т.н., проф. Лесько О.Й.	28.03.2021 	8.06.22 
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	К.т.н., доц. Віштак І.В.	28.03.22 	9.06.22 

7. Дата видачі завдання « 28 » березня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

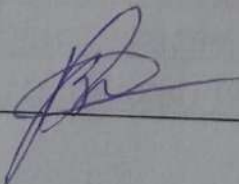
№ з/п	Назва етапів МКР	Строк виконання етапів МКР	Примітка
1	Визначення об'єкту та предмету дослідження	12.04.2022	
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	19.04.2022	
3	Техніко-економічне обґрунтування методів досліджень	29.04.2022	
4	Розв'язання поставлених задач	8.06.2022	
5	Формулювання висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	8.06.2022	
6	Виконання розділу «Економічна частина»	8.06.2022	
7	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	9.06.2022	
8	Попередній захист МКР	10.06.2022	
9	Перевірка роботи на плагіат	14.06.2022	
10	Нормоконтроль МКР	14.06.2022	
11	Рецензування МКР	16.06.2022	
12	Захист МКР	21.06.2022	

Студент



Жигаров К.Ю.

Керівник МКР



Савуляк В.В.

АНОТАЦІЯ
 АБСТРАКТ
 ВСТУП
 РОЗДІЛ 1
 ДВОСТОРОННІ
 1.1. Аналіз
 двосторонній
 1.2. Розр
 1.3. Обла
 1.4. Норм
 РОЗДІЛ
 «ГІДРО
 2.1. Тип
 двостор
 2.2. Виг
 дії»
 2.3. Ро
 «Гідро
 2.4. Ви
 двостор
 2.5. Ви
 РОЗДІЛ
 НА Ш
 ПЛАН
 3.1. Во
 3.2. М
 3.3. Ре
 РОЗД
 4.1. О

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	6
ABSTRACT	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. СКЛАДАЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО ВУЗЛА «ГІДРОЦИЛІНДР ДВОСТОРОННЬОЇ ДІЇ»	11
1.1. Аналіз конструкції і технологічності вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»	11
1.2. Розробка технології складання вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»	15
1.3. Обладнання для складальних операцій	19
1.4. Нормування часу на складальні операції	21
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ВУЗЛА «ГІДРОЦИЛІНДР ДВОСТОРОННЬОЇ ДІЇ»	25
2.1. Типові технології виготовлення основних деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»	25
2.2. Виготовлення заготовок для деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»	30
2.3. Розробка маршрутів механічної обробки для деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»	35
2.4. Визначення норм часу на обробку деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»	43
2.5. Визначення приведеної програми та показників підприємства	45
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ ПРОЦЕСУ РОЗТОЧУВАННЯ НА ШОРСТКІСТЬ ПОВЕРХНІ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ	56
3.1. Встановлення граничних значень та нульового рівня факторів	56
3.2. Матриця планування експерименту	58
3.3. Результати імітаційного дослідження	58
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	62
4.1. Оцінювання експертами потенціалу виготовлення вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»	62

4.2. Розрахунок кошторису капітальних витрат на розробку технологічного процесу виготовлення вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»	5 69
4.3. Розрахунок виробничої собівартості одиниці продукції	74
4.4. Розрахунок терміну окупності капітальних вкладень	78
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	80
5.1. Аналіз умов праці на робочому місці	80
5.2. Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	81
5.3. Організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи	86
5.4. Пожежна безпека	87
5.5. Безпека в надзвичайних ситуаціях	89
ВИСНОВКИ	93
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	94
ДОДАТКИ	96

АНОТАЦІЯ

В магістерській кваліфікаційній роботі розроблено технологію виготовлення та складання вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії» та запропоновано рекомендації щодо підбору геометричних параметрів деталей для забезпечення економії та відсутності протікань.

В роботі виконаний аналіз технологічності конструкції вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії» та складових деталей, розроблено технологічні процеси їх виготовлення з урахуванням розмірів виробництва та мінімізації потрібного обладнання та площ. Отримано залежність деформації стінки деталі "Гільза" від товщини стінки.

Проведені економічні розрахунки та було визначено та розраховано кошторис капітальних витрат на організацію виготовлення вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії», а також оцінено економічну ефективність інноваційного рішення.

У графічній частині представлено складальне креслення вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії», робочі креслення деталей, заготовок, маршрутів механічної обробки деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії», схема складання вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії», графічні залежності отримані в результаті чисельних експериментів.

ABSTRACT

In the master's qualification work the technology of manufacturing and assembly of the "Double-acting hydraulic cylinder" unit is developed and recommendations on selection of geometrical parameters of details for maintenance of economy and absence of leaks are offered.

The analysis of the manufacturability of the "Double-acting hydraulic cylinder" unit and its components is performed, the technological processes of their production are developed taking into account the production sizes and minimization of the required equipment and areas. The dependence of the wall deformation of the "Sleeve" part on the wall thickness is obtained.

Economic calculations were made and an estimate of capital expenditures for the organization of the production of the "Double-acting hydraulic cylinder" was determined, as well as the economic efficiency of the innovative solution was assessed.

The graphic part presents the assembly drawing of the unit "Double-acting hydraulic cylinder", working drawings of parts, workpieces, routes of machining of parts of the unit "Double-acting hydraulic cylinder", the scheme of assembly of the unit "Double-acting hydraulic cylinder", graphical dependences obtained as a result of numerical experiments.

ВСТУП

Зміна попиту та конкуренція змушує невеликі підприємства розширювати та оновлювати асортимент продукції, що випускається. Найбільш економічно вигідним є виробництво високотехнологічних виробів з високою доданою вартістю. Як правило, в машинобудуванні такими виробами є вузли, складальні одиниці, комплекти, механізми чи машини. Більш складні вироби приносять вищий прибуток і разом з тим вимагають збільшення парку наявного виробничого обладнання, що призводить до зростання виробничих площ, основного та іншого персоналу і до збільшення витрат. Це, в свою чергу, значною мірою нівелює зростання прибутку від випуску більш складної продукції. Для уникнення подібної ситуації підприємства орієнтуються на створення високоефективних виробництв, з обладнанням, що сконцентроване на незначній площі та обслуговується мінімумом працівників. Таке виробництво може швидко перейти від випуску одного виду продукції, до іншого, при цьому витрати будуть мінімальними. Водночас, в умовах невеликого підприємства, за умови недостатнього фінансування, вимагається спрощення технологічних процесів та їх зведення до використання типового обладнання мінімальної кількості.

Актуальність теми

Основною метою підприємства є отримання прибутків та забезпечення потреб споживачів. В сучасних умовах цього вдається досягнути за рахунок забезпечення низького співвідношення ціна/якість продукції та високого рівня її якості для споживача. Ціна товару для споживача залежить від багатьох факторів, в тому числі і від вартості виготовлення. Підвищення привабливості товару за рахунок зменшення його вартості виготовлення можливе кількома шляхами, одним з яких є здешевлення виготовлення. Машинобудівні підприємства можуть зменшити вартість виготовлення в першу чергу за рахунок спрощення і здешевлення виготовлення заготовки, зменшення кількості обладнання та персоналу, який буде задіяний в процесі виробництва. Цей метод передбачає уніфікацію і спрощення способів виготовлення заготовки та обробки деталей. При цьому виробник має обрати один з двох підходів - універсальне

обладнання або високопродуктивне. Також при проектуванні виробництва потрібно розділяти деталі на ті, що можуть бути виготовлені на місці і такі, що будуть закуповуватись. В результаті з'являється багатоваріантна задача розв'язання якої дозволяє досягнути суттєвого економічного ефекту, що свідчить про актуальність вибраної теми дослідження.

Метою роботи визначення можливості організації виробництва вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії» в умовах малого підприємства.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

1. сформулювати технологію складання вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»;

2. розробити маршрути механічної обробки деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»;

3. провести нормування витрат часу для складального та механообробного виробництв;

4. визначити необхідну кількість обладнання, працівників та площ для забезпечення діяльності малого підприємства;

5. встановити взаємозв'язок між геометричними параметрами процесу точіння та шорсткістю поверхні, яка досягається

6. визначити економічну доцільність виготовлення вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії» в умовах малого підприємства.

Об'єкт дослідження: технологічні процеси виготовлення вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії».

Предмет дослідження: маршрути механічної обробки та складання деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії».

Методи дослідження. Теоретичні дослідження маршрутних технологій виконані за допомогою емпіричних моделей, а дослідження шорсткості поверхні під час виготовлення деталі «Гільза» здійснено на основі методики регресійного повнофакторного експерименту.

Наукова новизна одержаних результатів: За допомогою повного трифакторного експерименту отримала подальший розвиток математична модель залежності шорсткості обробленої діаметральної поверхні деталі «Гільза» вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії» при точінні на токарному

верстаті від таких факторів процесу різання як швидкість різання, подача та глибини різання.

Практичне значення одержаних результатів полягає в встановленні можливості організації виробництва вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії» на малому підприємстві. При цьому запропоновані такі нові рішення:

- обґрунтовано вибір заготовок деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»;
- розроблено технологічні процеси механічної обробки деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії», а економічні розрахунки підтвердили доцільність впровадження удосконаленого технологічного процесу;
- за допомогою математичного планування експерименту встановлено вплив режимів процесу різання (радіуса вершини різця, подачі та глибини різання) на шорсткість обробленої діаметральної поверхні деталі «Гільза» при точінні на токарному верстаті.

Особистий внесок здобувача. Основні результати дослідження були отримані самостійно автором. Мета та завдання дослідження узгоджені з науковим керівником.

Апробація результатів. Основні матеріали роботи доповідались на регіональній науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників в науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області.

Публікації. Матеріали магістерської кваліфікаційної роботи були опубліковані в тезах доповідей науково технічної інтернет-конференції ВНТУ [1].

1 СКЛАДАЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО ВУЗЛА «ГІДРОЦИЛІНДР ДВОСТОРОННЬОЇ ДІЇ»

1.1 Аналіз конструкції і технологічності вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»

Вузол «Гідроциліндр двосторонньої дії» (рис.1.1) призначений для перетворення енергії стисненої рідини в зворотно-поступальний рух штока.

Поставлені завдання вирішуються за рахунок конструкції вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії», а також його геометричними характеристиками.

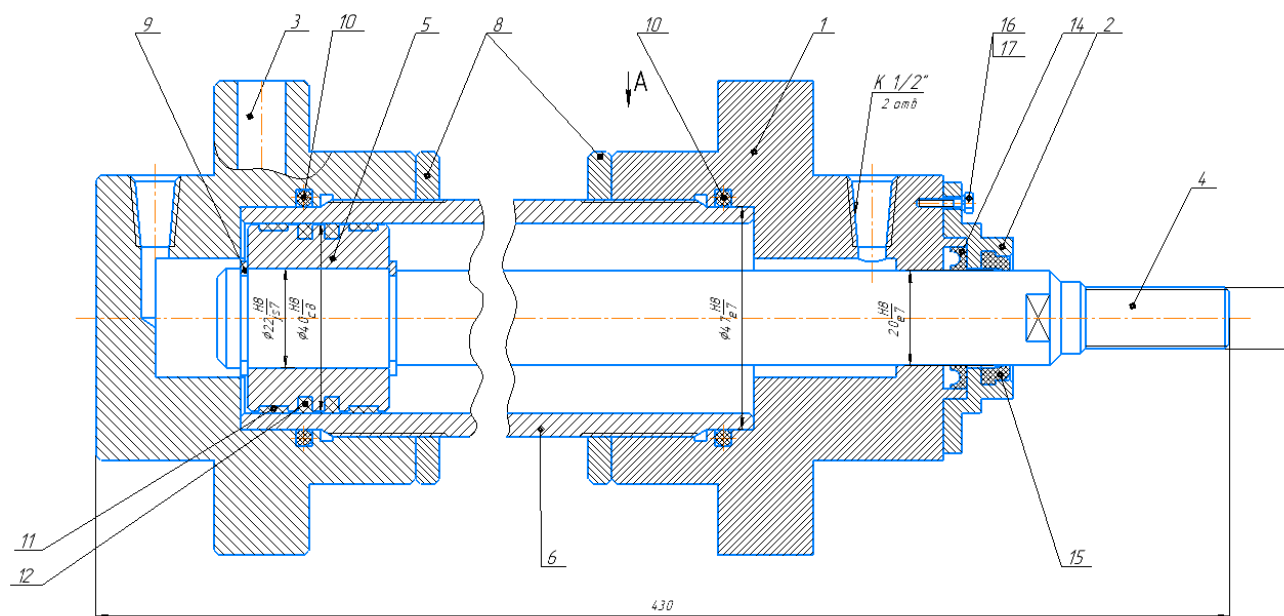


Рисунок 1.1 – Гідроциліндр двосторонньої дії

Вузол «Гідроциліндр двосторонньої дії» складається з наступних основних частин: 1 – кришка передня основна; 2 – кришка задня; 3 – кришка гідроциліндра; 4 – шток; 5 – поршень; 6 – гільза.

В цілому, конструкція вузла не містить зайвих елементів, а також складних у виготовленні та складанні деталей і складальних одиниць. Для більш повної оцінки технологічності конструкції проведемо якісний і

кількісний аналіз конструкції.

Якісна характеристика технологічності конструкції має містити аналіз наступних елементів:

- 1) наявність базової деталі;
- 2) наявність надійних установчих поверхонь;
- 3) зручність виконання складальних з'єднань і контролю складальних операцій;
- 4) наявність у виробі складальних одиниць ;
- 5) можливість застосування простих технічних засобів механізації і автоматизації збирання ;
- 6) необхідність перебазування виробу в процесі складання.

Відповідно до зазначених пунктів проаналізуємо технологічність конструкції:

1) в якості базової деталі, для складання вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії» доцільно використовувати деталь «Гільза», яка має найбільш розвинені поверхні;

2) в якості установчих поверхонь гідроциліндра можуть бути використані поверхні деталей «Кришка передня основна» і «Кришка задня»;

3) складальні операції, в процесі виготовлення гідроциліндра, для всіх деталей виконуються вздовж однієї осі, що значно спрощує складання. Що стосується контрольних операцій, то вони здійснюються на гідравлічному стенді оснащеному гідронасосом, розподільником, запобіжним клапаном, фільтрами та системою керування. За допомогою цього стенда контроль якості виготовлення і складання вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії» відбувається в напівавтоматичному режимі.

4) у виробі присутні декілька складальних одиниць різної складності, що дозволяє організувати вузлове складання;

5) для підвищення рівня механізації збирання можна застосовувати ручний слюсарний інструмент;

6) необхідності перебазування виробу під час кінцевого складання немає,

що спрощує процес.

Таким чином, виріб за якісними ознаками слід віднести до технологічних, які піддаються механізації та автоматизації складальних робіт.

Для оцінки кількісних показників технологічності виробу скористаємось рекомендаціями [2] та наведемо їх в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Кількісні показники технологічності виробу

Назва коефіцієнта K_i	Позначення і розрахункова формула	Параметри формул	λ_{i0}	
			одиничне	серійне
Коефіцієнт числа деталей	$K_{\text{чд}} = e^{-0,006n}$	n – загальна кількість деталей і складальних одиниць у виробі	0,2	0,15
Коефіцієнт повторюваності	$K_{\text{пов}} = 1 - Q / n$	Q - кількість найменувань деталей і складальних одиниць у виробі	0,2	0,1
Коефіцієнт механізації	$K_{\text{мех}} = n_{\text{мех}} / n$	$n_{\text{мех}}$ - кількість деталей, які можна встановити зі застосуванням засобів механізації	0,1	0,2
Коефіцієнт взаємозамінності	$K_{\text{вз}} = n_{\text{вз}} / n$	$n_{\text{вз}}$ - кількість з'єднань, які виконуються по методу повної взаємозамінності	0,15	0,2
Коефіцієнт уніфікації і стандартизації	$K_y = n_y / n$	n_y - кількість стандартних та уніфікованих деталей	0,1	0,15
Коефіцієнт числа	$K_v = 1 - V_i / n$	V_i – кількість напрямків	0,2	0,1

напрямоків		складальних рухів		
Коефіцієнт збірності	$K_{зб} = O / Q$	O - кількість складальних одиниць у виробі	0,05	0,1

Результати розрахунків показника технологічності за таблицею 1.1 представимо у вигляді таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Зведена таблиця кількісних показників технологічності вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»

Назва коефіцієнта K_i	Числове значення показника технологічності	Ваговий коефіцієнт λ_{i0} для серійного виробництва	Зведений коефіцієнт $\lambda_{i0} \cdot K_i$	Сумарний показник технологічності
Коефіцієнт числа деталей	0,85	0,15	0,127	0,615
Коефіцієнт повторюваності	0,41	0,1	0,041	
Коефіцієнт механізації	0,185	0,2	0,037	
Коефіцієнт взаємозамінності	1	0,2	0,2	
Коефіцієнт уніфікації і стандартизації	0,78	0,15	0,117	
Коефіцієнт числа напрямків	0,926	0,1	0,093	
Коефіцієнт збірності	0	0,1	0	

Оскільки сумарний показник технологічності попадає в діапазон 0,2- 0,7, то виріб вважається технологічним.

На основі проведеного якісного і кількісного аналізу технологічності вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії» можна зробити висновок, що вузол в цілому технологічний та не потребує конструктивних змін.

1.2. Розробка технології складання вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»

Відповідно до специфікації вузол не містить складальних одиниць, але для зручності процесу складання їх можуть утворювати на різних робочих місцях – так звані технологічні складальні одиниці.

Таким чином послідовність збирання гідроциліндру вбачається наступною:

1. На деталь «Гільза» нагвинчують з обох боків дві гайки шліцьові (рисунок 1.2).

2. В деталь «Кришка передня основна» встановлюють ущільнювальне кільце (рисунок 1.3) і до упору нагвинчують на деталь «Гільза» зібрану з шліцьовими гайками. Після чого, за допомогою шліцьової гайки фіксують і затягують з'єднання з метою запобігання саморозгвинчуванню і розкриттю різьового з'єднання (рисунок 1.8).

3. В деталь «Кришка» встановлюють брудознімач та манжету (рисунок 1.4).

4. На деталь «Поршень» встановлюють ущільнювальні кільця (рисунок 1.5).

5. На «Шток» встановлюють розтискне кільце та зібраний «Поршень в зборі», положення якого фіксують ще одним розтискним кільцем (рисунок 1.6).

6. В деталь «Гільза» з закріпленою «Кришкою передньою основною» і «Кришкою» встановлюють зібраний шток з поршнем і ущільненнями

(рисунок 1.8).

7. Зібрану деталь «Кришка» за допомогою гвинтів пригвинчують до збірки (рисунок 1.7).

8. З відкритої сторони зібраного вузла на зібрану групу деталей нагвинчують «Кришку задню» з встановленими ущільненнями (рисунок 1.7). Після чого її фіксують за допомогою контргайки (рисунок 1.8).

Манжети і ущільнення перед складанням змащують мастилом ЦИАТИМ-201. Схеми складання представлені на рисунках 1.2-1.8.

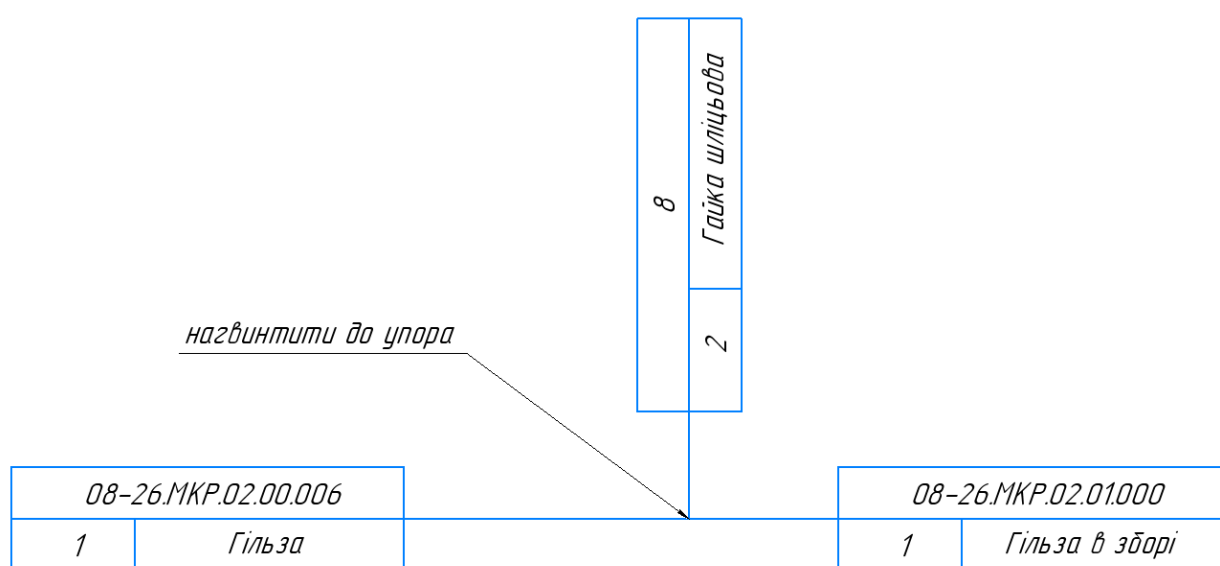


Рисунок 1.2 – Схема складання «Гільза в зборі»

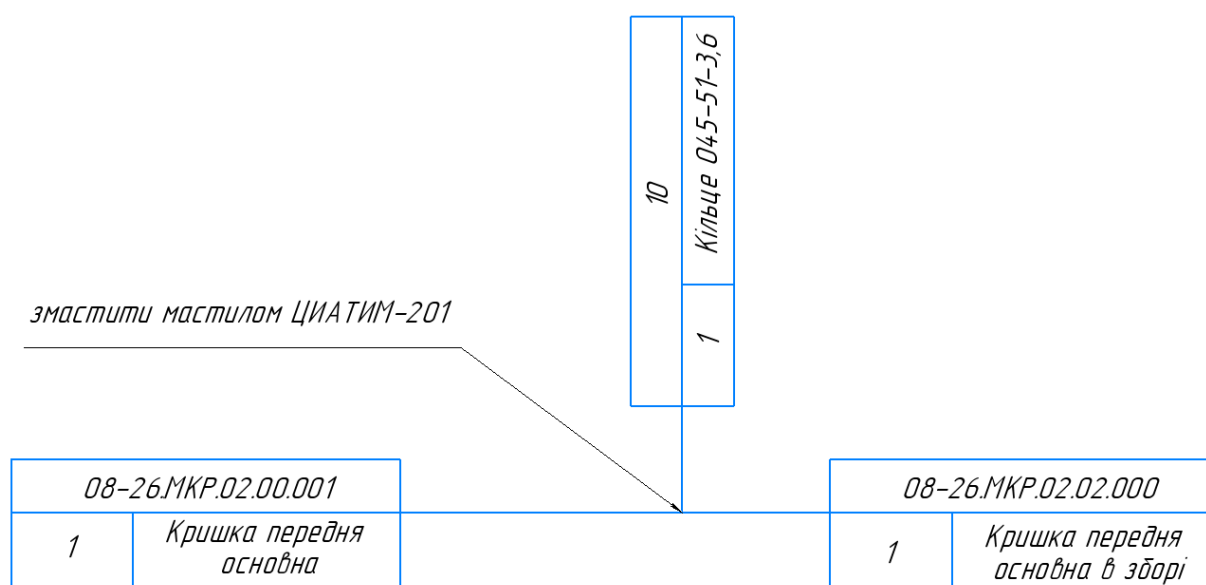


Рисунок 1.3 –Схема складання «Кришка передня основна в зборі»

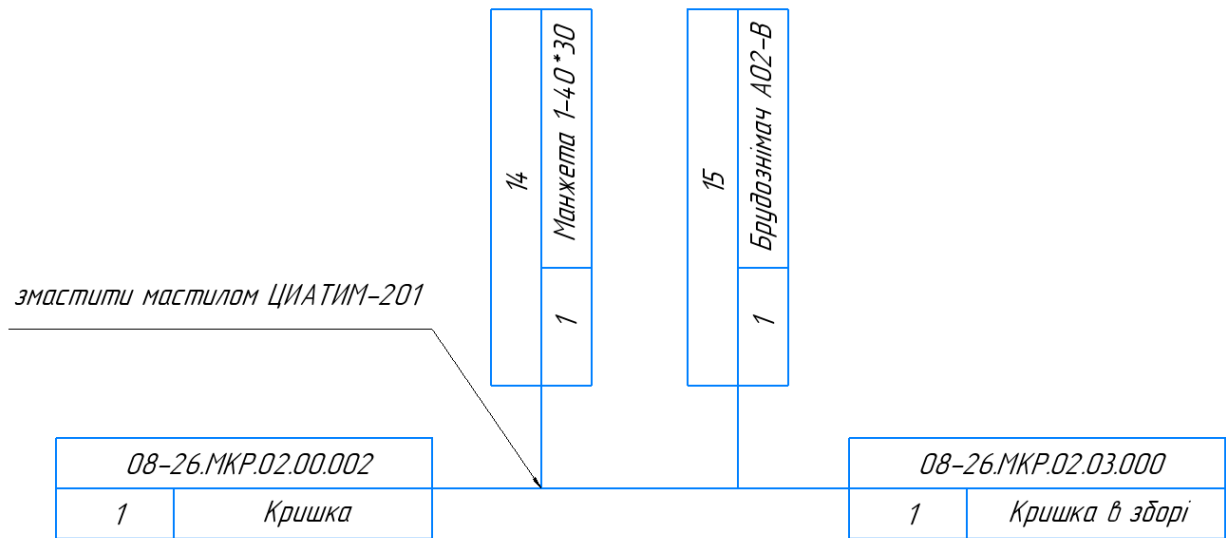


Рисунок 1.4 – Схема складання «Кришка в зборі»

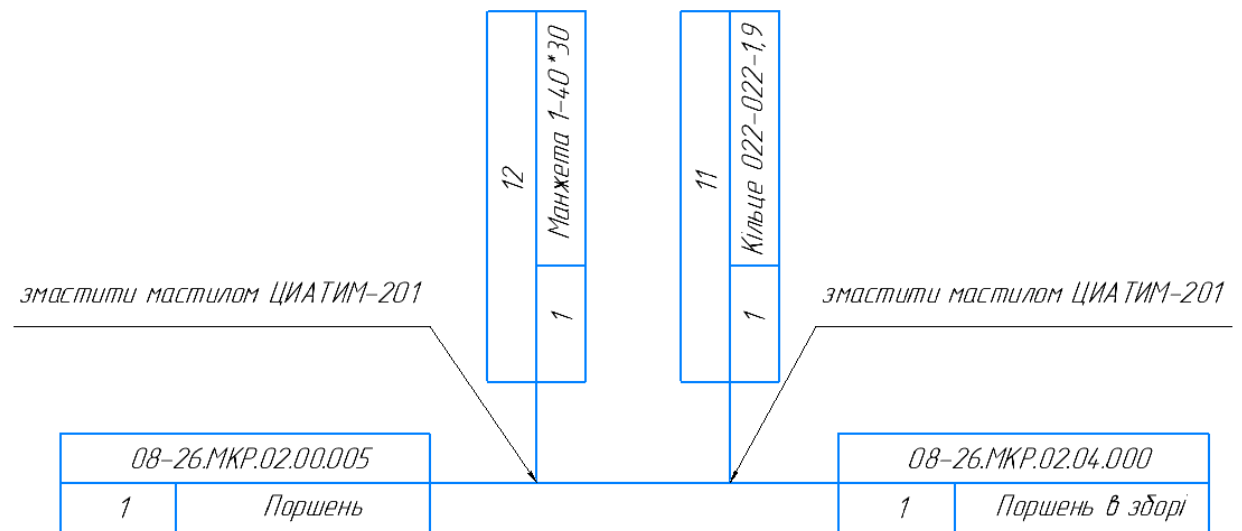


Рисунок 1.5 – Схема складання «Поршень в зборі»

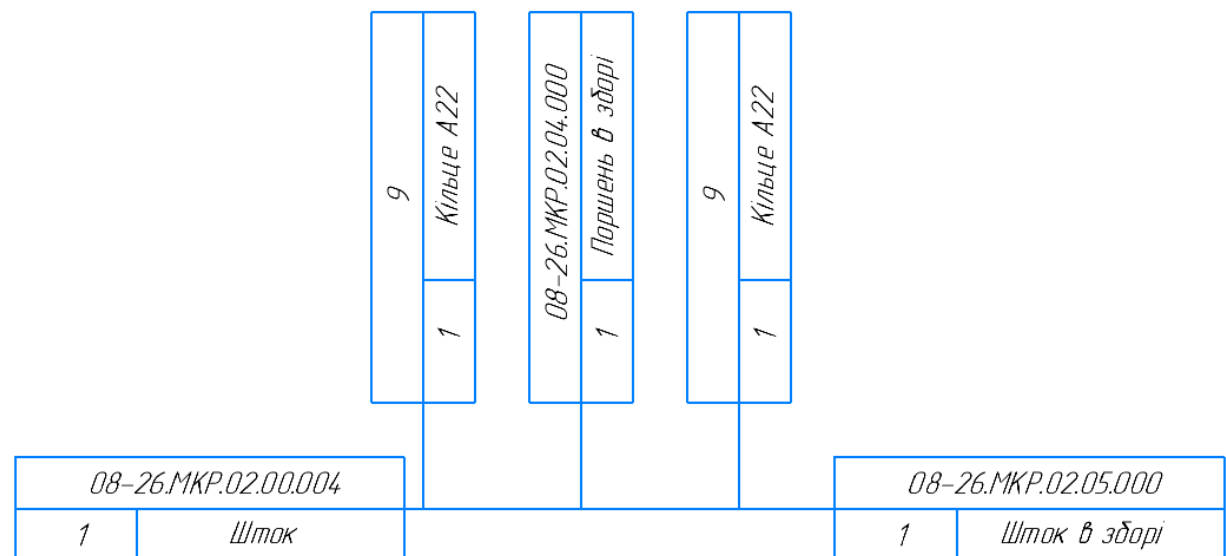


Рисунок 1.6 – Схема складання «Шток в зборі»

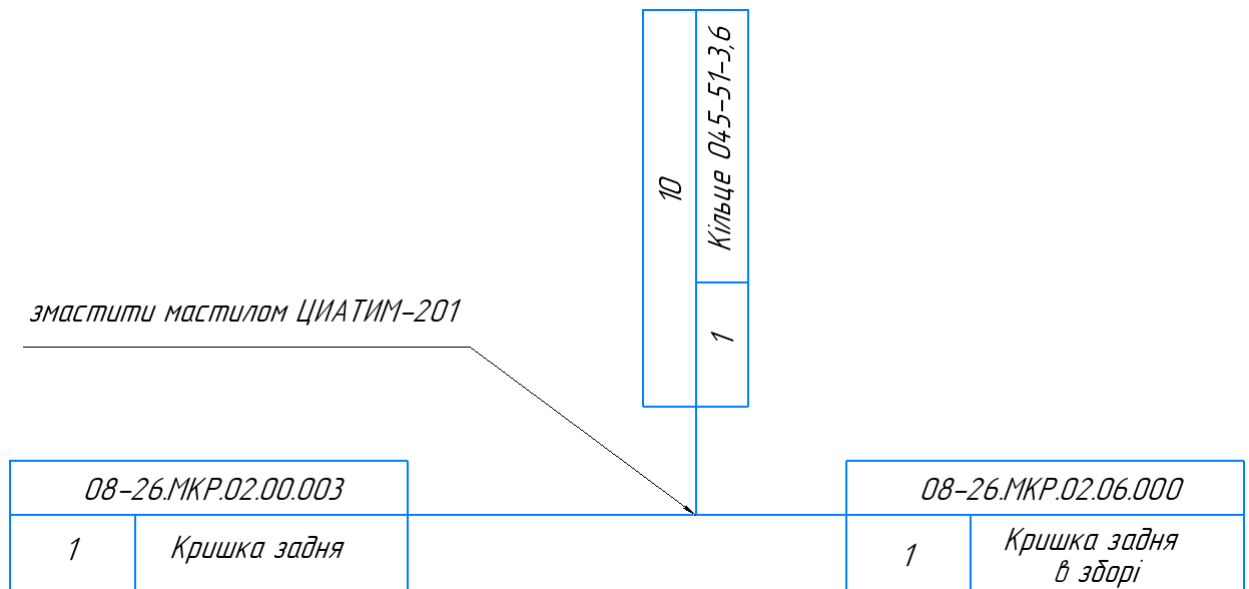


Рисунок 1.7 – Схема складання «Кришка задня в зборі»

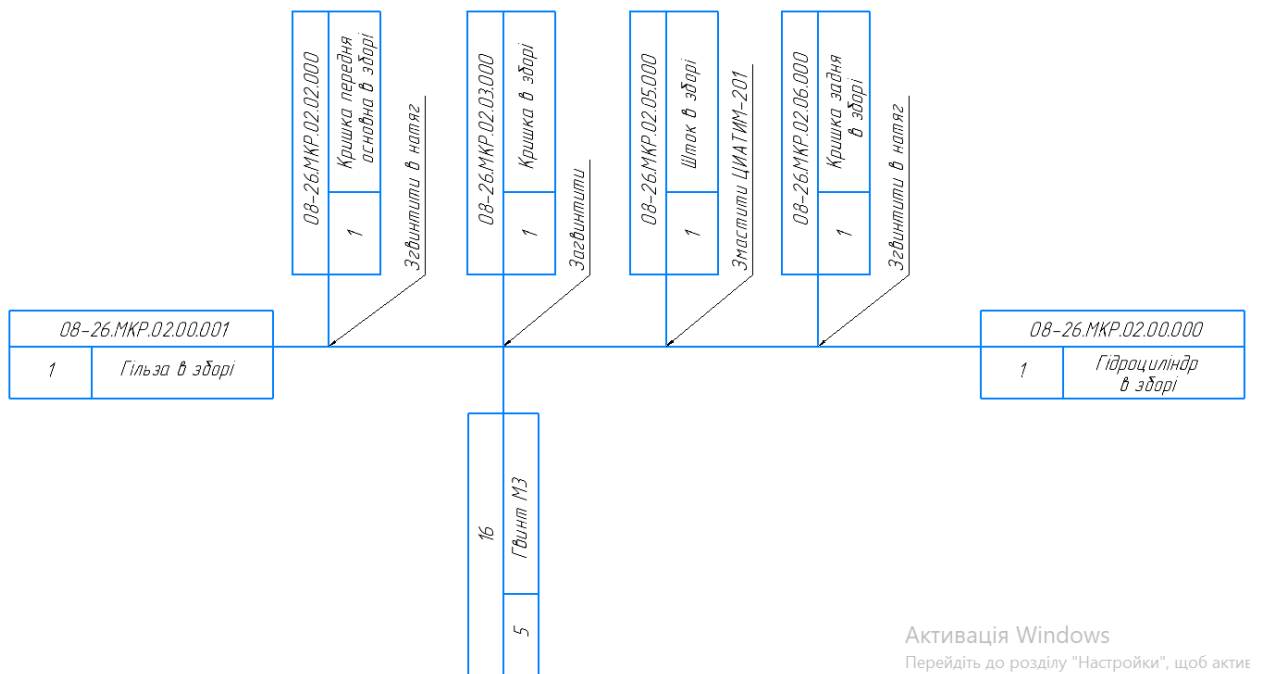


Рисунок 1.8 – Загальна схема складання вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»

1.3. Обладнання для складальних операцій

Проведення складальних операцій передбачає однозначне орієнтування елементів у просторі, їх ідентифікацію та закріплення. В умовах малого підприємства повна автоматизація складальних робіт недоцільна в зв'язку з недостатнім обсягом виробництва для використання складного обладнання.

На основі схем складання, представлених на рисунках 1.2-1.8, видно, що процес складання супроводжується операціями пригвинчування. Оскільки пригвинчування кришки відбувається лише на довжину не більше 16 мм, то, при кроці 1,5 мм, це становитиме до 10 обертів, що робить недоцільним використання пневматичних гайкокрутів. Крім того, виліт штока не дозволить використовувати стандартний пневматичний гайкокрут. В зв'язку з чим будемо застосовувати ручний інструмент для закручування передньої і задньої кришок на гільзу гідроциліндра. З тих самих міркувань для закручування шліцьових гайок на гільзу застосовуємо спеціалізований інструмент.

1.4 Розрахунок норм часу на складальні роботи

Для проведення нормування складальних робіт і визначення необхідної кількості робочих місць здійснимо опис всіх операцій і переходів відповідно до розроблених схем складання (рисунки 1.2-1.8) (таблиця 1.3).

Даний вузол містить до 30 деталей, тобто відноситься до 1 групи складності складання [1]. Для цієї групи складності підготовчо-заклучний час становить 1,5% від оперативного часу, а час на обслуговування – 2,5% від оперативного, час на відпочинок – 6% від оперативного часу.

Відповідно до маси вузла та програми випуску виробництво - середньосерійне. Поправочний коефіцієнт для середньосерійного виробництва і кількості деталей у вузлі до 30 штук становить 1,2. Поправочний коефіцієнт, який враховує умови роботи при складанні, у випадку збирання згори, на рівні грудей, дорівнює 1.

Таким чином

$$T_{шт} = \sum_1^i T_{оп} \left(1 + \frac{\alpha + \beta}{100\%} \right) \cdot K_{п} = 1,302 \cdot T_{оп} [\text{хв.}] \quad (1.1)$$

де $T_{оп}$ – оперативний час переходів окремої операції, хв; α – відсоток від

оперативного часу, який відповідає часу на обслуговування робочогомісця ($\alpha=2-3\%$); β – відсоток від оперативного часу, який відповідає часу на відпочинок та особисті потреби виконавця ($\beta=6\%$); $K_{\text{п}}$ – поправковий коефіцієнт оперативного часу, який враховує кількість прийомів, виконуваних робітником та умови складання.

Оперативний час визначається за формулою

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{o}} + T_{\text{д}}, [\text{хв}] \quad (1.2)$$

де $T_{\text{o}i}$ – основний (технологічний) час переходу, хв; $T_{\text{д}i}$ – допоміжний час переходу, хв.

Оскільки складання відбуватиметься на одному робочому місці, то деталі для складання розташовуватимуться поряд, на відстані до 2 м, а їх сумарна маса відповідає масі виробу. Тому допоміжний час на переміщення виробів до місця складання становитиме 0,09 хв.

Норми часу $T_{\text{o}i}$ та $T_{\text{д}i}$ визначаються нормативами часу на слюсарно-складальні роботи. Загальний час на складання всього вузла дорівнює

$$T_{\text{шт}}^0 = \sum T_{\text{шт}} [\text{хв}]. \quad (1.3)$$

Штучно-калькуляційний час $T_{\text{шт-к}}$ на один виріб при складанні вузла партіями визначається за формулою

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}}^0 + \frac{T_{\text{п-з}}}{n} [\text{хв}], \quad (1.4)$$

де $T_{\text{п-з}}$ – підготовчо-заклучний час; n – кількість вузлів у виробі.

Таблиця 1.3 – Нормування складальних операцій

Зміст переходу, операції	Основний час, хв	Операційний, хв	Підготовчо-заключний, хв.	Штучний час, хв
Шток в зборі				
1. Встановити і закріпити деталь «Шток»	0,28			
2. Надіти 1 кільце розтискне 9	0,08	0,6	0,18	0,78
3. Надіти «Поршень в зборі»	0,05			
4. Надіти 1 кільце розтискне 9	0,08			
Поршень в зборі				
1. Встановити і закріпити деталь «Поршень»	0,18			
2. Надіти 2 кільця ущільнювальних 11	0,15	0,52	0,16	0,68
3. Надіти 2 ущільнення 12	0,1			
Кришка в зборі				
1. Встановити і закріпити деталь «Кришка»	0,15			
2. Надіти брудознімач 15	0,06	0,36	0,11	0,47
3. Надіти манжету 14.	0,06			
Кришка основна передня в зборі				
1. Встановити і закріпити деталь «Кришка передня основна»	0,2	0,37	0,11	0,48
2. Надіти 1 кільце 10.	0,08			
Кришка задня в зборі				
1. Встановити і закріпити деталь «Кришка задня»	0,19	0,36	0,11	0,47
2. Надіти кільце 10.	0,08			
Гільза в зборі				
1. Встановити і закріпити деталь «Гільза»	0,18	0,42	0,13	0,55
2. Нагвинтити 2 шліцьові гайки 8	0,15			

Продовження таблиці 1.3

Зміст переходу, операції	Основний час, хв	Операційний, хв	Підготовчо-заключний, хв.	Штучний час, хв
Гідроциліндр двосторонньої дії				
1. Встановити і закріпити «Гільза в зборі»	0,32			
2. Загвинтити «Кришка передня основна в зборі»	0,19			
3. Встановити "Кришка в зборі"	0,15			
4. Загвинтити 5 гвинтів 16	0,79	1,96	0,6	2,56
5. Встановити «Шток в зборі»	0,12			
6. Загвинтити «Кришка задня в зборі»	0,19			
7. Затягнути 2 шліцьові гайки 8	0,11			

Таким чином штучно-калькуляційний час на збирання вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії» становитиме:

$$T_{\text{шт-к}} = (0,78 + 0,68 + 0,47 + 0,48 + 0,47 + 0,55 + 2,56) + 1,4/6 = 6,22 \text{ (хв)}.$$

Кількість робітників-складальників цеху може бути підрахована в залежності від трудомісткості за формулою:

$$P = N \cdot T_{\text{шт-к}} / (\Phi_v \cdot K_M) \quad (1.5)$$

де Φ_v – ефективний річний фонд роботи складальника, год (1820 год.).

Тоді, кількість робітників-складальників становитиме:

$$P = N \cdot T_{\text{шт-к}} / (\Phi_v \cdot K_M) = 14000 \cdot 6,22 / (60 \cdot 1820) = 0,8 \text{ (чол.)}$$

Приймемо 1 складальника для забезпечення необхідного випуску продукції з урахуванням можливого випуску інших подібних виробів.

2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ВУЗЛА «ГІДРОЦИЛІНДР ДВУСТОРОННЬОЇ ДІЇ»

Під час проектування заготівельного виробництва і дільниці механічної обробки необхідно забезпечити уніфікацію видів заготовок, способів їх отримання та механообробного обладнання. Для цього почнемо проектування технології виготовлення з найбільш складних у виготовленні деталей - «Шток», «Гільза», «Кришка», «Поршень» після чого, використовуючи застосоване обладнання розроблятимемо технології виготовлення решти деталей.

Розглянемо типові технологічні процеси, деталей типу «Вал» (деталь «Шток»), «Стакан» (деталь «Гільза»), «Втулка» (деталі «Поршень»). Деталі «Кришка», «Кришка передня основна», «Кришка задня» доцільно не виготовляти на нашому підприємстві, оскільки вони мають складну форму, виготовляються із заготовок отриманих сірого чавуну литтям, що вимагає енергозатратного і специфічного обладнання.

2.1 Типові технології виготовлення основних деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»

2.1.1 Типовий технологічний процес виготовлення деталі типу «Вал»

В серійному виробництві економічно доцільним може виявитися використання універсальних токарних верстатів з програмним керуванням 16K20Ф3. Такі верстати допускають обробку по автоматичному циклу, що полегшує багатOVERстатне обслуговування, дає можливість проводити швидко і просто переналадку при обробці ступінчастих валів різних розмірів по розробленій завчасно програмі. При обробці довгих валів, з довжиною більшою за десять діаметрів, використовують лонети. Як альтернатива застосовують почергову обробку двох частин валу з затисканням в

трикулачковому патроні і підтисканні заднім центром.

Схема типового технологічного процесу виготовлення деталей типу «Вал» наведена в таблиці 2.1 [3].

Таблиця 2.1 – Технологічна схема виготовлення деталей типу «Вал»

№ опер.	Назва і короткий зміст операції, технологічні бази	Верстат
1	2	3
005	<u>Фрезерно-центрувальна</u> Фрезерування торців валу і свердління центрових отворів з двох сторін. Технологічна база – зовнішні поверхні двох шийок.	Фрезерно-центрувальний напівавтомат
010	<u>Токарна</u> Точіння поверхонь шийок валу з одної сторони і підрізання торцевих поверхонь ступенів валу. Технологічна база – центрові отвори валу.	Токарний багатопиндельний чи багатопиндельний багатопиндельний напівавтомат
015	<u>Токарна</u> Точіння поверхонь шийок валу з іншої сторони, а також підрізання оброблюваних шийок валу. Технологічна база – центрові отвори валу.	Токарний багатопиндельний чи багатопиндельний напівавтомат
020	<u>Токарна</u> Точіння поверхонь шийок валу під шліфування і кінцева підрізання торців ступенів валу. Технологічна база – центрові отвори валу.	Токарний багаторізецький, гідрокопіювальний багатопиндельний
025	<u>Токарна</u> Точіння поверхонь шийок валу з припуском під шліфування і кінцева підрізання ступенів валу з іншої сторони. Технологічна база – центрові отвори валу.	Токарний багаторізецький, гідрокопіювальний багатопиндельний
030	Проміжний контроль.	
035	Термічна обробка.	
040	<u>Шліфувальна</u> Попереднє шліфування шийок валу в залежності від вимог креслення по якості поверхонь і точності обробки. Технологічна база – центрові отвори.	Круглошліфувальний напівавтомат

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
045	<u>Шліфувальна</u> Кінцеве шліфування поверхонь шийок валу відповідно до розмірів на робочому кресленні і шорсткостей поверхонь. Технологічна база – центрові отвори.	Круглошліфувальний напівавтомат
050	Кінцевий контроль.	

Таким чином, для деталей типу «Вал» великої довжини застосовують люнети, як підтримуючі елементи, а також різноманітні токарні та шліфувальні верстати.

2.1.2 Типовий технологічний процес виготовлення деталі типу «Стакан»

Типовий маршрут механічної обробки деталі типу «Стакан» представлений в таблиці 2.2 [3].

Таблиця 2.2 – Маршрут механічної обробки деталі типу «Стакан»

№ операції	Найменування операції, і зміст технологічних переходів	Тип і модель верстата
1	2	3
005	Токарна з ЧПК Точити торець $\varnothing 100/\varnothing 70$ однократно. Точити поверхню $\varnothing 100h14$. Точити торець $\varnothing 100/\varnothing 80$ однократно. Точити поверхню $\varnothing 80h11$ однократно. Точити поверхню $\varnothing 70h11$ на довжину 58 мм однократно. Розточити отвір $\varnothing 70H7$ до $\varnothing 68,35H12$ на довжину 15 мм. Розточити отвір $\varnothing 40H7$ до $\varnothing 38,55H12$ на довжину 20 мм.	Токарно-револьверний з ЧПК 1В340Ф30

Продовження таблиці 2.2

1	2	3
005	<p>Розточити отвір $\varnothing 70H7$ до $\varnothing 69,65H10$ на довжину 15 мм</p> <p>Розточити отвір $\varnothing 40H7$ до $\varnothing 39,65H10$ на довжину 20 мм.</p> <p>Розточити канавку на поверхні $\varnothing 70H7$.</p> <p>Розточити фаску $\varnothing 70H7 1,6 \times 45^\circ$.</p>	
010	<p>Токарна з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Точити торець $\varnothing 50/\varnothing 40H7$ однократно. 2. Точити торець $\varnothing 70h7/\varnothing 50$ в розмір 7 мм. 3. Точити торець $\varnothing 100/\varnothing 70h7$ однократно. 4. Точити поверхню $\varnothing 50h14$ однократно. 5. Точити поверхню $\varnothing 70h7$ до $\varnothing 71,65h12$. 6. Точити поверхню $\varnothing 70h7$ до $\varnothing 70,35h10$. 7. Точити поверхню $\varnothing 70,35h10$ остаточно. 8. Точити канавку на поверхні $\varnothing 70h7$. 9. Розточити отвір $\varnothing 40H7$ до $\varnothing 38,55H12$ на довжину 30 мм. 10. Розточити отвір $\varnothing 40H7$ до $\varnothing 39,65H10$ на довжину 30 мм. 11. Розточити виточку $\varnothing 41$ мм на довжину 60. 	Токарно-револьверний з ЧПК 1В340Ф30
015	Контрольна	-
020	<p>Свердлильна програмна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зацентрувати 4 отвори з виконанням фаски $1 \times 45^\circ$. 2. Свердлити 4 отвори $\varnothing 8H14$. 	Вертикально-свердлильний з ЧПК 2P135Ф2
025	<p>Свердлильна з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зацентрувати 4 отвори з виконанням фаски $1 \times 45^\circ$. 2. Свердлити 4 отвори $\varnothing 7,8$. 3. Нарізати різь М8-7Н. 	Вертикально-свердлильний з ЧПК 2P135Ф2
030	Контрольна	-

Продовження таблиці 2.2

1	2	3
035	Фрезерна 1. Фрезерувати квадрат зі стороною 76 мм на поверхні Ø100.	Вертикально- фрезерний 6P12
040	Внутрішньошліфувальна 1. Шліфувати отвір Ø70H7 до Ø69,9H9 на довжину 15 мм.	Внутрішньо- шліфувальний верстат 3M225
045	Внутрішньошліфувальна 1. Шліфувати отвір Ø40H7 до Ø39,9H9.	Внутрішньо- шліфувальний верстат 3M225
050	Внутрішньошліфувальна 1. Шліфувати отвір Ø40H7 остаточно.	Внутрішньо- шліфувальний верстат 3M225
055	Внутрішньошліфувальна 1. Шліфувати отвір Ø70H7 на довжину 15 мм остаточно.	Внутрішньо- шліфувальний верстат 3M225
060	Контрольна	-

Таким чином, для обробки деталей типу «Стакан» потрібно мати токарно-револьверні, вертикально-свердлильні та внутрішньошліфувальні верстати.

2.1.3 Типовий технологічний процес виготовлення деталі типу «Втулка»

Таблиця 2.3 – Маршрут механічної обробки деталі типу «Втулка» [3]

Операція	Зміст і найменування операції	Верстат, обладнання
1	2	3
005	Правити пруток	Прес И5526
010	Відрізати групову заготовку Ø34 в розмір 2000	Абразивно-відрізний 8Б242
015	Торцювати кінці прутка фасками під кутом 20°	Токарний ХС-151

Продовження таблиці 2.3

1	2	3
020	Центрувати торець під свердління, свердли́ти і зенкувати отвір Ø16H7 до Ø15,79 під розвертання, точити поверхню Ø28e8 до Ø28,4 під шліфування, проточити канавки $b = 3$ і $b = 4,7H12$, фаску остаточно. Відрізати деталь в розмір 40,5	Токарний автомат 1E140
025	Промити деталь	Машина для миття
030	Повісити бірку з номером деталі на тару	
035	Підрізати другий торець до розміру 40, точити і розточити фаски. Розвернути отвір Ø16H7 остаточно	Токарно-револьверний 1ПЗ40ПЦ
040	Шліфувати поверхню Ø28e8 з підшліфовкою торця остаточно	Круглошліфувальний 3M153E
045	Промити деталь	Машина для миття
050	Технічний контроль	Плита за ГОСТ 10905–75
055	Нанесення покриття	

З таблиці 2.3 слідує, що для виготовлення деталі типу «Втулка» потрібно мати токарні, токарно-револьверні та круглошліфувальні верстати.

Підсумовуючи, для виготовлення основних деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії» потрібно застосовувати: токарні, токарно-револьверні, вертикально-свердлильні, внутрішньошліфувальні та круглошліфувальні верстати. Для зменшення кількості видів обладнання необхідно розглянути можливість заміни шліфувальних операцій на токарні на верстатах високої точності [4]. Оскільки деталі мають велику довжину, то для обробки внутрішніх поверхонь можна розглянути вертикальні свердлильно-фрезерно-розточні верстати.

2.2 Виготовлення заготовок для деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»

2.2.1 Вибір заготовки для деталі «Шток» [5]

Відповідно до креслення деталі «Шток» в якості заготовки пропонується Круг В1 27 ДСТУ 4738:2007 зі сталі 45. Довжина заготовки з урахуванням ширини розрізу становить 305 мм. Стандартні довжини кругів є від 2 до 9 м. Серед них потрібно обрати таку довжину, яка дасть мінімальний залишок, а також дозволить його переміщувати без додаткового спеціального обладнання. Вага погонного метра круга діаметром 27 мм становить 4,495 кг. Для комфортної роботи працівника вага круга, яким можна безпечно маніпулювати за допомогою кран-балки становитиме до 200 кг, тобто до 40 метрів довжиною. Визначимо довжину сортаменту, яка даватиме мінімальний залишок. Результати розрахунків зведемо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахунок залишку для різних довжин круга

Довжина, м	2	3	4	5	6	7	8	9
Залишок, м	0,17	0,255	0,035	0,12	0,205	0,29	0,23	0,155

Найбільш зручним виявляється круг довжиною 4 м з якого виходить тринадцять заготовок. Для порізки на штучні заготовки доцільно скористатись відрізним верстатом.

2.2.2 Вибір заготовки для деталі «Гільза»[5]

В кресленні деталі «Гільза» в якості заготовки вказана Труба 50x6 ГОСТ 9567-75 зі сталі В20 ГОСТ 8731-74. Довжина заготовки, з урахуванням відрізання та припусків, становитиме 305 мм. Стандартна довжина труби – 6 м. Водночас можливе виготовлення труб меншої довжини по спецзамовленню, однак, враховуючи відносно невеликі обсяги замовлення, вартість таких труб буде дуже висока, тому орієнтуватимусь на труби стандартної довжини - 6 м.

З такої труби можна отримати:

$$6000/305 = 19,7 \text{ (шт.)}$$

Прийmemo, що з стандартної труби можна отримати 19 штучних заготовок.

Для порізки на штучні заготовки скористаємось відрізним верстатом.

2.2.3 Вибір заготовки для деталі «Поршень»[5]

Відповідно до креслення деталі «Поршень» в якості заготовки пропонується Круг В42 ГОСТ 2590-88 зі сталі 45. Довжина заготовки з урахуванням ширини розрізу та припусків становить 35 мм. Стандартні довжини кругів є від 2 до 9 м. Серед них потрібно обрати таку довжину, яка дасть мінімальний залишок, а також дозволить його переміщувати без додаткового спеціального обладнання. Вага погонного метра круга діаметром 42 мм становить 10,87 кг. Для комфортної роботи працівника вага круга, яким можна безпечно маніпулювати за допомогою кран-балки становитиме до 200 кг, тобто до 18 метрів довжиною. Визначимо довжину сортаменту, яка даватиме мінімальний залишок. Для круга довжиною: 2 м – кількість заготовок 57 штук, залишок 5 мм; 3 м – кількість 85 штук, залишок 25 мм; 4 м – кількість 114 штук, залишок 10 мм. Прийmemo в якості заготовки круг довжиною 2м, оскільки він відносно легкий і його легко переміщувати, та залишок мінімальний.

Для порізки на штучні заготовки доцільно скористатись відрізним верстатом.

Про програмі випуску 14000 виробів визначимо потребу в матеріалах різного сортаменту:

- круг В1 27 довжиною 4 м – 1077 шт. (4,495 кг/м);
- труба 50х6 довжиною 6м – 737 шт. (6,4 кг/м);
- круг В42 довжиною 2 м – 246 шт.(10,87 кг/м);

Загальна маса матеріалу заготовок становитиме :

$$M_{\text{заг.}} = 1077 \cdot 4 \cdot 4,495 + 737 \cdot 6 \cdot 6,4 + 246 \cdot 2 \cdot 10,87 = 53013,3 \text{ (кг)}.$$

Площа складу заготовок [4]

$$S_{\text{скл.з}} = \frac{M_{\text{заг}} \cdot t}{p \cdot q \cdot K_B} \quad (2.1)$$

де $M_{\text{заг}}$ – маса матеріалу заготовок річного об'єму випуску (т); t – середня кількість робочих днів, протягом яких матеріал і заготовки зберігаються на складі до попадання їх на обробку; p – кількість робочих днів в році; q – середнє допустиме навантаження на 1 м² корисної площі підлоги (2,5 - 3 т/м²); K_B – коефіцієнт використання площ складування (0,4-0,5). З виразу (2.1) слідує, що площа складу матеріалів становить 1,5 м², але з урахуванням габаритів заготовок приймаємо склад розмірами 1,5(м) х 6(м), тобто площею 9 м². На ньому зберігатимуть також покупні деталі.

Необхідну площу для складу готових виробів розраховують за формулою [4]:

$$S_{\text{дет}} = \frac{Q \cdot t}{p \cdot q \cdot K_B} \quad (2.2)$$

де t – кількість днів запасу готових деталей, виробів; q – норми вантажонапруженості; K_B – коефіцієнт використання площі складування (при обслуговуванні його транспортом, що рухається по підлозі складає 0,25-0,3). Відповідно до виразу (2.2) площа складу готових виробів, за умови семиденного запасу готових виробів, становить 3,6 м². Прийmemo площу складу готових виробів – 4 м².

2.3 Розробка маршрутів механічної обробки для деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»

2.3.1 Розробка маршрутної технології виготовлення деталі «Шток»

Уточнимо кількість переходів для кожної з поверхонь підвищеної точності та зведемо результати розрахунку кількості переходів і способів обробки поверхонь в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Зміст та кількість переходів для обробки поверхонь

Поверхня	Кількість переходів	Зміст переходів
Ø20g7	2	1)точіння чорнове 2)точіння напівчистове 3)точіння чистове 4)точіння тонке
Ø22js7	3	1)точіння чорнове 2)точіння напівчистове 3)точіння чистове 4)точіння тонке

Решта поверхонь обробляється по 14 квалітету і може бути отримано за 1 перехід.

Для решти деталей і поверхонь подібної точності застосовуємо такі самі способи обробки.

Вибір чистових і чорнових баз здійснюємо на основі класичного маршруту механічної обробки: чистові бази – торець та оброблені циліндричні поверхні; чорнові бази – зовнішня циліндрична поверхня та один з торців. На основі прийнятих рішень розробимо маршрут механічної обробки (таблиця 2.6).

2.3.2 Розробка маршрутної технології виготовлення деталі «Гільза»
Виготовлення деталі «Гільза», завдяки габаритним розмірам (довжина 300 мм), передбачає використання операції розточування, що вимагає застосування вартісного обладнання. Для уникнення цього, в умовах малого підприємства можна змінити тип заготівельного матеріалу з труби звичайної точності на холоднодеформовану прецизійну трубу такого ж типорозміру довжини. Це дозволить уникнути операції розточування на велику глибину і застосувати звичайний токарно-револьверний верстат. Оскільки, прийнято рішення про заміну заготовки на прецизійну, то з урахуванням цього розробимо маршрут механічної обробки деталі «Гільза» (таблиця 2.7).

2.3.3 Розробка маршрутної технології виготовлення деталі «Поршень»

Деталь «Поршень» виготовляється з круга діаметром 42 мм та містить центральний отвір. Загальна довжина деталі незначна, через що використання торцевих і циліндричних поверхонь в якості баз недоцільно. Скористаємось штучними базами – циліндричною поверхнею групової заготовки, яку висуватимемо до упора. Маршрут механічної обробки деталі «Поршень» представлений в таблиці 2.8.

2.4 Визначення норм часу на обробку деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»

Визначення штучно-калькуляційного часу, як основи для розрахунку кількості обладнання, працівників і робочих місць, може відбуватись спрощеним, детальним та довідниковим методом. При проектуванні діляниць, цехів та підприємств розрахунок норм часу можна проводити спрощеним методом. Суть методу зводиться до визначення норм часу на основі емпіричних залежностей. Зведемо результати розрахунків по кожній з деталей в таблицю 2.9 [6].

Таблиця 2.6 – Маршрут механічної обробки деталі «Шток»

№ опер	Найменування операції та зміст переходу	Схема установки деталі та ескіз обробки	Обладнання
005	<p>Токарно-револьверна з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити заготовку. 2. Підрізати торець 1 згідно ескізу. 3. Свердлити центральний отвір в поверхні 1. 4. Розвернути заготовку на 180°. 5. Підрізати торець 2 згідно ескізу. 6. Свердлити центральний отвір в поверхні 2. 7. Зняти заготовку. 		Токарно-револьверний верстат з ЧПК моделі 1В34.0Ф30
010	<p>Токарно-револьверна з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити заготовку. 2. Точити по контуру поверхні 3, 9 і 10 однократно, поверхні 5 і 7 попередньо. 3. Точити поверхні 4, 6 і 8 однократно. 4. Точити поверхні 5 і 7 попередньо. 5. Точити поверхні 5 і 7 попередньо. 6. Точити поверхні 5 і 7 остаточно згідно ескізу. 7. Нарізати різь на поверхні 10 однократно. 8. Зняти заготовку. 		Токарно-револьверний верстат з ЧПК моделі 1В34.0Ф30

Таблиця 2.7 – Маршрут механічної обробки деталі «Гільза»

№ опер	Найменування операції та зміст переходу	Схема установки деталі та ескіз обробки	Обладнання
1	2	3	4
005	<p>Токарно-револьверна з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити заготовку. 2. Підрізати торець 1 згідно ескізу. 3. Точити поверхню 2 і 3 однократно. 4. Нарізати різь 3 згідно ескізу. 5. Відрізати заготовку в розмір згідно ескізу. 		<p>Токарно-револьверний верстат з ЧПК моделі 1В34.0.Ф30</p>
010	<p>Токарно-револьверна з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити заготовку. 2. Підрізати торець 1 згідно ескізу. 3. Точити поверхню 2 і 3 однократно. 4. Нарізати різь 3 згідно ескізу. 5. Зняти деталь. 		

Таблиця 2.8 – Маршрут механічної обробки деталі "Поршень"

№ опер	Найменування операції. Зміст переходу	Схема установки деталі та ескіз обробки	Обладнання
005	<p>Токарно-револьверна з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити заготовку 2. Точити торець 1 і поверхню 2 згідно ескіза 3. Точити 2 канавки 3 і 2 канавки 4 згідно ескізу 4. Центрувати отвір 5 5. Свердлими отвір 5 однократно в розмір $\phi 20$ мм на глибину 60 мм. 6. Розточити отвір 5 в розмір $\phi 38,6^{+0,2}$ та фаску 6 згідно ескізу. 7. Відрізати деталь в розмір 74 8. Зняти деталь. 		Токарно-револьверний верстат з ЧПК моделі ІВ34.0Ф30

Таблиця 2.9 – Розрахунок норм часу для деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»

№ опер.	Зміст переходу, операції	Основний час, хв	Коефіцієнт	Штучно-калькуляційний час, хв
1	2	3	4	5
Деталь «Поршень»				
005	<p>Токарно-револьверна з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Точити торець 1 і поверхню 2 згідно ескізу. 3. Точити 2 канавки 3 і 2 канавки 4 згідно ескізу. Центрувати отвір 5. 5. Свердлими отвір 5 однократно в розмір 18 мм на глибину 30 мм. 6. Розточити отвір 5 в розмір 20H7 та фаску 6 згідно ескізу. Відрізати деталь в розмір 30 Зняти деталь. 	1,31	1,35	1,77

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5
Деталь «Гільза»				
005	Токарна з ЧПК 1. Підрізати торець 1 згідно ескізу. 2. Точити поверхню 2 і фаску 3 згідно ескізу. 3. Нарізати різь на поверхні 2. 4. Відрізати заготовку	0,22	1,35	0,29
010	Токарна з ЧПК Точити торець 4 згідно ескізу. 3. Розточити поверхню 5 в розмір 82,8, підрізати торець 6 і точити поверхню 7 згідно ескізу. Розточити поверхню 5 згідно ескізу. Точити різь 8 згідно ескізу.	1,05	1,35	1,42
Деталь «Шток»				
005	Токарна з ЧПК Підрізати торець 1 згідно ескізу. Центрувати отвір 8 однократно. 4. Точити поверхню 2 і торці 3 і 6 згідно ескізу, поверхню 4 в розмір 41,2. Точити 2 канавки 5 згідно ескізу. 6. Точити поверхню 7 поверхню однократно.	1,98	1,35	2,67
010	Токарна з ЧПК 2. Точити по контуру поверхні 8, 9 і 11 згідно ескізу. 3. Точити поверхню 12 в розмір 41,2 і поверхню 14 в розмір 53,6 з підрізанням торцю 13 згідно ескізу. 5 Нарізати різь на поверхні 9 згідно ескізу. 6. Точити поверхню 12 згідно ескізу, поверхню 14 в розмір 51,4. Точити поверхню 14 згідно ескізу.	2,3	1,35	3,1

На основі таблиці 2.9 сумарний штучно-калькуляційний час завантаження верстату 1В340Ф3 становить – 9,25 хв.

2.5 Визначення приведеної програми та показників підприємства

2.5.1 Визначення приведеної програми [7]

Відмінності по масі, серійності і складності конструкції деталі враховуються загальним коефіцієнтом приведення, що визначається за такою формулою:

$$K_{\text{пр}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (2.1)$$

де K_1 – коефіцієнт приведення по масі; K_2 – коефіцієнт приведення по серійності; K_3 – коефіцієнт приведення по складності.

$$K_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{m_i}{m_{\text{пр}}}\right)^2} \quad (2.2)$$

де m_i – маса i -ї деталі; $m_{\text{пр}}$ – маса представника.

$$K_2 = \left(\frac{N_{\text{пр}}}{N_i}\right)^\alpha \quad (2.3)$$

де $N_{\text{пр}}$ – програма випуску представника, програма випуску i -ї деталі; N_i – показник степені, що складає для середнього машинобудування 0,15, а для важкого машинобудування 0,2.

$$K_3 = \left(\frac{\bar{K}_{\text{Ti}}}{\bar{K}_{\text{т.пр.}}}\right)^{\alpha_1} \cdot \left(\frac{\bar{R}_{\text{ai}}}{\bar{R}_{\text{а.пр.}}}\right)^{\alpha_2} \quad (2.4)$$

де K_{Ti} , $K_{Tпр}$ – середнє значення точності деталі і представника; Ra_i , $Ra_{пр}$ – середнє значення шорсткості деталі і представника.

Отримані результати занесено до таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Приведена програма виробництва

Найменування деталі	Маса, кг	Програм випуску, шт	Коефіцієнт приведення по			Коефіцієнт приведення	K·N
			масі	точності	серійності		
Гідроциліндр двосторонньої дії	7	14000	1	1	1	1	14000
Гідроциліндр 1	10	1600	1,59	0,9	1,09	1,56	2495
Гідроциліндр 2	5	1400	0,8	1,05	1,41	1,56	2184
Гідроциліндр 3	7	2000	1	0,95	1,11	1,05	2109
Всього							20788

2.5.2 Визначення кількості обладнання

Кількість верстатів визначається за формулою:

$$C_p = T_{пр} / (\Phi_d \cdot m \cdot \eta) \quad (2.5)$$

де $T_{пр}$ – сумарна трудомісткість деталей, год;

$$T_{пр} = \sum T_{шт-кі} \cdot N_i \quad (2.6)$$

Φ_d – ефективний річний фонд часу роботи верстата при роботі в одну зміну, год. (для верстатів з ЧПК масою до 10 т. дійсний річний фонд часу при двозмінній роботі обладнання складає 3890 год.); η – коефіцієнт завантаження обладнання, 0,75-0,85; m – кількість робочих змін.

Оскільки обробка всіх деталей здійснюється на одному верстаті, то визначимо сумарний штучно-калькуляційний час та необхідну кількість верстатів. Сумарний штучно-калькуляційний час становить 9,25 хв. Тоді,

необхідна кількість верстатів 1В340Ф3:

$$C = \frac{9,25 \cdot 20788}{1860 \cdot 60 \cdot 0,75} = 2,3, \text{ (шт.)}.$$

Приймаємо 3 верстати для одночасної роботи, що значно спрощує організацію виробництва. Оскільки оброблятимуться 3 різні деталі переналагодження верстатів можна виконувати значно рідше.

2.5.3. Розрахунок кількості робітників на дільниці

Кількість робітників-верстатників дільниці механічного цеху може бути підрахована в залежності від трудомісткості за формулою:

$$P = N_{\text{пр}} \cdot T_{\text{шт-к}} / (\Phi_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}}) \quad (2.8)$$

де $\Phi_{\text{в}}$ – ефективний річний фонд роботи верстатника, год; $K_{\text{м}}$ – коефіцієнт багатOVERстатного обслуговування.

Для роботи на токарно-револьверному з ЧПК необхідно:

$$P = 9,25 \cdot 20788 / (60 \cdot 1840 \cdot 1) = 1,74$$

При розрахункові ефективний фонд роботи верстатника прийнятий рівним 1840год (тривалість робочої неділі – 41 год, основної відпустки – 18 днів).

Отже, для виконання заданого обсягу роботи необхідно 2 робітники.

Кількість допоміжних робітників складає 20-25% від кількості верстатників, відповідно:

$$P_{\text{др}} = (0,2 \dots 0,25) \cdot 2 = 0,4 \dots 0,5$$

Приймаємо 1 допоміжного робітника.

При середньосерійному виробництві кількість ІТР складає 24-18% від кількості верстатів, тобто:

$$P_{\text{ІТР}} = (0,18...0,24) \cdot 3 = 0,54...0,72$$

Приймаємо 1 ІТР.

Кількість службовців при серійному виробництві, та при чисельності основних робітників менше 75 чол., складає 2,2% від кількості основних робітників верстатників, отримаємо:

$$P_{\text{СКП}} = 0,022 \cdot 2 = 0,044$$

Приймаємо 1 чол.

Кількість молодшого обслуговуючого персоналу складає 2% від кількості усіх працівників, тобто:

$$P_{\text{МОП}} = 0,02 \cdot (2+1+1+1) = 0,1$$

Приймаємо 1 чол. молодшого обслуговуючого персоналу. Отримані дані занесемо до таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Відомість складу працюючих на підприємстві

Категорії працюючих	Спосіб визначення	Розрахункова кількість	Прийнята кількість
Основні робітники-верстатники			2
Допоміжні робітники	20...25%	0,4...0,5	1
ІТР	15...21%	0,54...0,72	1
СКП	2,2%	0,044	1
МОП	2%	0,1	1

Отже на ділянці механічної обробки для виготовлення вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії», має бути розміщено 3 верстати, які обслуговуються 2 основними робітниками. Крім того для забезпечення

нормальної роботи ділянки необхідно ще 4 робітники.

2.5.4 Визначення необхідних площ для виробництва вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії»

Спочатку визначимо основну виробничу площу, яка припадає на верстати. Для цього приймемо, що на кожен з верстатів з урахуванням проходів і проїздів потрібно 25 м^2 виробничої площі. Оскільки кількість основних верстатів – 3, то площа, яку вони займуть – 75 м^2 . Крім того, на виробництві потрібно передбачити місце для відрізного верстату площею 15 м^2 . Таким чином виробнича площа складає 90 м^2 .

Площа складів визначається по масі виробів, що зберігатимуться.

Сумарна вага виробів:

$$M = 7 \times 14000 + 10 \times 1600 + 5 \times 1400 + 7 \times 2000 = 135000 \text{ (кг)}.$$

Тоді площа складу готової продукції обраховуватиметься

$$S_{dem} = \frac{Q \cdot t}{p \cdot q \cdot K_B}$$

З цього виразу слідує, що площа складу готової продукції становитиме 5 м^2 .

Враховуючи раніше проведені розрахунки площа складу заготовок буде 8 м^2 . Оскільки виробництво невелике, то проміжні склади робити недоцільно.

Для всіх інших видів складів приймемо площу 10 м^2 .

Для роботи адміністративно-управлінського персоналу необхідно передбачити приміщення з площею 6 м^2 на одну людину. В адміністративно-управлінський персонал відноситься директор, інженер, бухгалтер, майстер. Фактично, приміщення для розміщення такого персоналу повинно мати площу $4 \times 6 = 24 \text{ м}^2$.

Ширина проїзду розраховується

$$A = B + 500, [\text{мм}] \quad (2.11)$$

де B - ширина вантажу, $B = 2000$ мм (габаритний розмір заготовки). Тоді:

$$A = 2000 + 500 = 2500 \text{ (мм)}.$$

Приймаємо $A_{\text{пр.}} = 2500$ мм.

Для економії місця розташуємо обладнання в лінію фронтом до проїзду, а склади та адміністративне приміщення з іншого боку. Оскільки, середня ширина верстату 4 м, до довжина ділянки становитиме $90/4 = 24$ м. Тоді, площа зайнята під проїзд буде $24 * 2,5 = 60 \text{ м}^2$.

Враховуючи, наведені вище розрахунки, загальна площа підприємства складе

$$S = 90 + 5 + 8 + 10 + 24 + 60 = 197 \text{ (м}^2\text{)}.$$

3 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ НА ШОРСТКІСТЬ ПОВЕРХНІ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

3.1. Вибір факторів

Розглядається деталь «Шток» зовнішня діаметральна поверхня якої обробляється точінням на токарному верстаті (рис. 4.1). Аналізується вплив наступних факторів: величини подачі S , глибини різання t і радіуса заокруглення при вершині різця R на шорсткість обробки діаметральної поверхні d .

Всі вибрані фактори S , t , R відповідають наступним обов'язковим вимогам: керованості, незалежності і сумісності по відношенню один до одного.

3.2. Встановлення граничних значень та нульового рівня факторів

Вибрані фактори S , t , R відповідно позначено через x_1 , x_2 , x_3 .

Перед початком досліду встановлено верхній і нижній рівні факторів.

В даному експерименті вони вибираються такими (табл. 4.1).

Таблиця 3.1 – Рівні факторів

Рівні факторів	S , мм/об	t , мм	R , мм
	x_1	x_2	x_3
Основний	0,5	2	1
Інтервал варіювання	0,25	1,5	0,5
Верхній	0,75	3,5	1.5
Нижній	0,25	0,5	0.5

Для зручності запису умов досліду і обробки експериментальних даних виконано кодування факторів, тобто переведено натуральні значення рівнів факторів в кодові безрозмірні величини за формулою

$$x_i = (x_i - x_{i0}) / \Delta x_i,$$

де x_i – кодове значення i -го фактора; x_i – натуральне значення i -го фактора; x_{i0} – початковий (основний) рівень фактора; Δx_i – інтервал варіювання i -го фактора.

Тут $x_{i \max}$ і $x_{i \min}$ – поточні значення верхнього і нижнього рівнів факторів.

Після кодування рівні факторів приймають значення -1 або $+1$.

Наприклад: верхній рівень 1-го фактора $x_1 = (0,75 - 0,5) / 0,25 = +1$; нижній рівень 1-го фактора $x_1 = (0,25 - 0,5) / 0,25 = -1$ і т.д.

Рівні факторів і їх кодові значення наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Кодові значення рівнів факторів

Рівні факторів	Кодове позначення	S , мм/об	t , мм	R , мм
		x_1	x_2	x_3
Основний	0	0,5	2	1
Інтервал варіювання	не позначається	0,25	1,5	0,5
Верхній	+	0,75	3,5	1,5
Нижній	-	0,25	0,5	0,5

Для оцінки впливу обраних факторів на параметр оптимізації і математичного опису розглядуваного процесу в якості моделі використано поліном першого ступеня

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_k x_k + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + \dots + b_{12 \dots k} x_1 x_2 \dots x_k. \quad (3.1)$$

Поліном лінійний відносно невідомих коефіцієнтів, що спрощує обробку експериментальних даних. Для трьох факторів математична модель має вигляд

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{123} x_1 x_2 x_3. \quad (3.2)$$

Кількість дослідів, необхідних для реалізації всіх можливих комбінацій рівнів факторів, визначається за залежністю $N = 2^k$, де N – число дослідів; k – число факторів; 2 – число рівнів (верхній і нижній).

3.3 Вибір матриці планування експерименту

Для проведення експерименту прийнято матрицю планування (табл. 3.3), в якій рядки відповідають різним незалежним дослідом, а стовпці – рівням факторів.

Таблиця 3.3 – Матриця планування експерименту

Номер дослідів	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$
1	+	-	-	-	+	+	+	-
2	+	+	-	-	-	-	+	+
3	+	-	+	-	-	+	-	+
4	+	+	+	-	+	-	-	-
5	+	-	-	+	+	-	-	+
6	+	+	-	+	-	+	-	-
7	+	-	+	+	-	-	+	-
8	+	+	+	+	+	+	+	+

В таблиці 3.3 наведено кодові значення факторів +1 і -1. Для спрощення записів одиниці опускаються.

В матрицю введений стовпець ефективної змінної x_0 , яка у всіх випадках приймає тільки значення «+» і використовується для розрахунку вільного члена b_0 . Стовпці подвійної і потрійної взаємодії отримуються перемноженням стовпців x_1 , x_2 , x_3 і призначені для розрахунку відповідних коефіцієнтів рівняння (3.1).

Для проведення кожного з 8 дослідів фактори $x_1(S)$, $x_2(t)$ і $x_3(R)$ задано у відповідності з матрицею планування (табл. 4.3) на верхньому (+) або нижньому (-) рівні.

3.4 Результати експериментальних дослідів

З метою підвищення точності заміру шорсткості поверхні (параметра оптимізації) проведено 3 паралельних дослідів при незмінних режимах.

Середнє арифметичне значення параметра оптимізації для кожної стрічки матриці визначено за формулою

$$\bar{y}_j = \sum_u^r y_{ju} / r, \quad (3.3)$$

де r – число паралельних дослідів; u – номер паралельного досліду; y_{ju} – значення параметра оптимізації в u -му паралельному досліді j -ої стрічки матриці.

Для оцінки відхилень параметра оптимізації від середнього його значення обчислено дисперсію паралельних дослідів

$$S_j^2 = \sum_{u=1}^r (y_{ju} - \bar{y}_j)^2 / (r-1). \quad (3.4)$$

Таблиця 3.4 – Результати дослідів

№ дослідження	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁₂	X ₁₃	X ₂₃	X ₁₂₃	y ₁	y ₂	y ₃	\bar{y}	S_j^2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	6,2	5,8	5,9	5,97	0,04
2	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	5,7	5,9	5,7	5,77	0,07
3	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	10,2	7,9	8,7	8,93	14,57
4	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	7,3	7,5	7	7,27	2,60
5	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	7,4	6,9	7,5	7,27	2,64
6	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	8,1	7,9	8,7	8,23	7,88
7	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	8,3	9	8,5	8,60	10,53
8	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	6,4	6,7	7	6,70	0,90
Всього									59,6	57,6	59		39,23

Однорідність дисперсії паралельних дослідів перевірено по G -критерію Кохрена, що представляє собою відношення максимальної дисперсії до суми

всіх дисперсій

$$G_p = S_{j_{\max}}^2 / \sum_{j=1}^N S_j^2. \quad (3.5)$$

Гіпотеза про однорідність дисперсії підтверджується, якщо розрахункове значення критерію не перевищує табличного.

Рівень значущості всіх розглядуваних критеріїв $\alpha = 0,05$. При цьому вірогідність P істинної відповіді складе $P = 1 - 0,05 = 0,95$ або 95%.

Розрахункове значення критерію порівняне з табличним для ступенів свободи чисельника $f_1 = r - 1 = 3 - 1 = 2$ і знаменника $f_2 = N = 8$. Оскільки $G_{\text{табл}} = 0,5157 > G_p = 0,37$, то гіпотеза про однорідність паралельних дослідів приймається.

Визначено дисперсію відтворюваності за формулою

$$S^2(y) = \sum_{j=1}^N S_j^2 / N = 1,98 / 8 = 0,25. \quad (3.6)$$

Помилка експерименту складе

$$S(y) = \sqrt{S^2(y)} = 0,5. \quad (3.7)$$

3.5 Розрахунок коефіцієнтів та побудова математичної моделі

Далі проведено розрахунок коефіцієнтів математичної моделі (3.1).

Члени регресії обчислено за формулами

$$b_0 = \frac{\sum_{j=1}^N \bar{y}_j}{N} = 7,34, \quad b_1 = \frac{\sum_{j=1}^N x_{1j} \bar{y}_j}{N} = 0,35, \quad b_2 = \frac{\sum_{j=1}^N x_{2j} \bar{y}_j}{N} = -0,53,$$

$$b_3 = \frac{\sum_{j=1}^N x_{3j} \bar{y}_j}{N} = -0,36, \quad b_{12} = \frac{\sum_{j=1}^N x_{1j} x_{2j} \bar{y}_j}{N} = -0,54, \quad b_{13} = \frac{\sum_{j=1}^N x_{1j} x_{3j} \bar{y}_j}{N} = 0,12,$$

$$b_{23} = \frac{\sum_{j=1}^N x_{2j} x_{3j} \bar{y}_j}{N} = -0,58, \quad b_{123} = \frac{\sum_{j=1}^N x_{1j} x_{2j} x_{3j} \bar{y}_j}{N} = 0,18.$$

Після розрахунку всіх коефіцієнтів і їх підстановки в рівняння (3.1) отримано

$$\hat{y} = 7,34 + 0,35x_1 - 0,53x_2 - 0,36x_3 - 0,54x_1x_2 + 0,12x_1x_3 - 0,58x_2x_3 + 0,18x_1x_2x_3. \quad (3.8)$$

Перевірку статистичної значущості коефіцієнтів виконано за t -критерієм Стьюдента. Для повного факторного експерименту помилки всіх коефіцієнтів рівні між собою і визначаються за формулою

$$S(b_i) = S(y) / \sqrt{N \cdot r} = 0,1 \quad (3.9)$$

Далі визначено довірчий інтервал довжиною $2\Delta b_i$

$$\Delta b_i = \pm t_{кр} \cdot S(b_i) = \pm 0,216 \quad (3.10)$$

Критичне значення $t_{кр} = 2,12$ прийняте для числа ступенів свободи $N(r-1) = 8 \cdot 2 = 16$ (при $\alpha = 0,05$).

Коефіцієнт є значимим, якщо $|b_i| \geq \Delta b_i$.

Якщо в рівнянні (3.8) є статистично незначущі коефіцієнти ($|b_i| < \Delta b_i$), то їх можна усунути без перерахунку інших.

Нехтуючи статистично незначущими коефіцієнтами, рівняння (3.8) набуло вигляду

$$\hat{y} = 7,34 + 0,35x_1 - 0,53x_2 - 0,36x_3 - 0,54x_1x_2 - 0,58x_2x_3. \quad (3.11)$$

Коефіцієнти в рівнянні вказують на силу впливу факторів. Чим більша величина коефіцієнта, тим більший вплив здійснює даний фактор.

Якщо коефіцієнт має знак «+», то зі збільшенням значення фактора параметр оптимізації збільшується. В даному випадку таким фактором є подача S.

Знак «-» при коефіцієнті вказує, що при збільшенні значення даного

фактора параметр оптимізації зменшується. Такий вплив дає глибина різання і радіус заокруглення різця.

3.6 Статистичний аналіз математичної моделі

Отримане рівняння перевірено на адекватність по критерію Фішера:

$$F_p = S_{ag}^2 / S^2(y). \quad (3.12)$$

Тут дисперсія адекватності

$$S_{ag}^2 = r \sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2 / (N - \lambda), \quad (3.13)$$

де λ – число значимих коефіцієнтів рівняння; \bar{y}_j – середнє арифметичне значення параметра оптимізації в j -му досліді; \hat{y}_j – значення параметра оптимізації, яке обчислене по моделі для умов j -го досліду (по рівнянню 4.11 і матриці планування експерименту табл. 4.3).

Якщо виконується умова

$$F_p \leq F_{табл}, \quad (3.14)$$

то розроблена модель є адекватною.

В таблиці 3.5 показано розрахункові значення для визначення дисперсії адекватності.

Таблиця 3.5 – Результати дослідів і розрахунків

Номер дослідів	\bar{y}	\hat{y}	$\bar{y} - \hat{y}$	$(\bar{y} - \hat{y})^2$
1	5,97	5,68	0,29	0,085
2	5,77	6,06	-0,29	0,085
3	8,93	8,99	-0,06	0,003
4	7,27	7,21	0,06	0,003
5	7,27	7,56	-0,29	0,085
6	8,23	7,94	0,29	0,085
7	8,60	8,54	0,06	0,003
8	6,70	6,76	-0,06	0,003
Σ				0,354

Звідси дисперсія адекватності – 0,152.

Критерій Фішера (розрахунковий) – 0,86.

Згідно [19] визначено критичне значення критерія Фішера для ступеня вільності 1 та 16 становить 4,49. Оскільки розрахунковий критерій Фішера менший від табличного, то модель є адекватною.

4 ЕКОНОМІКА ВИРОБНИЦТВА

4.1 Оцінювання експертами потенціалу використання удосконаленого технологічного процесу виготовлення вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії двосторонньої дії» в машинобудуванні

Технологічний аудит проводять з метою оцінки комерційного потенціалу розробки, яка була розроблена і створена за результатом науково-технічної діяльності.

Для проведення технологічного аудиту залучено 3-х незалежних експертів які оцінили комерційний потенціал розробки за 12-ю критеріями, наведеними в (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Рекомендовані критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки та їх можлива бальна оцінка

Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Крите- рій	0	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6
Технічна здійсненність концепції:					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено роботоздатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги (недоліки):					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні їх витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкуренція не має
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років
12	Необхідна розробка документів та отримання дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Отримання документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Отримання документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки зведено в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	Експерти		
	Експерт №1	Експерт №2	Експерт №3
	Бали, виставлені експертами:		
1	2	3	2
2	2	1	1
3	2	1	2
4	1	2	1
5	3	3	2
6	1	2	2
7	3	3	4
8	1	2	2
9	4	3	3
10	3	2	2
11	4	4	2
12	4	2	3
Сума балів	СБ ₁ =30	СБ ₂ =28	СБ ₃ =26
Середньоарифметична сума балів СБ	28		

Згідно таблиці 4.2 розробка має рівень комерційного потенціалу вище середнього.

Так як в даній розробці використовується стандартне обладнання, то всі дії можуть виконуватися на підприємстві.

Ринками збуту продукції можуть бути промислові регіони України.

Потенційними покупцями нового товару можуть бути малі та середні машинобудівні та ремонтні підприємства з дрібносерійним, серійним та великосерійним виробництвом, які мають на меті використовувати гідравлічне обладнання.

Так як дане інноваційне рішення проектується, розраховується і впроваджується лише на даному виробництві, то використовуватись воно буде лише на даному підприємстві.

В даній магістерській роботі під час оцінювання якості продукції доцільно визначати абсолютний і відносний її рівні.

Абсолютний рівень якості інноваційного товару знаходять обчисленням вибраних для його вимірювання показників, не порівнюючи їх із відповідними показниками аналогічних виробів. Для цього необхідно визначити зміст основних функцій, які повинні реалізовувати інноваційне рішення, вимоги замовника до нього, а також умови, які характеризують експлуатацію, визначають основні параметри, які будуть використані для розрахунку коефіцієнта технічного рівня виробу. Система параметрів, прийнята до розрахунків, повинна достатньо повно характеризувати споживчі властивості інноваційного товару (його призначення, надійність, економічне використання ресурсів, стандартизація, тощо). Всі ці дані для кожного параметра заносимо до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Основні параметри інноваційного рішення

Параметри	Абсолютне значення параметра			Коефіцієнт вагомості параметра
	краще	середнє	гірше	
Зовнішній вигляд		7		10%
Точність розмірів	9			25%
Відповідність технологічній документації	10			20%
Наявність заусенців	9			25%
Важкість виконання			3	20%

Визначимо абсолютний рівень інноваційного рішення за формулою:

$$K_{\text{я.а.}} = \sum P_{\text{Hi}} \cdot \alpha_i, \quad (4.1)$$

де P_{Hi} – числове значення i -го параметру інноваційного рішення;

n – кількість параметрів інноваційного рішення, що прийняті для оцінки;

α_i – коефіцієнт вагомості відповідного параметра.

$$K_{\text{я.а.}} = 7 \cdot 0,1 + 9 \cdot 0,25 + 10 \cdot 0,2 + 9 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,2 = 7,8.$$

Далі визначимо відносний рівень якості окремих параметрів інноваційного рішення, порівнюючи його показники з абсолютними показниками якості аналогу і занесемо їх у відповідну колонку таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Основні параметри товару та конкурентів

Показник	Варіанти		Відносний показник якості	Коефіцієнт вагомості параметра
	Конкукrent	Новий		
Зовнішній вигляд	Гірший	Кращий	1,3	0,1
Точність розмірів	Гірша	Краща	1,25	0,25
Відповідність технологічній документації	Непона	Повна	1,15	0,2
Наявність заусенців	Присутня	Частково присутня	1,1	0,25
Важкість виконання	Легко	Важко	0,86	0,2
Економія на втратах від браку	20 грн	17,8 грн	-	-

Відносний рівень якості інноваційного рішення визначаємо за формулою:

$$K_{\text{я.в.}} = \sum q_i \cdot \alpha_i, \quad (4.2)$$

$$K_{\text{я.в.}} = 1,3 \cdot 0,1 + 1,25 \cdot 0,25 + 1,15 \cdot 0,2 + 1,1 \cdot 0,25 + 0,86 \cdot 0,2 = 1,12$$

Відносний коефіцієнт показника якості інноваційного рішення більший одиниці, це означає, що інноваційний продукт якісніший базового товару-конкурента на 12%.

Конкурентоспроможність продукції — це комплексна багатоаспектна характеристика товару, що визначає його переваги на ринку порівняно з аналогічними товарами-конкурентами як за ступенем відповідності конкретній потребі, так і за витратами на їх задоволення.

Загальний показник конкурентоспроможності інноваційного рішення (K) з урахуванням вище зазначених груп показників можна визначити за формулою:

$$K = \frac{I_{\text{т.п.}}}{I_{\text{е.п.}}} \quad (4.3)$$

де $I_{\text{т.п.}}$ — індекс технічних параметрів (відносний рівень якості інноваційного рішення); $I_{\text{е.п.}}$ — індекс економічних параметрів.

Індекс економічних параметрів визначається за формулою:

$$I = \frac{\sum P_{\text{н.е.}}}{\sum P_{\text{б.е.}}}, \quad (4.4)$$

де $P_{\text{н.е.}}$, $P_{\text{б.е.}}$ — економічні параметри відповідно нового та базового товарів.

Якщо $K > 1$, то інноваційне рішення вважається більш конкурентоспроможним, ніж товар-конкурент; якщо $K < 1$, то рівень конкурентоспроможності інноваційного рішення є нижчим, ніж у товару-конкурента; якщо $K = 1$, то ця ситуація інтерпретується як тотожність рівнів конкурентоспроможності обох товарів.

Оскільки індекс технічних параметрів дорівнює відносному рівню якості

нашого інноваційного продукту, то він буде рівним 1,12. За формулою (4.4) розрахуємо індекс економічних параметрів інноваційного рішення:

$$I = \frac{17,8}{20} = 0,89$$

Тоді, користуючись формулою 4.3, розрахуємо загальний показник конкурентоспроможності:

$$K = \frac{1,12}{0,89} = 1,26$$

Оскільки $K > 1$ ($K=1,26$), то запропоноване виготовлення вузла "Гідроциліндр двосторонньої дії" є більш доцільною і конкурентоспроможною в порівнянні з аналогами.

4.2 Розрахунок кошторису капітальних витрат на розробку технологічного процесу виготовлення вузла "Гідроциліндр двосторонньої дії"

Розрахунок капітальних витрат на розробку або модернізацію технологічного процесу, включає розрахунок таких основних статей витрат [8]: основна заробітна плата, додаткова зарплата, нарахування на зарплату, вартість обладнання, витрати на оренду і облаштування приміщення, додаткові інструменти та пристосування, накладні витрати.

Основна заробітна плата розробників, яка розраховується за формулою [8]:

$$Z_0 = \frac{M \cdot t}{T_p} \quad (\text{грн.}) \quad (4.5)$$

де M_{ni} - місячний посадовий оклад конкретного розробника, грн.; t_i - число днів роботи конкретного розробника, грн.; T_p - середнє число робочих

днів в місяці, $T_p = 21 \dots 23$ дні.

В 2022 році величини окладів коливаються в межах 8000÷ 20000 грн.

Зроблені розрахунки зводимо до таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Результати розрахунку кошторису капітальних витрат

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн
Керівник проекту	15000	714,29	20	14 285,71
Інженер-конструктор I категорії	10000	476,19	18	8 571,43
Інженер-технолог вищ. категорії	10000	476,19	20	9 523,81
Всього				32 380,95

Додаткова заробітна плата розробників.

Додаткова заробітна плата розраховується як 10...12% від основної заробітної плати розробників за формулою [8]:

$$Z_{\text{дод}} = N_{\text{дод}} Z_o, \text{ [грн]} \quad (4.6)$$

де $N_{\text{дод}}$ – норма нарахування додаткової заробітної плати.

$$Z_d = 32380,95 \cdot 0,11 = 3 561,9 \text{ (грн).}$$

Нарахування на заробітну плату розробників.

Нарахування на заробітну плату розробників Z_n розраховується як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати розробників:

$$N_z = (32380,95 + 3561,9) \cdot 0,22 = 7907,43 \text{ (грн).}$$

Вартість обладнання визначається за прейскурантом гуртових цін на металорізальні верстати або за даними базового підприємства за відпускними і договірними цінами. До балансової вартості обладнання окрім прейскурантної вартості верстатів входять витрати на їх транспортування і монтаж на ділянці, ці витрати приймаються в розмірі 10...12% від вартості обладнання.

Балансову вартість нового обладнання розраховують за формулою:

$$V_{\text{обл}} = \sum_{i=1}^k C_i \cdot C_{\text{пр.і}} \cdot K_i, [\text{грн}] \quad (4.7)$$

де C_i – ціна придбання одиниці обладнання даного виду, марки, грн.;

$C_{\text{пр.і}}$ – прийнята кількість одиниць обладнання відповідного найменування, які встановлені на ділянці, шт.;

K_i – коефіцієнт, що ураховує доставку, монтаж, налагодження обладнання тощо, ($K_i = 1,10...1,12$);

k – кількість найменувань обладнання встановленого на ділянці.
Зроблені розрахунки зводимо до таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Вартість обладнання

Найменування обладнання	Ціна, грн	Кількість	Вартість, грн	Примітка
Токарно-револьверний верстат з ЧПК 1В340Ф3	400000	3	1200000	$K=1.12$
Всього			1200000	1344000

Витрати на оренду або придбання приміщень для облаштування технологічного процесу визначаються, як добуток потрібної площі на вартість оренди 1 м². В якості індикативної вартості можна прийняти вартість оренди – 22000 грн. за 200 м² площі виробничого приміщення. Вартість облаштування приміщення під нове виробництво розраховують за формулою:

$$V_{\text{буд.}} = C_{\text{пл}} \cdot S_{\text{заг}} = 400 \cdot 200 = 80000 \text{ (грн)}. \quad (4.8)$$

де $C_{\text{пл}}$ – приблизна вартість переобладнання 1 м² приміщень ($C_{\text{пл}} \approx 200 \dots 1000$ грн./кв.м); $S_{\text{заг}}$ – загальна площа виробництва, м².

Додаткові інструменти та пристосування для впровадження даного виробництва.

Витрати на придбання нового інструменту можна розрахувати за формулою:

$$O = \sum_1^n C_i \cdot N_i \cdot K_i, \text{ [грн.]} \quad (4.9)$$

де: C_i — ціна придбання інструменту даного виду, марки, грн.; N_i — кількість однотипного виду інструменту, шт.; K_i — коефіцієнт, що ураховує доставку, налагодження інструменту тощо, $K_i = 1,1$; n — кількість видів інструменту.

Зроблені розрахунки зводимо до таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Витрати на інструмент

Найменування інструменту	Ціна, грн	Кількість	Вартість, грн	Примітка
Різець проходний	26,50	8	212,00	K=1,1
Різець підрізний	25,30	5	126,50	
Фреза торцева	28,70	7	200,90	
Зенковка	32,60	5	163,00	
Свердло центрувальне	15,50	4	62,00	
Всього			764,4	840,4

Інші витрати (накладні витрати) — приймаються, як 250% від суми

основної заробітної плати розробників.

$$I = 32380,95 \cdot 250 / 100\% = 80\,952,38 \text{ (грн)}.$$

Сума всіх попередніх статей дає капітальні витрати на організацію виробництва – К.

$$K = 32380,95 + 3561,9 + 7907,43 + 1344000 + 22000 + 80000 + 840,4 + \\ + 80952,38 = 1571643,06 \text{ (грн)}.$$

4.3 Розрахунок виробничої собівартості одиниці продукції

Розрахунок виробничої собівартості одиниці продукції передбачає визначення таких статей витрат: витрати на матеріали, витрати на комплектуючі та напівфабрикати, витрати на силову електроенергію, витрати на основну заробітну плату, додаткова заробітна плата робітників, нарахування на заробітну плату робітників, загальновиробничі витрати.

Витрати на матеріали

Якщо вихідні заготовки виробів, які в подальшому потребують механічної обробки, виготовлені на підприємстві у відповідних виробничих підрозділах заготівельного виробництва (ливарних, пресових цехах або дільницях тощо), то вартість основного матеріалу з урахуванням утилізації відходів визначається за формулою [8]:

$$M_j = S_{\text{заг}j} - V_j \cdot \text{Ц}_{\text{в}j}, \text{ [грн]} \quad (4.10)$$

де $S_{\text{заг}j}$ – виробнича собівартість заготовки у відповідному підрозділі, грн.

V_i - маса відходів i -го найменування, кг (гр.);

$\text{Ц}_{\text{в}}$ - ціна відходів i -го найменування, грн./кг; n - кількість видів матеріалів.

Таблиця 4.8 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн.	Витрачено, кг	Величина відходів, кг	Ціна відходів, грн./кг	Возвратні відходи, грн, (-)	Вартість витраченого матеріалу, грн.	Примітка
Круг, Сталь 45	26,53	2,05	0,25	4,00	1	53,38	К=1.1
Круг, Сталь 35	26,23	1,25	0,2	4,00	0,8	31,99	
Труба, Сталь В20	62,5	3,2	0,5	4,00	2	198	
Всього							283,37

Витрати на комплектуючі та напівфабрикати

Вартість комплекту ущільнень – 300 грн.

Кільця розтискні – 10 грн.

Гвинти – 5 грн.

Кришка передня основна – 65 грн.

Кришка задня – 55 грн.

Кришка – 30 грн.

Всього витрати на комплектуючі 465 грн.

Витрати на силову електроенергію

Електрична енергія на ділянці витрачається на живлення електродвигунів, електронагрівальних приладів, які використовуються при виготовленні продукції, апаратури. Силова електроенергія для виробничих цілей залежить від потужності обладнання, що використовується.

Витрати на силову електроенергію (B_e) розраховують за формулою:

$$B_e = B \cdot P \cdot \Phi \cdot K_n, \text{ [грн]} \quad (4.11)$$

де B - вартість 1 кВт-години електроенергії. В 2022 році $B=5,15$ грн./кВт. P — установлена потужність обладнання, кВт; Φ — фактична

кількість годин роботи обладнання по виготовленню одного виробу, год.; $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт використання потужності, $K_{\text{п}} < 1$.

Результати розрахунку витрат на електроенергію покажемо у вигляді таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Розраховані витрати на електроенергію

Обладнання	Потужність, кВт/год	Нормо-години, год.	Сума, кВт
Токарно-револьверний верстат з ЧПК 1В340Ф30 (3 шт.)	11	0,245	2,88
Всього			2,88

Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p) розраховуються на основі норм часу, які необхідні для виконання технологічних операцій по виготовленню одного виробу [9]:

$$Z_p = \sum_1^n t_i \cdot C_i \cdot K_c, \text{ [грн]} \quad (4.12)$$

де t_i — норма часу (трудомісткість) на виконання технологічної операції, год; n — число робіт по видах та розрядах; K_c – коефіцієнт співвідношень, який установленний в даний час Генеральною тарифною угодою між Урядом України і профспілками - $K_c = 1 \div 5$; C_i — погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує відповідну технологічну операцію:

$$C_i = \frac{M_{\text{н}} \cdot K_i}{T_{\text{р}} \cdot T_{\text{зм}}}, \text{ [грн/год]} \quad (4.13)$$

де $M_{\text{н}}$ - мінімальна місячна оплата праці, грн. $M_{\text{н}} = 6500$ грн. K_i – тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду; $T_{\text{р}}$ — число робочих днів в місяці. Приблизно $T_{\text{р}} = 21$. $T_{\text{зм}}$ — тривалість зміни, $T_{\text{зм}} = 8$ год.

Зроблені розрахунки зводимо до таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Витрати на заробітну плату

Вид обладнання	Трудомі сткість, н-годин	Розряд роботи	Погодинна тарифна ставка,грн.	Величина оплати, грн	Примітка
Токарно- револьверний з ЧПК	0,245	5	53,57	13,12	K=1,5
Всього				13,12	

Додаткова заробітна плата робітників.

Розраховується як 10 – 12 % від основної заробітної плати робітників:

$$Z_d = 13,12 \cdot 0,11 = 1,44 \text{ (грн).}$$

Нарахування на заробітну плату робітників.

Нарахування на заробітну плату розробників Z_n розраховується як 22 % від суми основної та додаткової заробітної плати розробників за формулою:

$$Z_n = (Z_o + Z_{\text{дод}}) \cdot N_{\text{зп}}, \text{ [грн]} \quad (4.14)$$

де $N_{\text{зп}}$ – норма нарахування на заробітну плату розробників.

$$N_z = (13,12 + 1,44) \cdot 0,22 = 3,2 \text{ (грн).}$$

Загальновиробничі статті витрат.

Загальновиробничі витрати (в відсотках до основної заробітної плати основних робітників) для механічного устаткування складають 250 ... 280%.

Приймемо 250%. Тоді:

$$ЗВ = 13,12 \cdot 250\% / 100\% = 32,8 \text{ (грн)}.$$

Сума всіх попередніх статей утворює виробничу собівартість одиниці продукції:

$$S = 283,37 + 465 + 2,88 + 13,12 + 1,44 + 3,2 + 32,8 = 801,81 \text{ (грн)}.$$

4.4 Розрахунок терміну окупності капітальних вкладень

Економічний ефект від впровадження модернізованого технологічного процесу розраховується за формулою:

$$E = (S_1 - S_2) \cdot N, \text{ [грн]} \quad (4.15)$$

де S_1 – виробнича собівартість виготовленої продукції конкурента (926 грн.); S_2 – виробнича собівартість виготовленої продукції власного виробництва; N – обсяги виготовлення продукції.

Тоді величина економічного ефекту складе:

$$E = (926 - 801,81) \cdot 20778 = 2580419,82 \text{ (грн)}.$$

Термін окупності капітальних вкладень розраховують за формулою:

$$T_o = \frac{K(\Delta K)}{\Pi}, \text{ [років]} \quad (4.16)$$

де K (або ΔK) — капітальні вкладення або додаткові капітальні вкладення, необхідні для реалізації нового технологічного процесу, нової ділянки, цеха тощо, або для їх модернізації, грн.; E – економічний ефект від впровадження нового технологічного процесу.

$$T_o = 1571643,06 / 2580419,82 = 0,61 \text{ (року)}.$$

Термін окупності організації виробництва складає 0,61 року, що менше нормативного терміну окупності, який складає 3 – 5 років, а величина економічного ефекту складе 2580419,82 грн. Тому виробництво вузла "Гідроциліндр двосторонньої дії" на базі малого підприємства є економічно доцільним.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз умов праці

На виробництві вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії» на працівників можуть впливати шкідливі та небезпечні виробничі фактори [10]. До шкідливих виробничих факторів відносять:

а) підвищена або понижена температура повітря, концентрація в повітрі робочої зони газів;

б) виробничий шум та вібрації.

в) недостатнє освітлення робочої зони.

До небезпечних виробничих факторів відносять:

а) електричний струм;

б) психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори.

Застосовується 3-х фазна, 3-х провідна мережа з ізолюваною нейтраллю.

Приміщення є вогнестійкими і оснащені приточно-витяжною вентиляцією, яка забезпечує задовільний стан повітряного середовища.

Робочі місця оснащуються місцевою витяжною вентиляцією.

Штучне освітлення, електропроводку і інше обладнання виконуються в вибухонебезпечному стані.

Висота стелі повинна бути не меншою за 3,2 метри.

Підлогу роблять твердою, негорючою, не слизькою і рівною.

Вхідні двері оббиваються листовою-сталлю і відкриваються назовні. Інтер'єр приміщення дільниці фарбують в світлий колір з дифузійним відбиттям світла. Пости знаходяться на відстані 4-10 м від місця де знаходяться горючі матеріали.

5.2 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

Вимоги до виробничих та допоміжних приміщень. Будівлі повинні відповідати вимогам:

- площа виробничого приміщення на одного працюючого - 4,5 м²;
- об'єм виробничого приміщення на одного працюючого - 15 м³;
- висота цеху - 3,5м.

Ремонтні майстерні, інструментальні кладові, службові приміщення повинні розташовуватись в добудованих до основної будівлі.

Допоміжні приміщення потрібно розташовувати в добудованих до виробничих будівель в місцях з найменшою дією небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Висота допоміжних приміщень, розташованих в виробничих будівлях, повинна бути не менше 2,4 м.

5.2.1 Мікроклімат

Роботи, що виконуються відносяться до категорії робіт Пб – середньої важкості. Вони пов'язані з розбиранням і збиранням вузлів і агрегатів. Ці роботи пов'язані з середнім фізичним навантаженням.

Параметри, що характеризують мікроклімат в приміщенні є наступними: температура, відносна вологість, швидкість руху повітря.

Оптимальні і допустимі норми цих параметрів в залежності від категорії робіт, періоду року. Числові значення цих норм додано в таблицю 5.1.

Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої не перевищують допустимих значень.

Для захисту від шкідливих речовин застосовують комплекс організаційно-технічних санітарно-гігієнічних заходів:

- пристрій місцевої витяжної вентиляції для видалення шкідливих речовин від місць їх утворення;

- регулярне прибирання приміщення;
- застосування засобів індивідуального захисту (спеціальний одяг, захисні окуляри, респіратори та інше);
- профілактичні медичні огляди, виконання правил особистої гігієни;
- суворе дотримання правил поведінки з устаткуванням,

Таблиця 5.1 – Оптимальні і допустимі норми параметрів мікроклімату в приміщенні

Період року	Категорія	Температура, °C			Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/хв	
		Оптим.	Допустима		Оптим.	Допуст.	Оптим.	Допуст.
			Верхня гран.	Нижня гран.				
Холод	ІІб	17-19	21	15	40-60	75	0.3	0.4
Тепло	ІІб	20-22	27	16	40-60	70	0.4	0.5

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони проводиться на найбільш небезпечних робочих місцях. При однаковому обладнанні, або при виконанні однакових операцій контроль проводиться вибірково на окремих робочих місцях, розташованих в центрі і по периферії приміщення.

Система вентиляції приміщення буде комбінована, тобто буде поєднувати в собі механічну і природну, організовану вентиляцію.

5.2.2 Виробниче освітлення

Роботи що виконуються на даній ділянці відносяться до розряду зорової роботи IVa. Освітленість при системі одного загального освітлення 300 лк. Характеристика зорової роботи середньої точності. Найменший розмір розрізнення 1 мм.

На ділянці спроектоване устаткування для освітлення з урахуванням класифікації пожежовибухонебезпечних технологічних одиниць і

устаткувань. Значення якісних та кількісних показників освітлення передбачені вимогами і наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Параметри штучного та природного освітлення

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір розрізнюваного об'єкта, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Характеристика фона	Штучне освітлення	Природне освітлення
					Освітленість, лк	КПО %
Малої точності	1	IV	а	малий	300	1,5

Природне освітлення на дільниці - бокове одностороннє. Розрахуємо коефіцієнт природної освітленості:

$$e_{л} = e_{н} \cdot m \cdot c_{к} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,7 = 0,945 \approx 1\%,$$

де $m=0,9$ - коефіцієнт світового клімату для IV поясу;

$c_{к}=0,7$ - коефіцієнт сонячності клімату, азимут 90° .

Характеристика штучних джерел світла наведено в таблиці 5.3.

Люмінесцентні лампи встановлені на висоті 3,2 м. Внутрішня електропроводка виконана з надійною електро- та гідроізоляцією. Робоче місце робітника забезпечене місцевим освітленням. На дільниці передбачене аварійне освітлення, освітлює підлоги в основних місцях і переходах, відповідає - 0,5 лк.

Таблиця 5.3 – Підбір штучних джерел світла

Характеристика зорової роботи	Освітленість при системі заломленого освітлення, лк	Мінімальний індекс кольоропередачі джерела світла для виробничої будівлі	Діапазон кольорової апаратури джерел світла для виробничої будівлі	Наведені типи джерел освітлення будівель
Робота з механічними об'єктами	150-300	30	3000-4500	ЛБ, ДБЛ

5.2.3 Виробничий шум

Під час роботи на дільниці робітники піддаються впливу шуму. Джерелами шуму є: верстати, вентиляційна система, трансформатори та інше обладнання.

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 - Рівні звукового тиску

Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку в дБ(А)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виконання всіх видів робіт на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях і на території	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

При надмірних шумах встановлено звукоізоляцію, кожухи, відбиваючі екрани, заглушки та інші пристрої. Шумові машини закриваються

звукоізолюваними кожухами, які виготовлені з металу та облицьовані зсередини звукопоглинаючими матеріалами, де неможливо ізолювати джерела шуму проводять акустичну обробку.

5.2.5 Виробничі вібрації

Крім впливу шуму на дільниці робітники піддаються впливу вібрації. Захист від вібрації повинен задовольняти вимогам. Вібрації знижуються за допомогою амортизаторів, змащувальних матеріалів і реактивних гасників пульсацій. Для особистого захисту робітників застосовують спеціальне взуття на вібропоглинаючій підошві, рукавиці з м'якими надолонниками. На робітників може також діяти локальна та загальна вібрації. Загальна вібрація категорії "3" тип "а", критерії оцінки - границя зниження продуктивності праці.

Нормування вібрацій наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 - Характеристики вібрацій

Вид вібрації	Категорія вібрації	Напрямок дії	Нормативне коректування по частоті і еквівалентне коректування значень			
			Віброприскорення		Віброшвидкість	
			м/с ² ·10 ⁻²	дБ	м/с ² ·10 ⁻²	дБ
Локальна	—	Xп, Yа, Zп	2,0	12.5	2,0	112
Загальна	3 тип "а"	Z ₀ . Y ₀ . X ₀	0,1	100	0,2	92

Віробезпека праці на підприємстві забезпечується дотриманням правил умов експлуатації машин і введення процесів підтримання технічного стану машин, параметрів технологічних процесів і елементів виробничого середовища, своєчасним проведенням планового і попереднього ремонту машин і обладнання.

5.3 Організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи

5.3.1. Техніка безпеки

Для забезпечення безпеки повинні встановлюватися пристрої, що виключають можливість проникнення робітника в небезпечну зону; захисні екрани для верстатів; переносні огорожі; блокуючі пристрої; пристрої сигналізації у верстатах; застосовуватись особливі конструкції кнопок керування, що роблять неможливим попадання робітника у небезпечну зону.

Робітники дільниці при обробці різанням повинні мати засоби індивідуального захисту: спецодяг, взуття.

5.3.2. Електробезпека

Дільниця відноситься до особливо небезпечної дільниці, оскільки підлога струмопровідна і в повітрі є струмопровідні гази. Захист проводимо такими методами: електроізоляція струмонесучих частин, системи автоматичного відключення - це такі пристрої, спроможні автоматично відключати установку від мережі у випадку виникнення аварійної ситуації.

Для підводу струму до електротримачів необхідно використовувати ізольовані гнучкі кабелі. При прокладанні або переміщенні дротів необхідно приймати заходи проти пошкодження їх ізоляції. Відстань від дротів до гарячих трубопроводів повинна бути не менша 0,5 м. В джерелах живлення обладнання повинні бути передбачені і встановлені надійні огороження елементів, які знаходяться під напругою. Металеві частини обладнання, які знаходяться під напругою повинні бути заземленні. Дільниця повинна бути відокремлена від суміжних робочих місць і проходів незгораємими екранами висотою не менше 1,8 м.

Джерела струму можуть приєднуватись до розподільчих електричних мереж з напругою не більше 380 В. Усе устаткування повинно бути захищене запобіжниками або автоматичними вимикачами з боку мережі, що живлять.

5.4 Пожежна безпека

Дільниця належить до категорії приміщення з позначкою Г. Категорію Г для будівель застосовані тому, що дільниця характеризується негорючими речовинами і матеріалами в гарячому або розжареному стані з виділенням променевого тепла, іскр, газоподібних речовин.

Характеристика приміщення по вибухопожежній небезпеці відображена в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Характеристика приміщення по вибухопожежній небезпеці

Категорія приміщення	Характер речовин та матеріалів, що знаходяться в приміщенні
Г	Негорючі речовини в гарячому або в розжареному стані, в процесі роботи яких виділяється промениста теплота, іскри полум'я, горючі гази, рідини і тверді речовини накопичуються і утилізуються в якості палива

За ступенем вогнестійкості елементів будівля відноситься до групи II.

Ступінь вогнестійкості будівлі II - це будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних та штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плиткових матеріалів таблиці 5.7 та 5.8.

Роботи можуть спричинити пожежу. Для її запобігання вживаємо ряд протипожежних заходів, найважливішим з яких - суворе дотримання протипожежного режиму роботи, а також правил експлуатації електрообладнання. Неможливе зберігання легкозаймистих та вогненебезпечних матеріалів.

Для запобігання пожежі сигналізацію автоматичної дії та теплові попередники максимальної дії. Вони спрацьовують, коли температура повітря досягає заданого критичного значення. Для локалізації та ліквідації невеликих загорань та пожеж застосовуємо первинні засоби пожежогасіння.

Таблиця 5.7 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у год.) і максимальні межі розповсюдження полум'я по них (у см.) для даного ступеня вогнестійкості будівель

Ступінь вогнестійкості	Стіни				Колони	Сходчаті площадки і клітки, косоури	Плити, настили інші несучі конструкції	Елементи покриття	
	Несучі	Самонесучі	Зовнішні несучі	Внутрішні несучі				Плити, настили,	Балки, ферми, арки, рами
Па	1/0	0,5/0	0,25/40	0,25/40	0,25/0	1/0	0,25/0	0,25/25	0,25/0

Таблиця 5.8 – Ступінь вогнестійкості, допустима кількість поверхів і площа поверху в межах пожежного відсіку будівлі

Категорія будівлі	Допустима кількість поверхів	Ступінь вогнестійкості будівлі	Площа поверху в межах пожежного		
			Одноповерхових	Багатоповерхових	
				2 поверхи	3 і більше
Г	6	Не обмеж.	Не обмеж.	Не обмеж.	Не обмеж.

Для гасіння пожежі передбачені:

- щити з пожежним інвентарем;
- ящик з піском, кирки, лопати;
- щит з вогнегасниками ОУ-8.

Відстань від найбільш віддаленого місця до найближчого евакуаційного виходу для категорії приміщень Г, незалежно від об'єму, для ступеня вогнестійкості П - не обмежується.

У покритті будівель допускається застосовувати незахищені сталеві конструкції.

5.5. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Визначення області працездатності системи управління обладнання в умовах дії іонізуючих та електромагнітних випромінювань.

5.5.1 Дія іонізуючих та електромагнітних випромінювань на електронні пристрої та системи

Радіоелектронна апаратура, що знаходиться в зоні дії іонізуючих випромінювань, може істотно змінювати свої параметри і виходити з ладу.

Ці пошкодження відбуваються в результаті зміни фізичних і хімічних властивостей радіотехнічних (напівпровідникових, ізоляційних, металевих і ін.) матеріалів, параметрів приладів і елементів електронної техніки, виробів електротехніки і радіоелектронних схемних пристроїв.

Здатність виробів виконувати свої функції і зберігати характеристики і параметри в межах встановлених норм під час і після дії іонізуючих випромінювань називають радіаційною стійкістю.

Ступінь радіаційних пошкоджень в опромінюваній системі залежить як від кількості енергії, що передається при опроміненні, так і від швидкості передачі цієї енергії. Кількість поглиненої енергії і швидкість передачі її у свою чергу залежать від виду і параметрів випромінювання і ядерно-фізичних характеристик речовин, з яких виготовлений опромінюваний об'єкт.

Зміна властивостей речовин, що виникають в результаті взаємодії з іонізуючими випромінювань, ґрунтується на утворення різних дефектів в матеріалі. Радіаційні зміни в матеріалах бувають наступних типів: вакансії (вакантні вузли), атоми домішок (домішкові атоми), зіткнення при заміщеннях, термічні (теплові) піки, піки зсуву, іонізаційні ефекти.

Суттєвий вплив на роботу електронних систем та обладнання має електромагнітне випромінювання. До основних його джерел можна прирахувати перш за все електромагнітну та атомну зброю, а також електротранспорт (трамваї, тролейбуси, поїзди і т.д.), лінії електропередач

(міського освітлення, високовольтні і т.д.), електропроводку (усередині будівель, телекомунікації і т.д.), побутові електроприлади, теле- і радіостанції (трансляючі антени), супутниковий і стільниковий зв'язок (трансляючі антени), персональні комп'ютери і т. д.

Для зниження інтенсивності впливу цих випромінювань на різні системи можна вжити інженерно-технічні захисні заходи, що будуються на використанні явища екранування електромагнітних полів безпосередньо в місцях розташування обладнання або на заходах щодо обмеження емісійних параметрів джерела поля. Цей вид випромінювання має високу проникну здатність. Для захисту обладнання, що розташоване в відкритих приміщеннях здійснюється екранування оглядових вікон, вікон приміщень, перегородок застосовується металізованим склом, що володіє екрануючими властивостями. Така властивість склу додає тонка прозора плівка з оксидів металів, частіше за все олово, або металів – мідь, нікель, срібло і їх поєднання. Плівка володіє достатньою оптичною прозорістю і хімічною стійкістю. Будучи нанесеній на одну сторону поверхні скла вона ослабляє інтенсивність випромінювання в діапазоні 0,8-150 см на 30 Дб (у 1000 разів). При нанесенні плівки на обидві поверхні скла ослаблення досягає 40 дб (у 10000 разів). Для захисту обладнання від дії електромагнітних випромінювань в будівельних конструкціях, як захисні екрани можуть застосовуватися металева сітка, металевий лист або будь-яке інше провідне покриття, у тому числі і спеціально розроблені будівельні матеріали. У ряді випадків достатньо використання заземленої металевий сітки, що поміщається під облицювальний або штукатурний шар. Як екрани можуть застосовуватися також різні плівкові і тканинні ізоляції з металізованим покриттям. Останніми роками як екрануючі матеріали широко використовуються металізовані тканини на основі синтетичних волокон. Їх отримують методом хімічної металізації (з розчинів) тканин різної структури і щільності. Існуючі методи отримання дозволяє регулювати кількість металу, що наноситься, в діапазоні від сотих долей до

одиниць мкм і змінювати поверхневий питомий опір тканин від десятків до доль Ом.

5.5.2 Визначення області працездатності системи управління обладнання в умовах дії іонізуючих випромінювань

Критерієм, що визначатиме працездатність системи управління в умовах дії іонізуючих випромінювань приймається максимальне значення потужності дози в умовах експлуатації, яка може зумовити виникнення зміни параметрів елементів системи не порушуючи її працездатність в цілому.

Аналіз структурної та електричної схем системи керування показує, що елементами без яких неможливе її нормальне функціонування є: інтегральні схеми, конденсатори, мікросхеми, випрямлячі, магнітні матеріали, транзистори, діоди, резистивні елементи, діелектричні матеріали, індуктивні елементи та напівпровідники.

Довідникові дані про граничні значення доз іонізуючого випромінювання для системи ЧПК наведені в таблиці 5.9.

За довідниковими даними граничне значення дози гамма-випромінювання для системи ЧПК складає $D_{гр}=10^4$ Р.

Граничне значення потужності дози іонізуючого випромінювання можна визначити за формулою

$$P_{ep.min} = \frac{D_{ep} \cdot K_{noc}}{2(\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})} = \frac{10^4 \cdot 5}{2(\sqrt{87601} - \sqrt{1})} = 167,5 \text{ (Р/год)},$$

де $t_n=1$, $t_k=10$ років= 87601 год– відповідно, час початку і кінця роботи системи ЧПК, що визначається її експлуатаційним терміном;

$K_{noc} = 5$ – коефіцієнт послаблення радіації.

Таблиця 5.9 – Визначення граничної дози іонізуючих випромінювань для елементів системи управління

Елементи і матеріали системи ЧПК	Гранична доза гамма-випромінювання для елементів системи ЧПК, $D_{гр.i}$, Р	Гранична доза гамма-випромінювання для системи ЧПК, $D_{гр}$, Р
Індуктивні матеріали	10^6	10^4
Інтегральні схеми	10^4	
Конденсатори	$10^7 \dots 10^9$	
Резистивні елементи	$10^7 \dots 10^9$	
Діелектричні матеріали	10^{10}	
Транзистори, діоди	10^4	
Мікросхеми	10^5	
Випрямлячі	10^6	
Магнітні матеріали	10^{10}	
Напівпровідники	$10^5 \dots 10^6$	

Отже, можна зробити висновки про те, що область працездатності системи ЧПК в умовах дії іонізуючих випромінювань визначена потужністю експозиційної дози іонізуючих випромінювань в межах від 0 до 167,5 Р/год.

Проведені для системи управління обладнання розрахунки показали, що в умовах дії іонізуючих область її працездатності визначена потужністю дози іонізуючих випромінювань в межах від 0 до 167,5 Р/год і вертикальною складовою напруженості електричного поля в межах від 0 до 0,3 В/м.

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі запропоновані заходи по організації виробництва вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії» на базі малого підприємства.

Проектування здійснено на базі складального креслення та деталювання вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії» з використанням типових технологічних процесів. Орієнтуючись на них були розроблені технологічні маршрути для всіх деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії». Також, з урахуванням розмірів підприємства та вимог встановлених до деталей були розроблені заготовки та обрано оптимальний сортамент.

В технологічній частині проекту, окрім вказаного вище, проведене технічне нормування складальних та механообробних операцій, уточнена виробнича програма, визначено необхідну кількість обладнання та площі для роботи підприємства, розроблено технологічні схеми складання вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії». Тривалість складання вузла "Гідроциліндр" складає 9,25 хв., і потребує 1 місця складальника. Для виготовлення складових деталей вузла «Гідроциліндр двосторонньої дії» потрібно 3 верстати та 2 основних працівника.

В дослідницькому розділі проведений повно факторний аналіз впливу подачі, глибини різання та радіуса заокруглення вершини різця на шорсткість поверхні.

Також в проекті виконані розділи «Економіка виробництва» та «Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях». Останні два розділи підтвердили економічну доцільність проведеної роботи (термін окупності 0,61 року, економічний ефект 2580419,82 грн.) та дозволили визначити заходи по охороні праці та безпеці роботи.

Графічна частина ілюстративно доповняє матеріали, які представлені в розрахунково-пояснювальній записці і виконана в обсязі 13 аркушів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Жигаров К.Ю. виготовлення вузла типу "Гідроциліндр двусторонньої дії" в умовах малого підприємства. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2022/paper/viewFile/6272/5173>
2. Методичні вказівки до практичних, самостійних та індивідуальних робіт з дисципліни «Складальні процеси в машинобудуванні» для студентів спеціальності 7.05050201 – «Технології машинобудування» денної та заочної форми навчання. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2013. – 45 с.
3. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред.– Минск. «Высшая школа», 1983.– 256 с.
4. Дусанюк Ж.П. Методичні вказівки до виконання контрольних робіт з дисципліни "Проектування механоскладальних дільниць та цехів " для студентів заочної форми навчання спеціальностей "Технологія машинобудування" та "Менеджмент організацій машинобудування" / Ж.П. Дусанюк, С.В. Дусанюк –Вінниця: ВДТУ, 2002 – 58 с.
5. Руденко П.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении / П.А. Руденко, Ю.А. Харламов, В.М. Плескач,- Киев :«Выща школа».1999.–247с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования: Сер. произ. М. : Машиностроение, 1974.– 421 с.
7. Посібник до практичних занять з дисципліни "Механоскладальні дільниці та цехи в машинобудуванні" (електронний варіант) / [Дусанюк Ж.П., Савуляк В.В., Репінський С.В., Сердюк О.В.] ; / Вінниця, ВНТУ 2011. —143 с.
8. Козловський В.О. Техніко-економічні обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах та роботах. Навчальний посібник/ В.О. Козловський – Вінниця: ВДТУ, 2003. – 75 с.

9. Кавецький В. В., Козловський В. О. Економічне обґрунтування інноваційних рішень в машинобудуванні. Кавецький В. В. Економічне обґрунтування інноваційних рішень в машинобудуванні [Текст] : навчальний посібник / В. В. Кавецький, В. О. Козловський. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 100 с.

10. Юдин Е.Я. Охрана труда в машиностроении / Е.Я. Юдин. М.:Машиностроение, – 1983. - 432 с.

11. Сакевич В.Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах. Навчальний посібник / В.Ф. Сакевич – Вінниця ВДТУ, 2001. – 109 с.

ДОДАТКИ

Додаток А
Технічне завдання

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

зав. кафедри ТАМ

д.т.н., проф. Л.Г.Козлов

(підпис)

« ____ » _____ 2022 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на магістерську кваліфікаційну роботу
ВИГОТОВЛЕННЯ ВУЗЛА "ГІДРОЦИЛІНДР ДВОСТОРОННЬОЇ ДІЇ" В
УМОВАХ МАЛОГО ПІДПРИЄМСТВА
08-26.МКР.002.00.000.ТЗ

Керівник роботи: к.т.н., доцент каф. ТАМ

Савуляк В.В.

« ____ » _____ 2022 р.

Виконавець: студент 2 курсу, групи 1ПМ-20м

спеціальності 131 – «Прикладна механіка»

Жигаров К.Ю.

« ____ » _____ 2022 р.

1. Підстава для виконання магістерської кваліфікаційної роботи:

а) актуальність розробки обумовлена тим, що в сучасних умовах розвитку машинобудування необхідно приймати прогресивні інженерні рішення при проектуванні технологічних процесів механічної обробки деталей виробів з метою забезпечення їх точності, надійності, довговічності, економічності;

б) наказ про затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи.

2. Мета і призначення МКР

а) мета – визначення можливості організації виробництва вузла "Гідроциліндр двосторонньої дії" в умовах малого підприємства;

б) призначення розробки – виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

3. Джерела розробки для виконання МКР

Джерела розробки: завдання на магістерську кваліфікаційну роботу, дане технічне завдання, довідникова та технічна література, складальне креслення вузла "Гідроциліндр двосторонньої дії" та його деталювання.

При виконанні МКР в якості вихідних даних було задано:

- вузол "Гідроциліндр двосторонньої дії"»;
- маса виробу $m = 7$ кг;
- річна програма випуску розрахункового представника – 14000 шт.;
- креслення деталей, що входять у вузол "Гідроциліндр двосторонньої дії".

4. Вимоги до виконання МКР

МКР повинно використовувати математичні моделі, схеми та рішення, адекватність яких підтверджена попередніми дослідженнями, обґрунтованими висновками, експериментальними даними.

Магістерська кваліфікаційна робота повинна складатися з 2-х частин:

1-а частина – розрахунково-пояснювальна записка;

2-а частина – графічна.

Склад кожного розділу (частини) наведений у рекомендованому змісті та основних вимогах до оформлення МКР, розроблених та затверджених

кафедрою технологій та автоматизації машинобудування (ТАМ) Вінницького національного технічного університету (ВНТУ).

5. Етапи МКР та очікувані результати

№ етапу	Назва етапу	Термін виконання		Очікувані результати
		початок	кінець	
1	Основні теоретичні та практичні дослідження проведені попередниками	01.02.2022	20.02.2022	Формування задачі досліджень, розділ 1
2	Методика теоретичних (експериментальних) досліджень об'єкту вивчення	01.02.2022	20.02.2022	Об'єкт дослідження, розділ 1
3	Математичне моделювання та аналіз результатів дослідження	01.02.2022	24.05.2022	розділ 2, публікація результатів
4	Підготовка економічної частини	05.02.2022	30.05.2022	розділ 3, апробація
5	Підготовка розділу з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	05.02.2022	30.05.2022	розділ 4
6	Оформлення пояснювальної записки, графічного матеріалу та презентації	1.05.2022	04.06.2022	пояснювальна записка

6 Економічні показники: термін окупності; економічний ефект.

7. Матеріали, що подаються до захисту МКР

Пояснювальна записка МКР і ілюстративні матеріали, протокол попереднього захисту МКР на кафедрі, відзив наукового керівника, відзив опонента, анотації до МКР українською та іноземною мовами, довідка про відповідність оформлення МКР діючим вимогам, довідка про результати перевірки на плагіат.

8. Порядок контролю виконання та захисту МКР

Виконання етапів науково-дослідницької частини МКР контролюється науковим керівником згідно зі встановленими термінами. Представлення МКР на захист відбувається після проходження попереднього захисту на засіданні

кафедральної комісії та її позитивного висновку. Готова робота, з усіма необхідними компонентами і підписами подається на кафедри за два дні до захисту. Захист МКР відбувається на засіданні Державної екзаменаційної комісії, затвердженої наказом ректора.

9. Вимоги до оформлення МКР

Вимоги викладені в «Положенні про порядок підготовки магістрів у Вінницькому національному технічному університеті» з урахуванням змін, що подані у бюлетені ВАК України № 9-10, 2011р. та на основі ДСТУ 3008:2015.

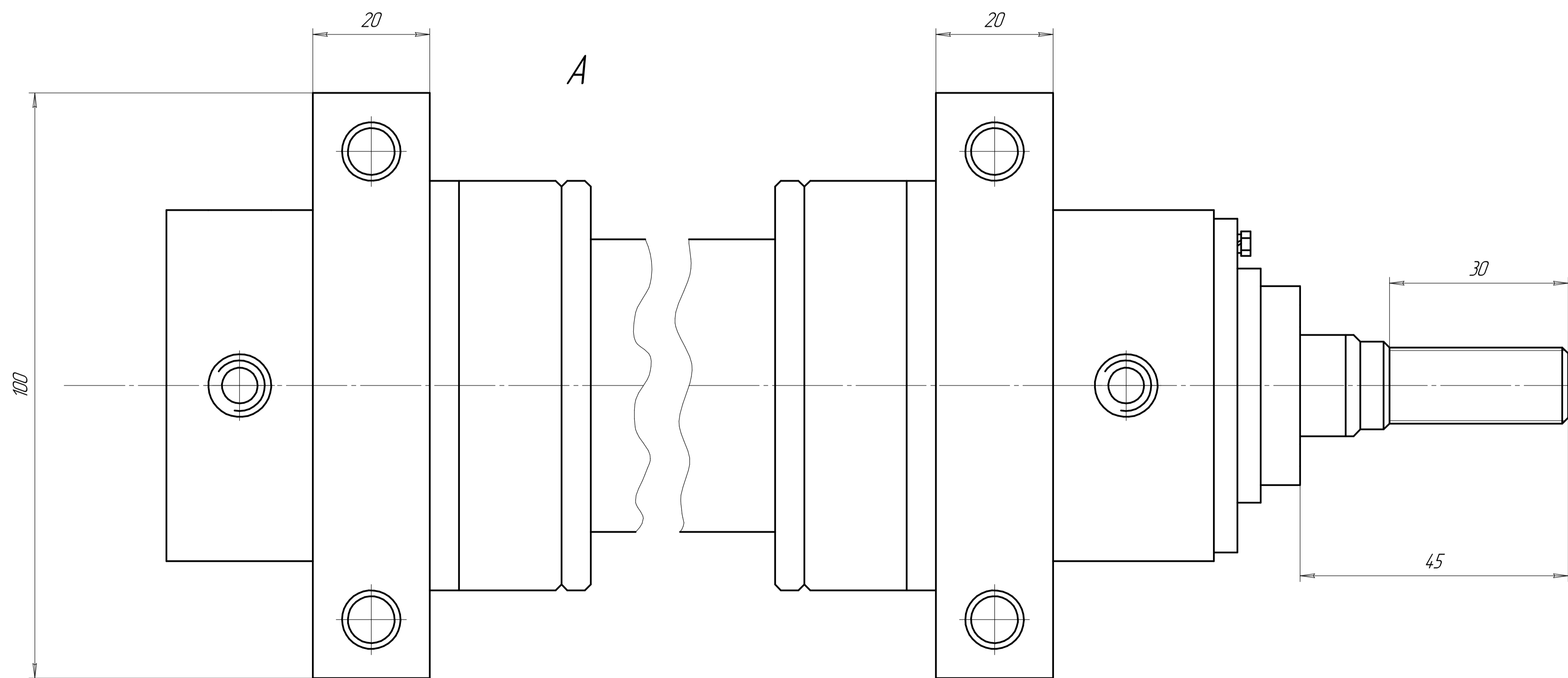
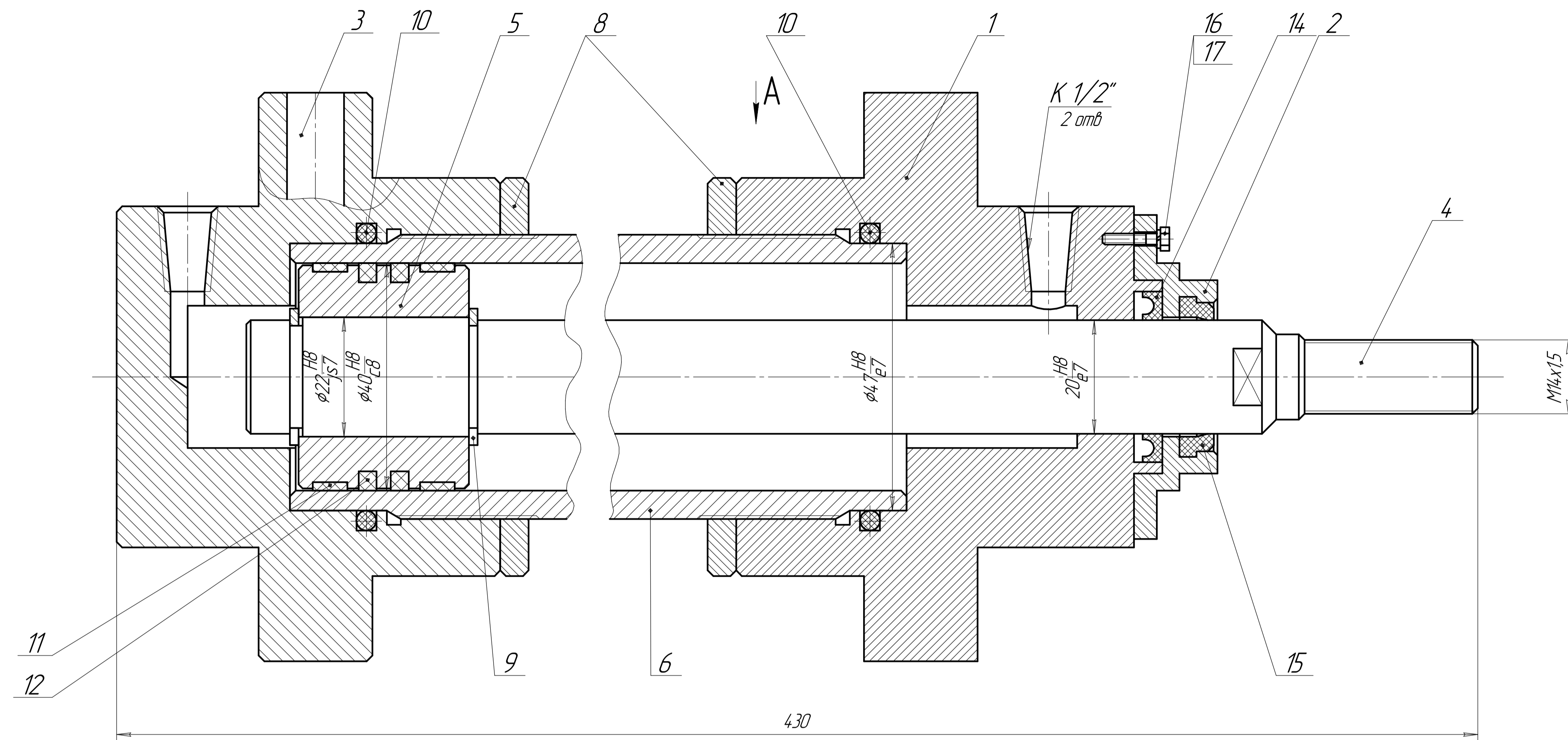
10. Вимоги щодо технічного захисту інформації в МКР з обмеженим доступом

Вимоги відсутні.

Додаток Б
Графічна частина

Додаток Б
(обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА
ВИГОТОВЛЕННЯ ВУЗЛА «ГІДРОЦИЛІНДР
ДВОСТОРОННЬОЇ ДІЇ» В УМОВАХ МАЛОГО
ПІДПРИЄМСТВА



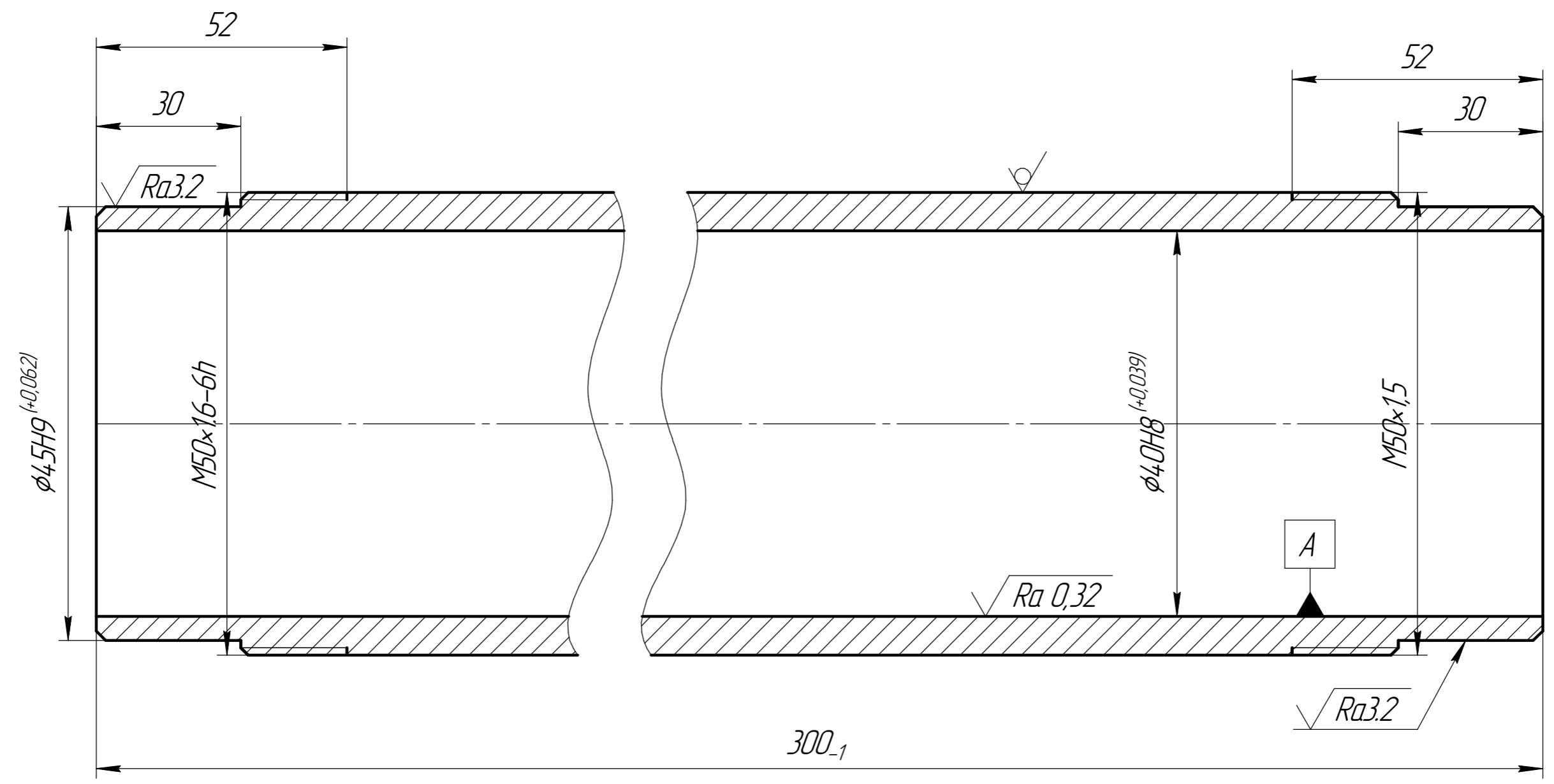
1. Хід штока гідроциліндра – 270 мм.
2. Робочий тиск 8 МПа (80 кг/см²)
3. Під час складання ущільнювальні манжети і кільця змастити мастилом ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267-74.
4. Гідроциліндр в зібраному вигляді виробувати на герметичність мастилом індустріальним И12А або И20А ГОСТ 20799-88 в двох крайніх положеннях під тиском 12 МПа з числом подвійних ходів не менше 10 і на холостому ході, тривалість випробування в кожному положенні 5 хв. Залишкові деформації не допускаються. Переміщення поршня на холостому ході повинно бути плавним, без ривків та заклинювань. Втрати більше 0,01 см³/хв. не допустимі.
5. Після випробувань мастило з гідроциліндра злити, отвори підводу-відводу робочої рідини загнути технологічними заглушками.

				08-26.МКР.02.00.000 СК		
Взм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Жигаров К.В.			4		2:1
Проб.	Савуляк В.В.			Лист	Листов	
Т.контр.						
Н.контр.	Сердюк О.В.			ВНТУ, гр. ІПМ-20мз		
Утв.	Козлов Л.Г.			Копірабат		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Детали</i>						
А3		1	08-26.МКР.02.00.001	Кришка передня основна	1	
А3		2	08-26.МКР.02.00.002	Кришка	1	
А3		3	08-26.МКР.02.00.003	Кришка задня	1	
А3		4	08-26.МКР.02.00.004	Шток	1	
		5	08-26.МКР.02.00.005	Поршень	1	
		6	08-26.МКР.02.00.006	Гільза	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		8		Гайка шліцьова М50х1,5-6Н ГОСТ 11871-88	2	
		9		Кільце А22 ГОСТ 13940-86	2	
		10		Кільце 045-051-3,6 ДСТУ ГОСТ 18829:2019	2	
		11		Манжета Е30-050-4 ТУ2290-004-48774662-2002	2	
		12		Ущільнення Е11-080-1 ТУ2290-004-48774662-2002	2	
		14		Манжета 1-30х20 ГОСТ 18829-73	1	
		15		Брудознімач А02-В ГОСТ 24811-81		
		16		Гвинт М3-6дх8.45Н.40Х.05 ГОСТ 1482-84	5	
08-26.МКР.08.00.00.000						
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата
Разрад.		Жигаров К.Ю.				
Пров.		Савуляк В.В.				
Н.контр.		Сердюк О.В.				
Утв.		Козлов Л.Г.				
Гідроциліндр двосторонньої дії				Лит.	Лист	Листов
					1	2
ВНТУ, зр.1ГМ-20мз						

08-26.МКР.02.00.006

$\sqrt{Ra\ 12,5 (\checkmark)}$



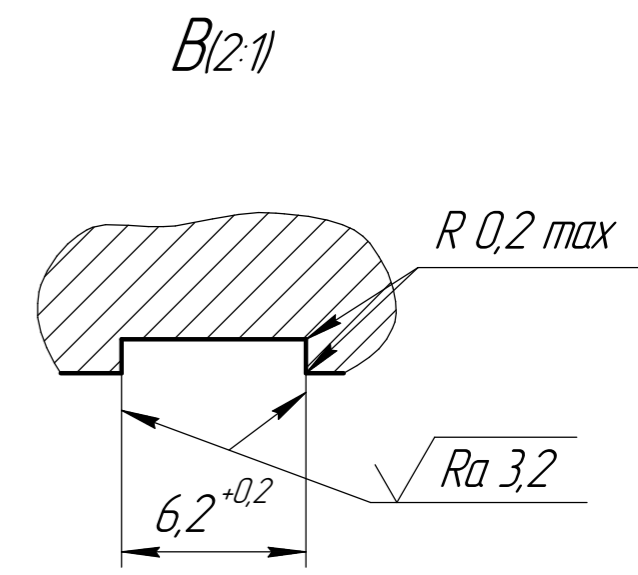
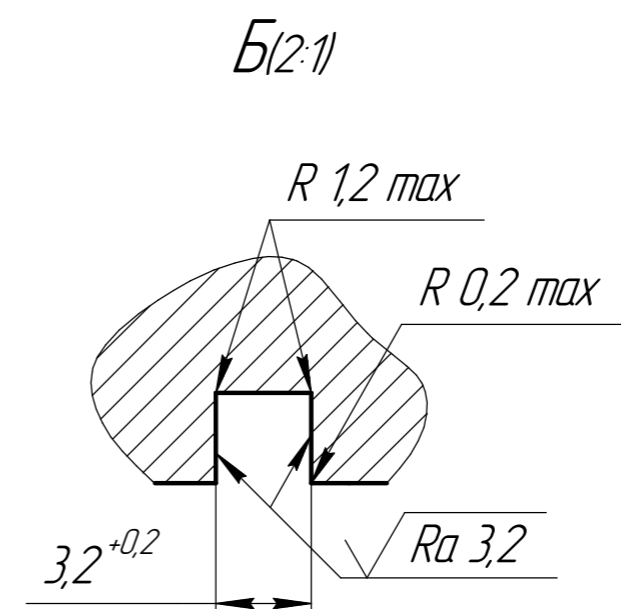
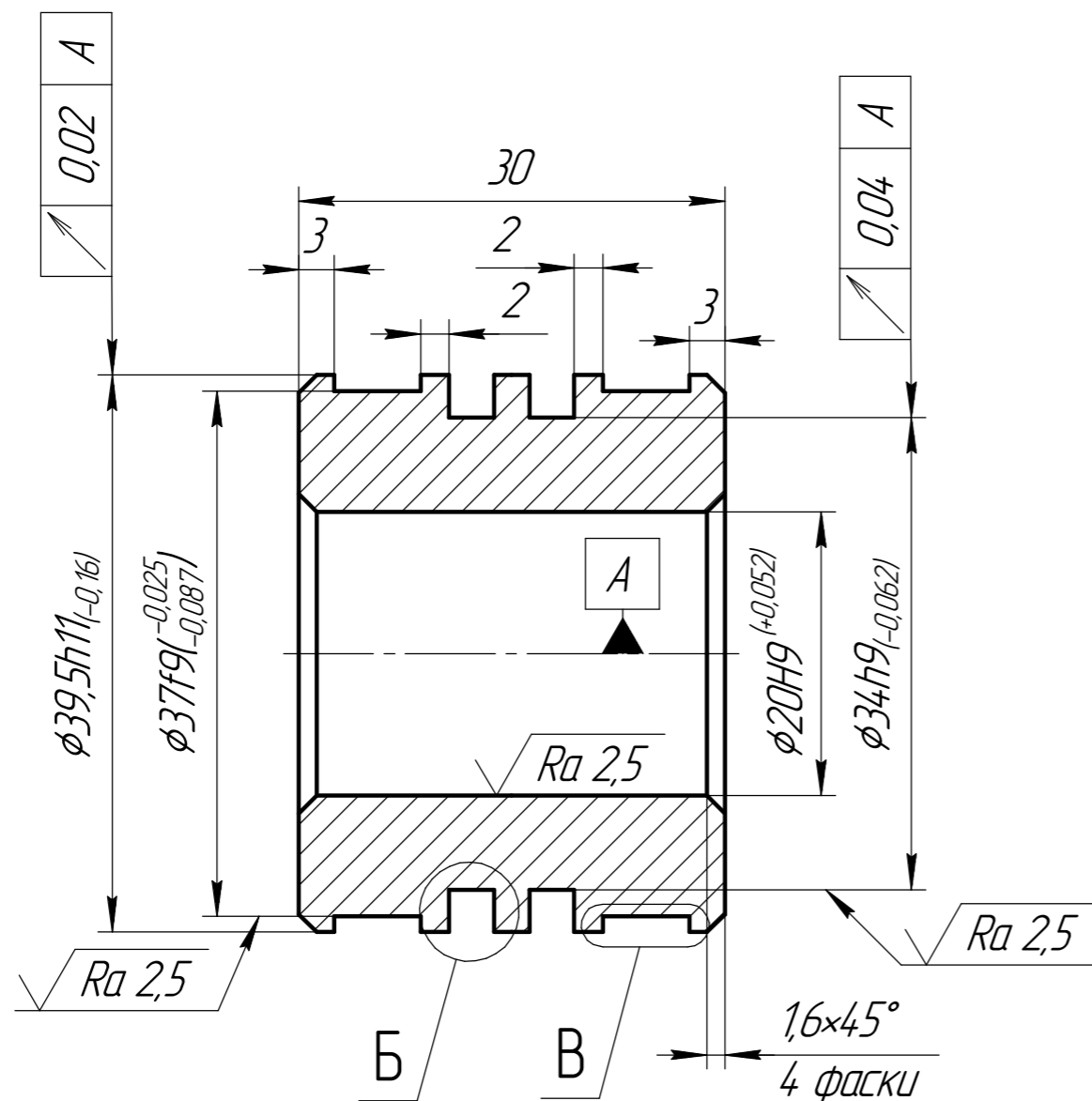
- *Размір для довідок.
- H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.

Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инд. № дюрл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инд. № подл.

08-26.МКР.02.00.006								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Гильза	Лит.	Масса	Масштаб
	Разраб.	Жигаров К.Ю.				0	1,8	1:1
Проб.	Савуляк В.В.				Лист	Листов	1	
Т.контр.					Труба	50x6 ГОСТ 9567-75	ВНТУ, зр. 1ПМ-20М3	
Н.контр.	Сердюк О.В.					В20 ГОСТ 8731-74		
Утв.	Козлов Л.Г.				Копировал		Формат А3	

08-26.МКР.02.00.005

$\sqrt{Ra\ 6,3}$ (✓)



1. H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.
2. Допускається виготовлення зі сталі сталі 35 ГОСТ 1050-88.

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Изм. № дораб.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Изм. № подл.

				08-26.МКР.02.00.005				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<h1>Поршень</h1>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Жигаров К.Ю.				0	1,7	1:1
Пров.		Савуляк В.В.				Лист 1		
Т.контр.						Листов 1		
Н.контр.		Сердюк О.В.			В 42 ГОСТ 2590-88 Круг ст 45 ГОСТ 1050-88			
Утв.		Козлов Л.Г.						ВНТУ, зр. 1ПМ-20м3
						Формат А3		

08-26.МКР.02.00.004

Перв. примен.

Справ. №

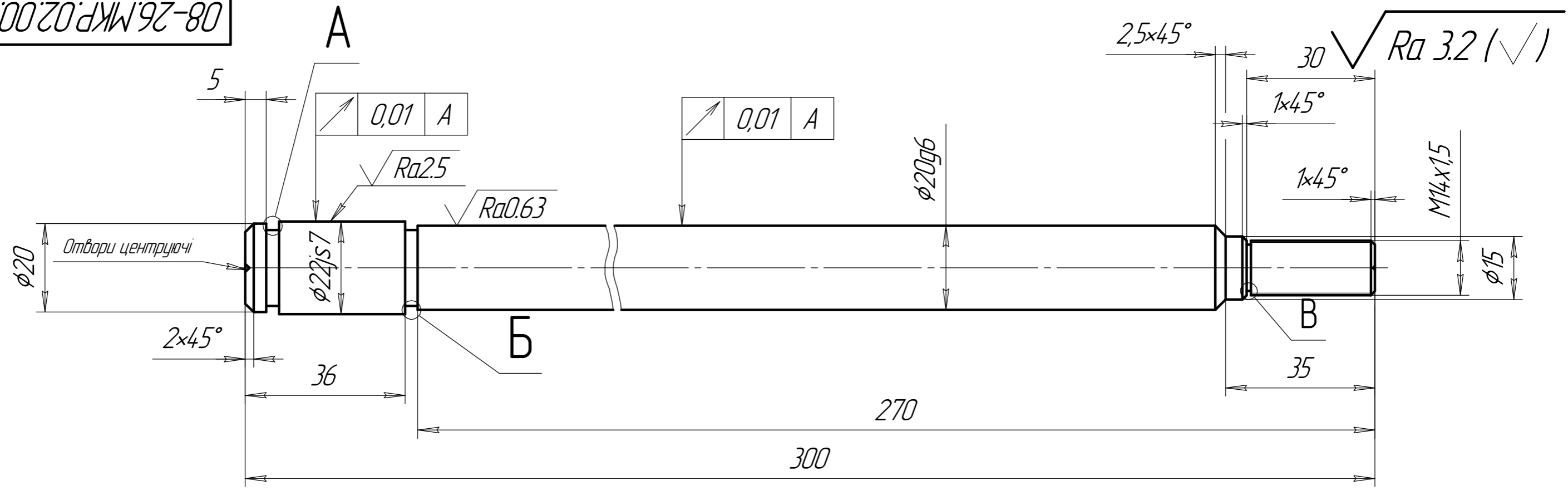
Подп. и дата

Изм. № докум.

Взам. инв. №

Подп. и дата

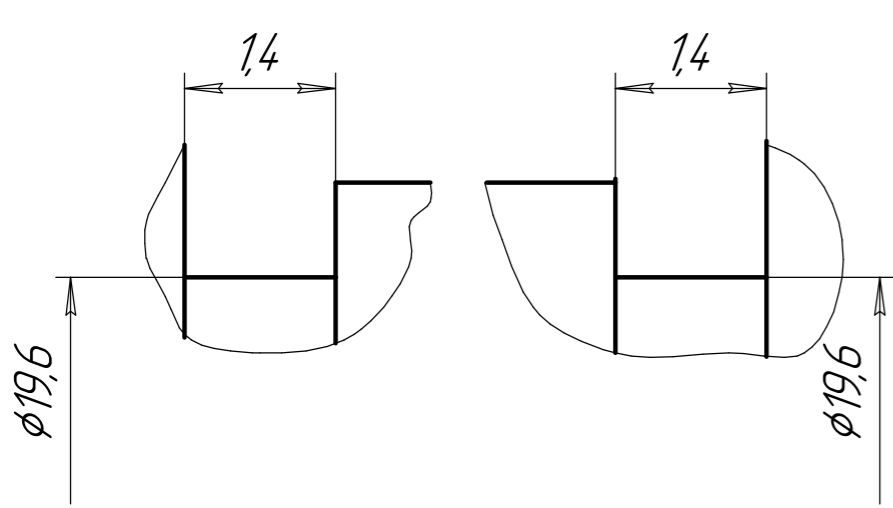
Изм. № подл.



A (5:1)

Б-О (5:1)

В (5:1)

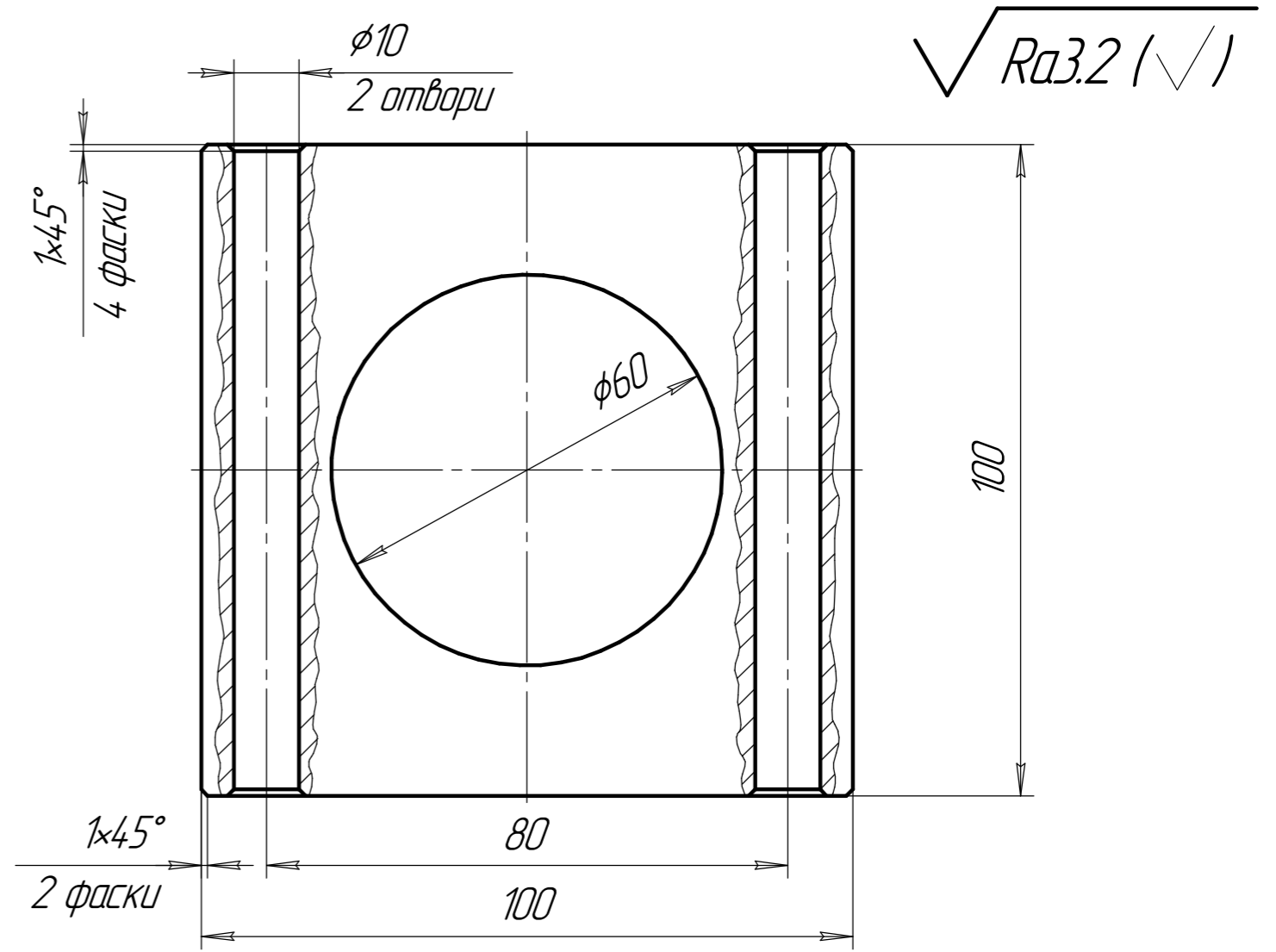
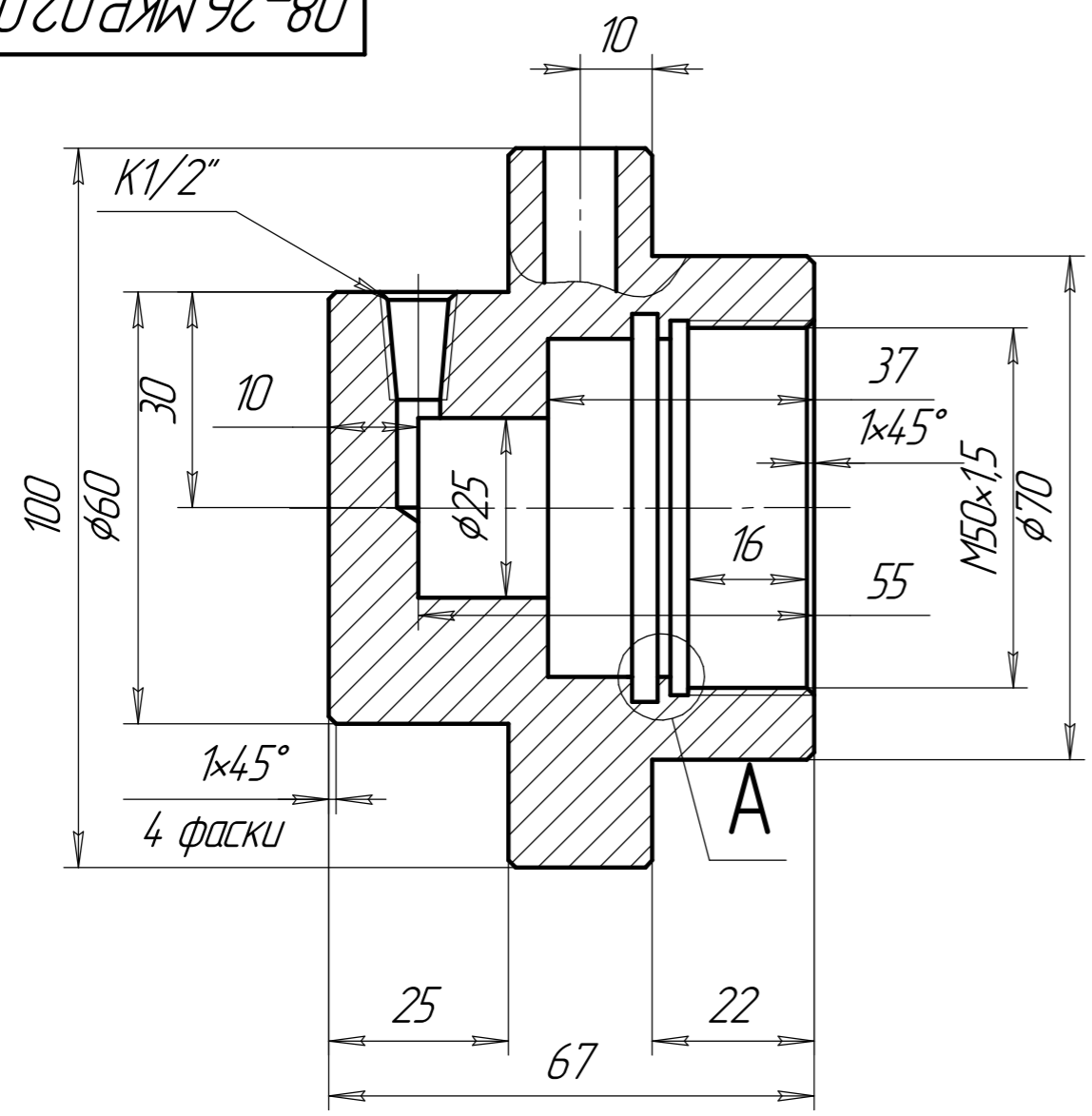


1. Не вказані граничні відхилення для валів по h14, отворів - H14, інших IT14 - $\pm \frac{1}{2}$.

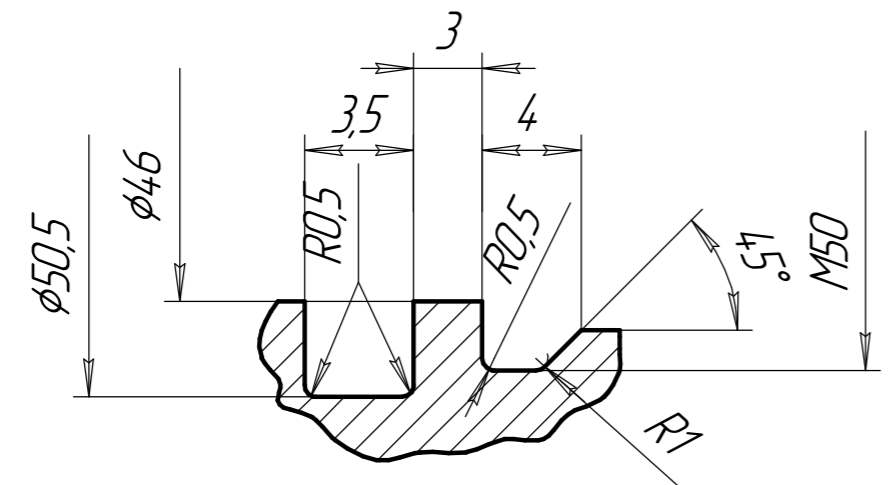
					08-26.МКР.02.00.004		
					Шток		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Жигаров К.Ю.			a	2,9	1:1
Проб.		Савуляк В.В.					
Т.контр.					Лист	Листов	
Н.контр.		Сердюк О.В.			ВНТУ, зр. 1ПМ-20м3		
Утв.		Козлов Л.Г.					
					Круж В1 27 ДСТУ 4738:2007 45 ГОСТ 1050-88		
					Копировал		
					Формат А3		

08-26.МКР.02.00.003

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инд. № дюрл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инд. № подл.



A(5:1)



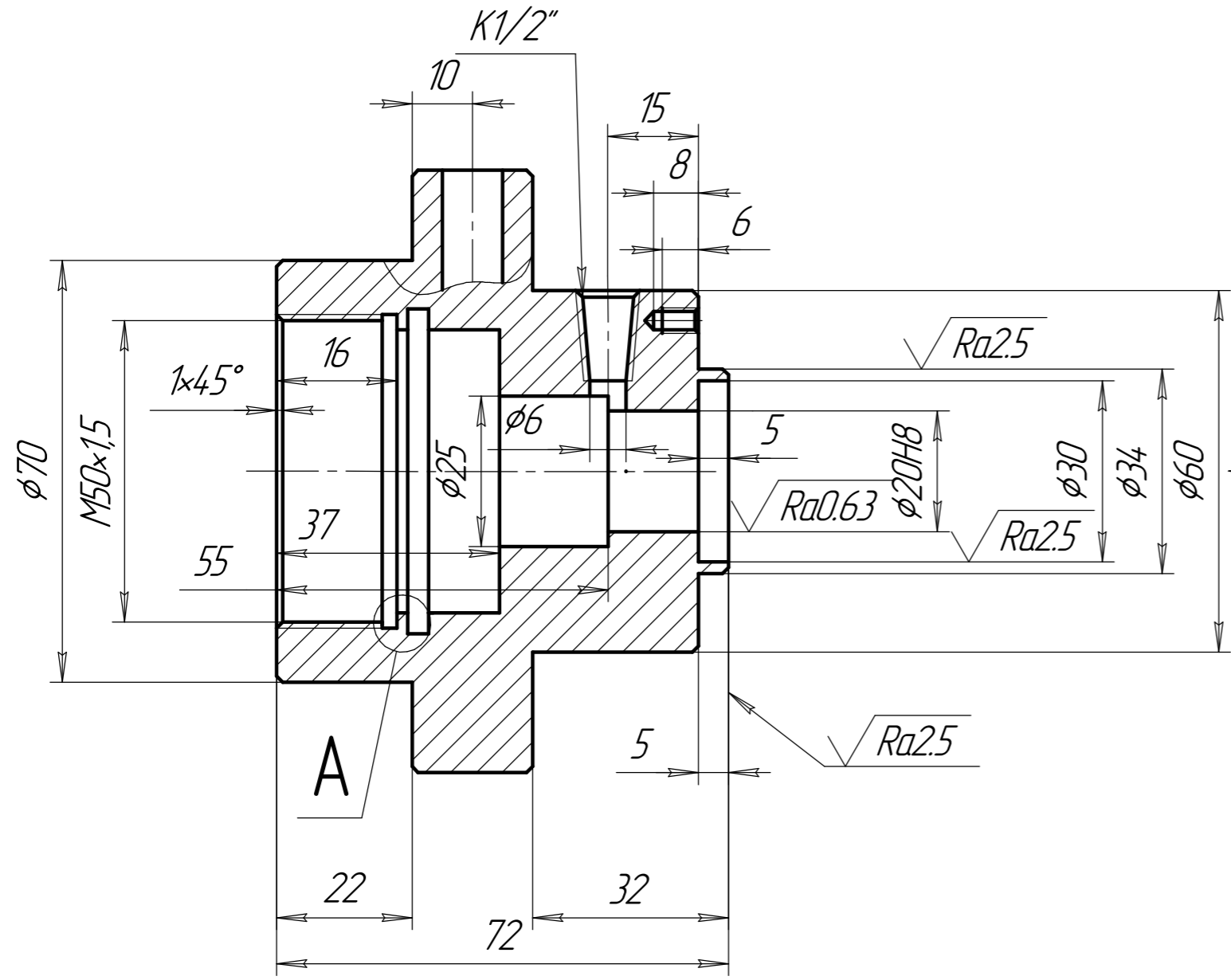
1. Не вказані граничні відхилення для валів - h14, отворів - H14, ступінчастих поверхонь - $\pm \frac{IT14}{2}$.

				08-26.МКР.02.00.003				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Кришка задняя	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Жигаров К.Ю.					а	1,6	1:1
Проб.	Савуляк В.В.					Лист	Листов	
Т.контр.								
Н.контр.	Сердюк О.В.				СЧ-30 ГОСТ 14 12-85	ВНТУ, зр.1ПМ-20мз		
Утв.	Козлов Л.Г.							

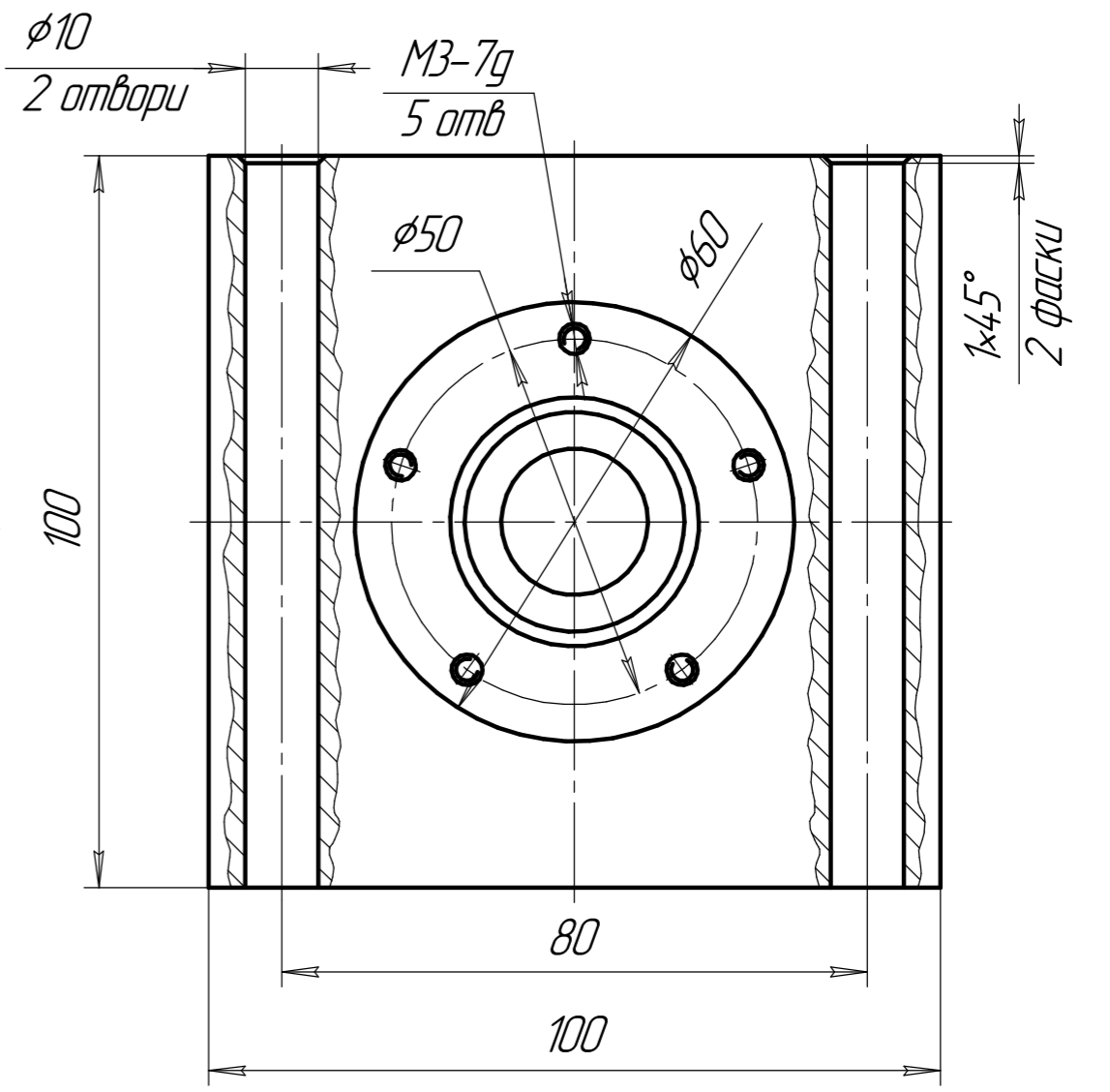
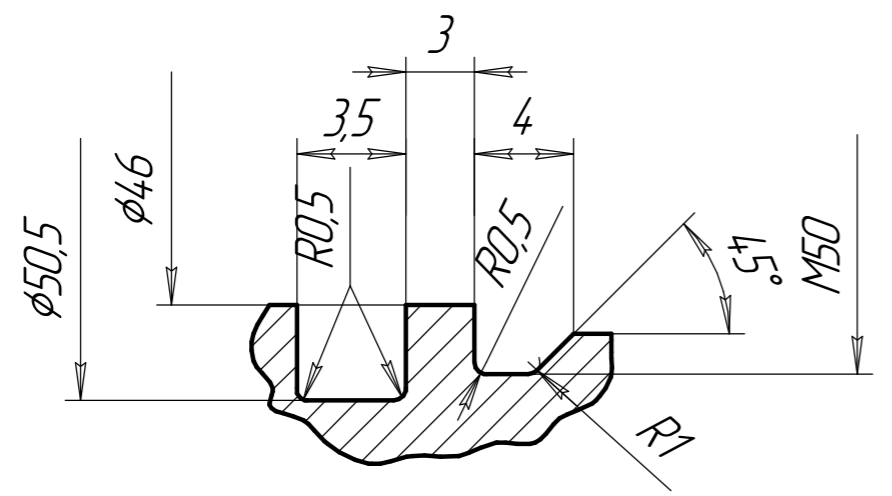
08-26.МКР.02.00.001

Б $\sqrt{Ra3.2 (\checkmark)}$

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дробл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.



A(5:1)

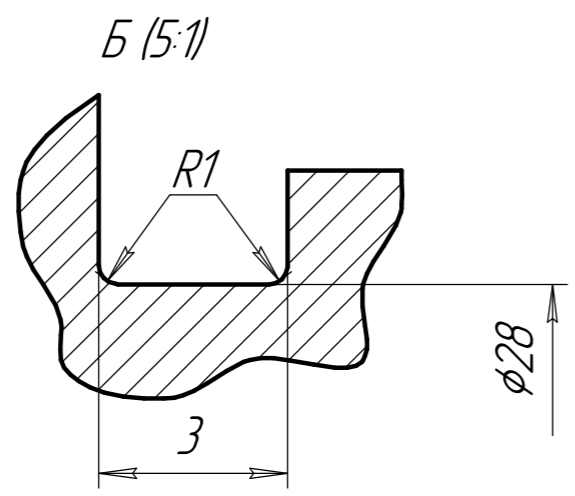
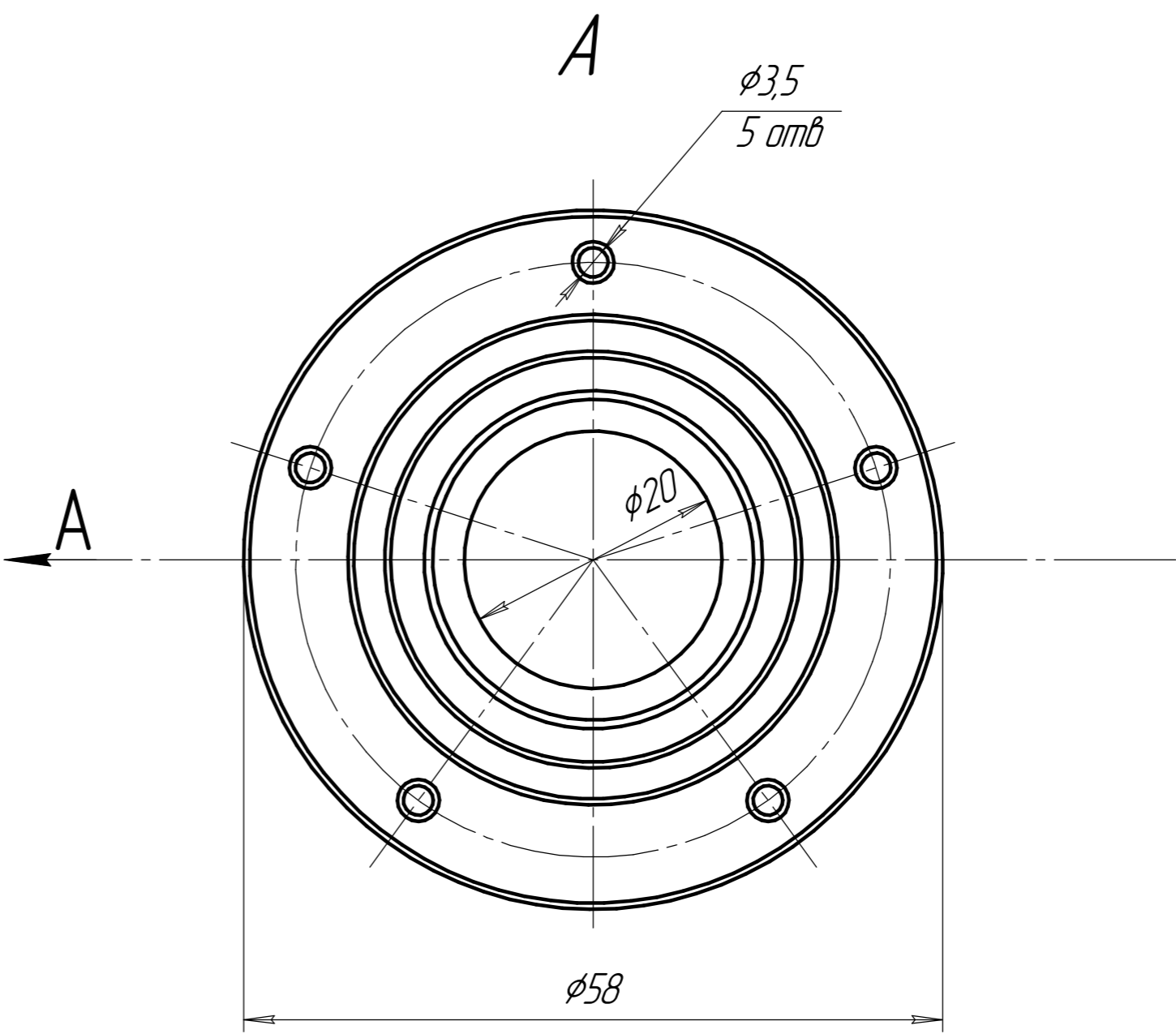
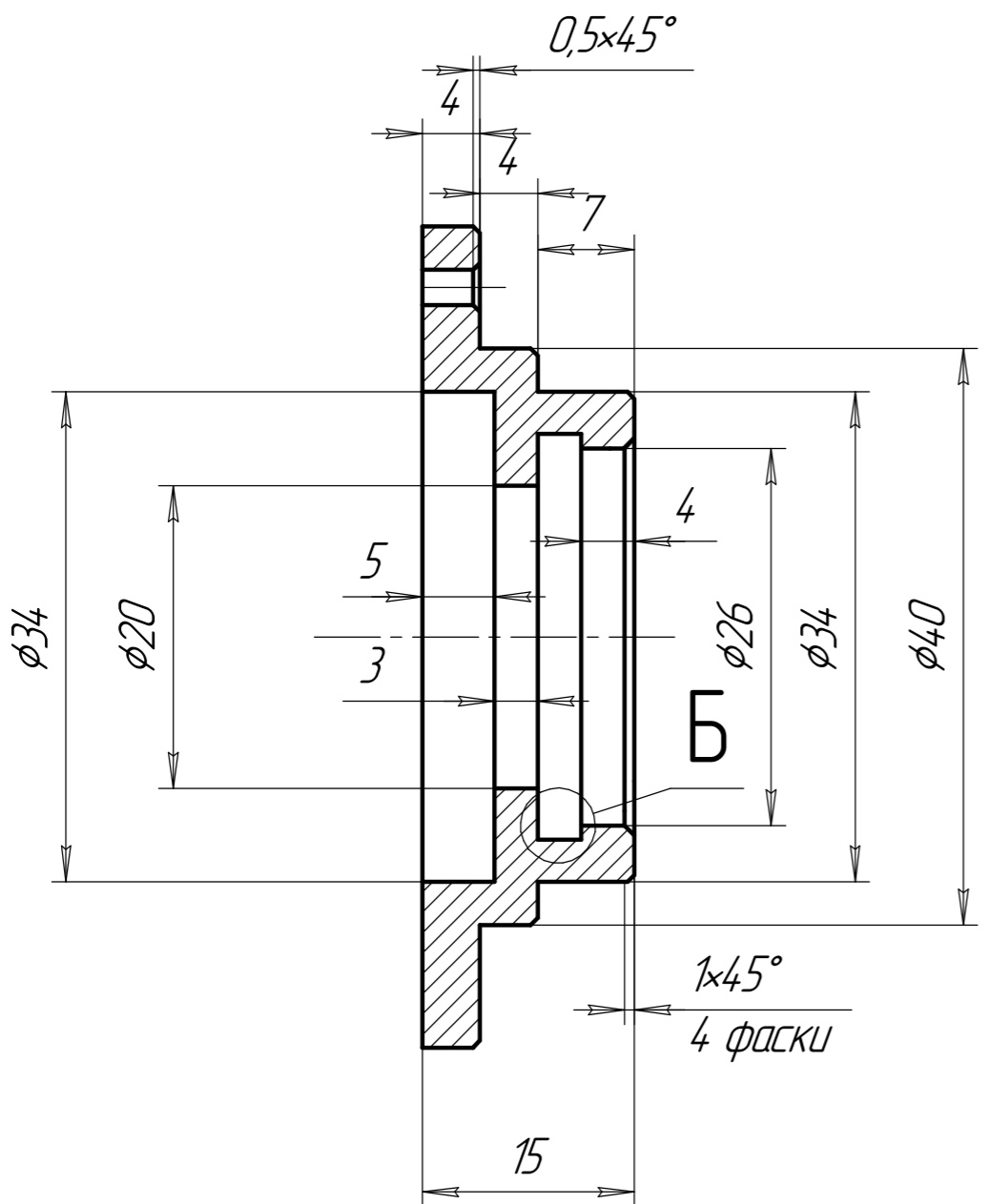


1. Не вказані граничні відхилення для валів - h14, отворів - H14, ступінчастих поверхонь - $\pm \frac{IT14}{2}$.

				08-26.МКР.02.00.001				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Кришка передня основна	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Жигаров К.Ю.				а	1,7	1:1
Проб.		Савуляк В.В.				Лист	Листов	
Т.контр.								
Н.контр.		Сердюк О.В.			СЧ-30 ГОСТ 14 12-85	ВНТУ, гр1ПМ-20мз		
Утв.		Козлов Л.Г.						

08-26.MKP.02.00.002

√ Ra3.2 (√)



Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Изм. № дораб.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Изм. № подл.

				08-26.MKP.02.00.002				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Кришка	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Жигаров К.Ю.				а	0,75	2:1
Проб.		Савуляк В.В.				Лист	Листов	
Т.контр.								
И.контр.		Сердюк О.В.			СЧ-30 ГОСТ 14.12-85	ВНТУ, зр.1ПМ-20м3		
Утв.		Козлов Л.Г.						

Копировал

Формат А3

Схема збирання "Гільза в зборі"

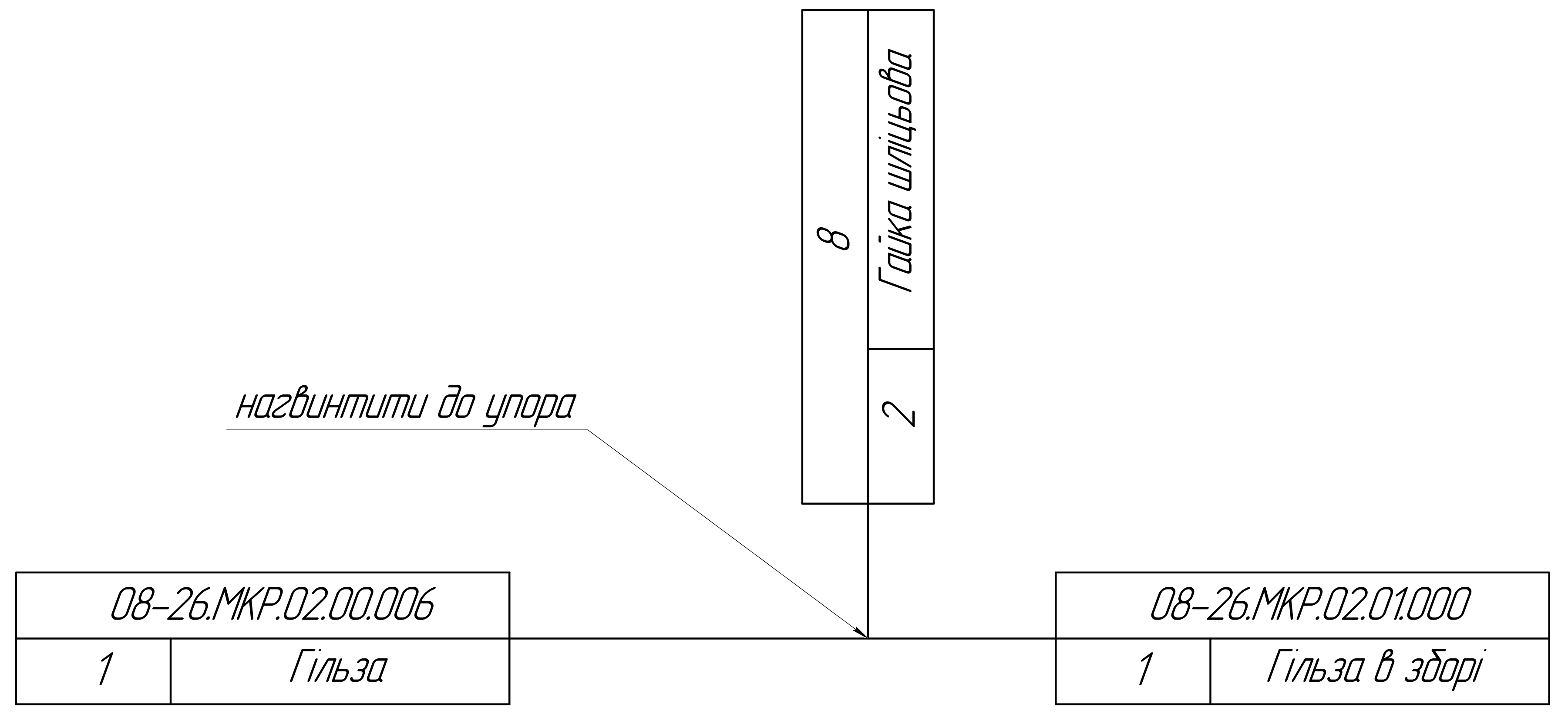


Схема збирання "Кришка передня основна в зборі"

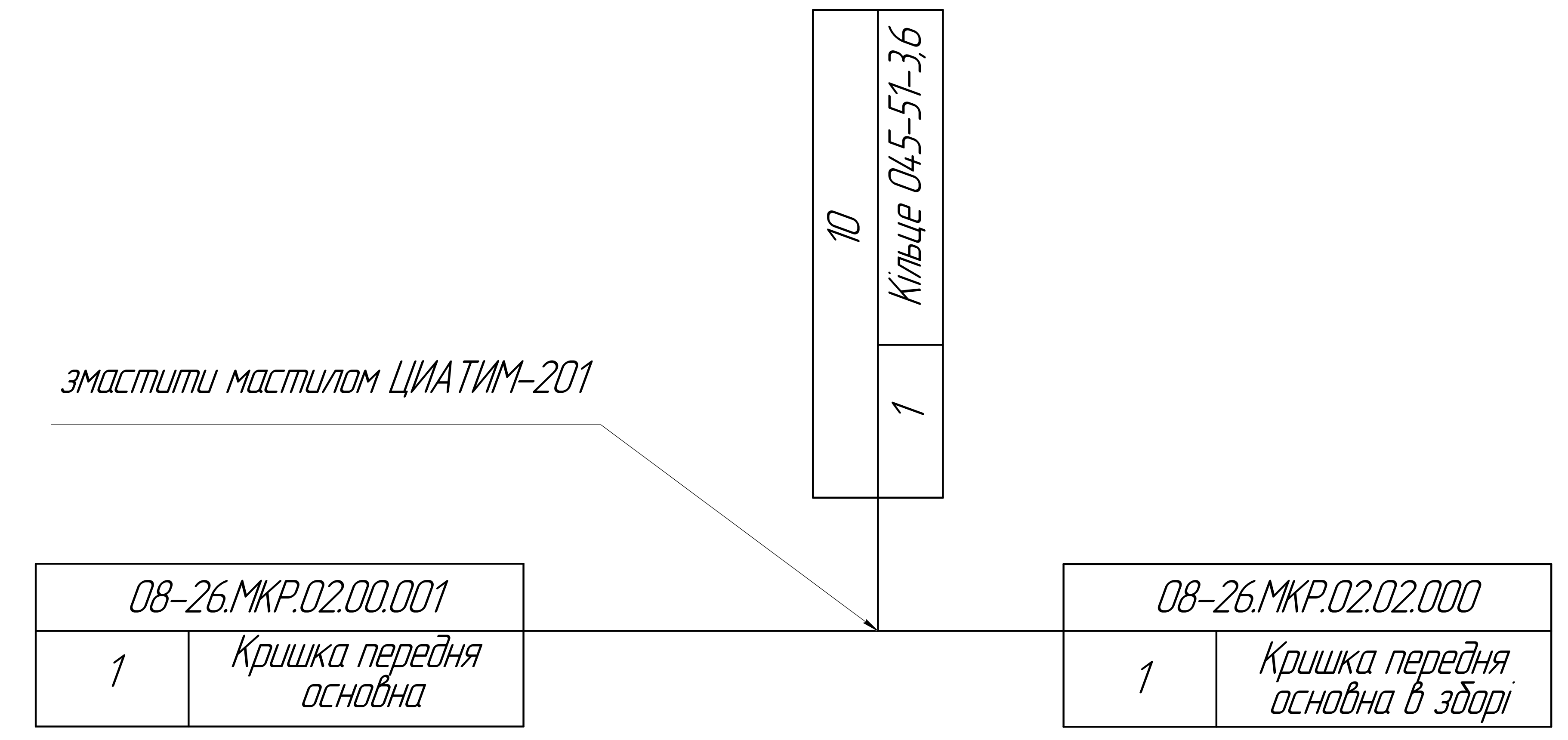


Схема збирання "Кришка в зборі"

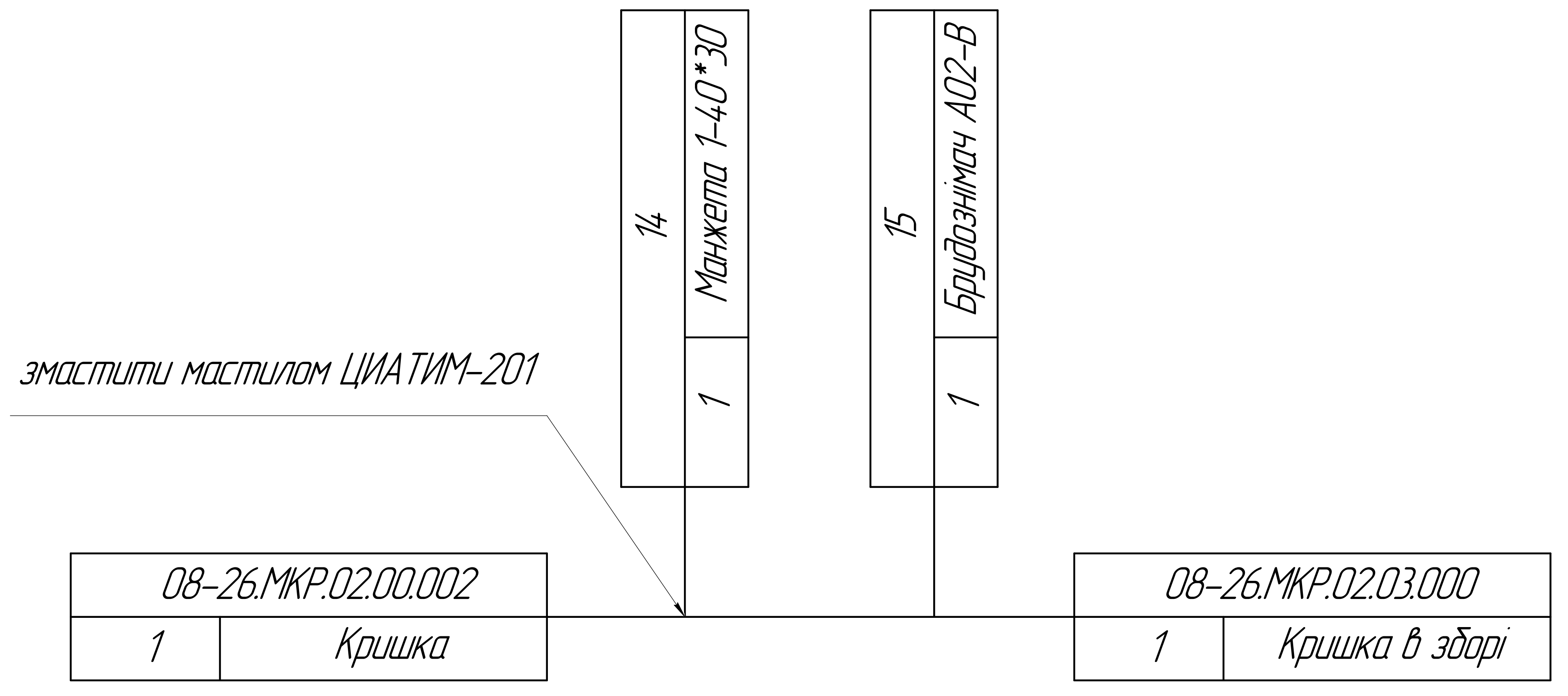


Схема збирання "Поршень в зборі"

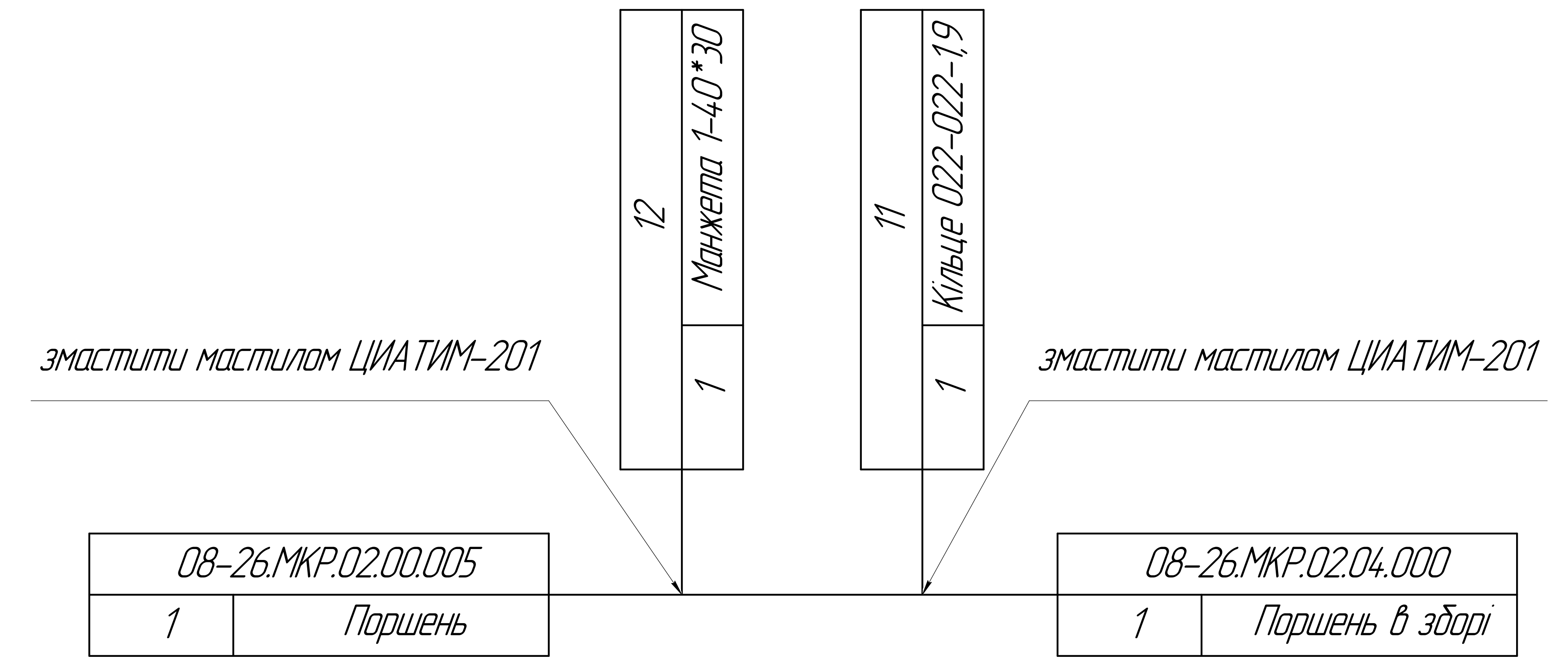


Схема збирання "Шток в зборі"

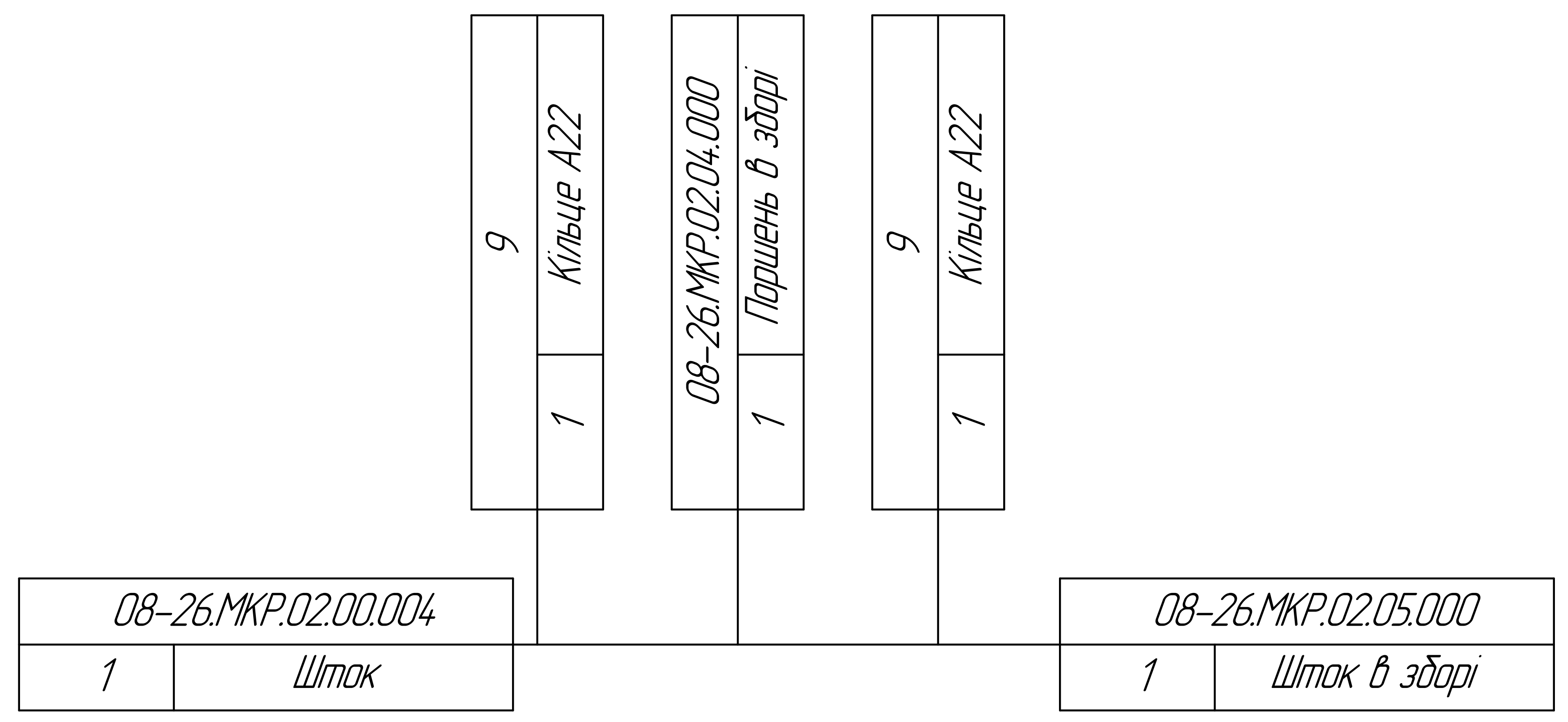


Схема збирання "Кришка задня в зборі"

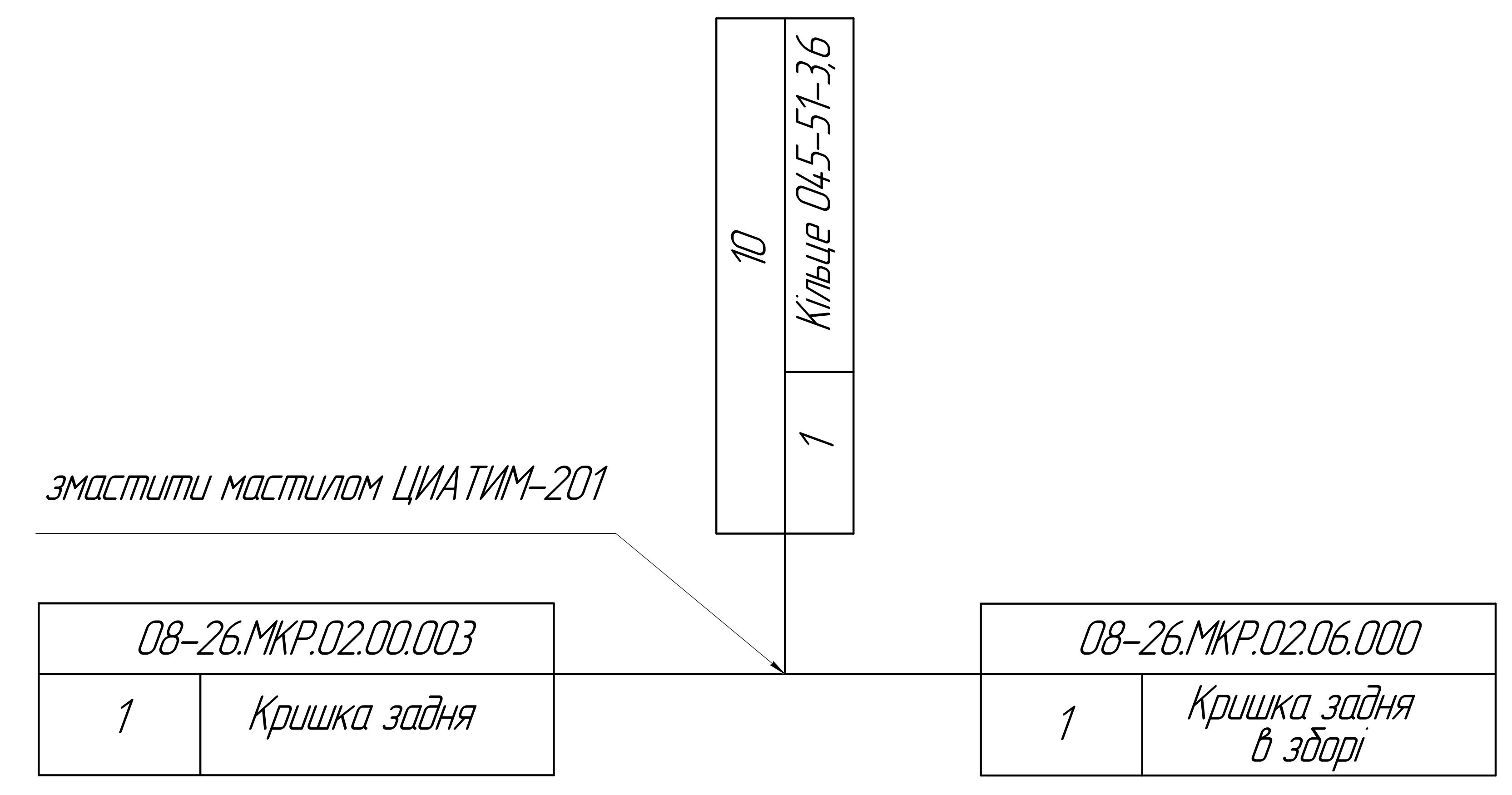
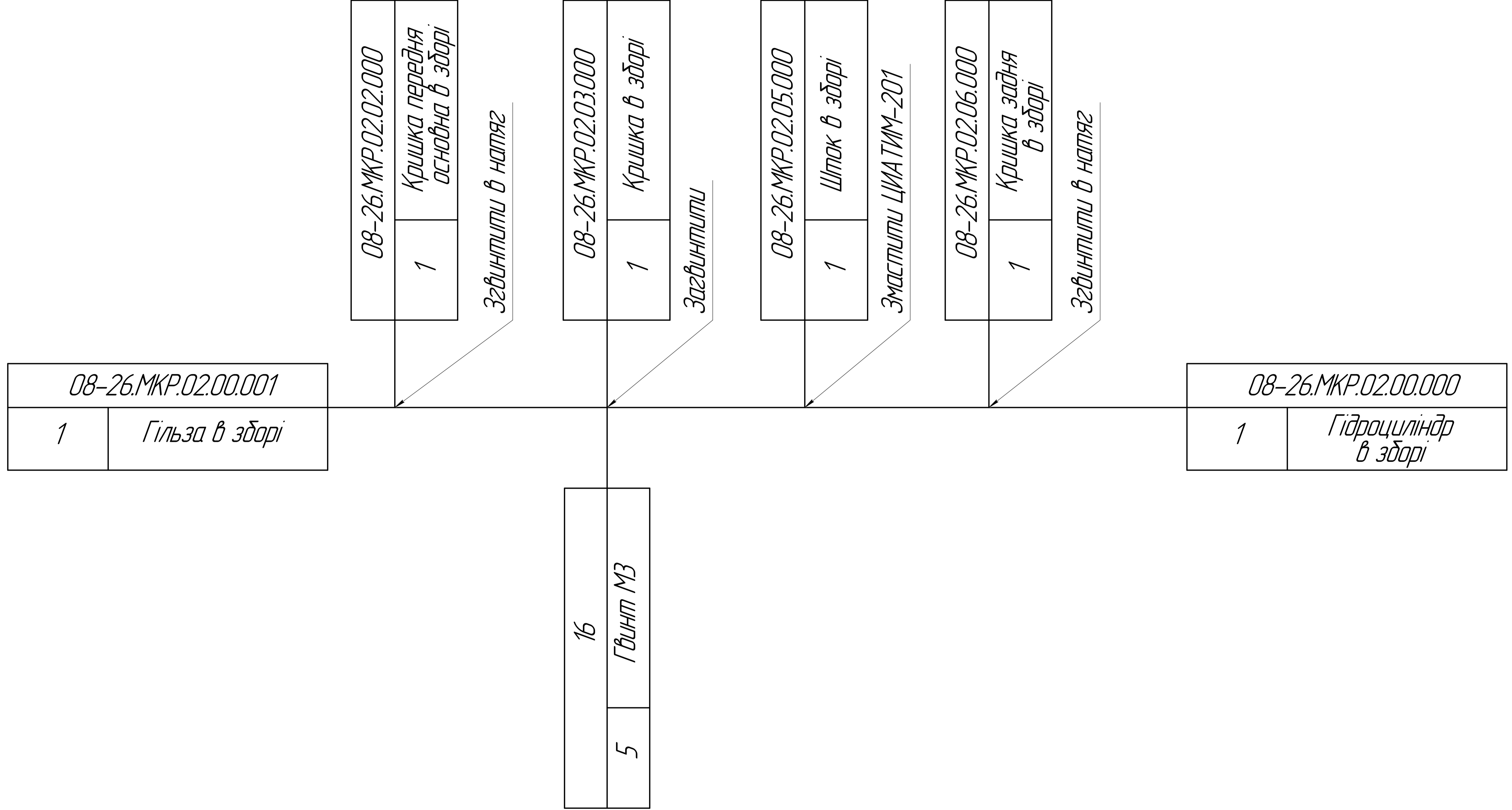


Схема збирання вузла "Гідроциліндр двосторонньої дії"



Маршрут механічної обробки деталі "Гільза"

№пер	Найменування операції та зміст переходу	Схема установки деталі та ескіз обробки	Обладнання
1	2	3	4
005	<p>Токарно-револьверна з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити заготовку. 2. Підрізати торець 1 згідно ескізу. 3. Точити поверхню 2 і 3 однократно. 4. Нарізати різь 3 згідно ескізу. 5. Відрізати заготовку в розмір згідно ескізу. 		Токарно-револьверний верстат з ЧПК моделі 1В34.0Ф30
010	<p>Токарно-револьверна з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити заготовку. 2. Підрізати торець 1 згідно ескізу. 3. Точити поверхню 2 і 3 однократно. 4. Нарізати різь 3 згідно ескізу. 5. Зняти деталь. 		Токарно-револьверний верстат з ЧПК моделі 1В34.0Ф30

Лист № докум. Підпис і дата. Взам. інв. №. Маш. №. Діаг. №. Склад. №. Пер. прим. №.

				08-26.МКР.02.00.100 П/1		
Взам. Лист	№ док.м.	Підп.	Дата	Маршрут механічної обробки деталі "Гільза"		
Розроб.	Жигаров К.В.					
Проб.	Савуляк В.В.					
Т.контр.						
Н.контр.	Сердюк О.В.			Лист	Листів	1
Утв.	Козлов Л.			ВНТУ, зр 1ПМ-20мз		
				Копірабат Формат А1		

Маршрут механічної обробки деталі "Шток"

№пер	Найменування операції та зміст переходу	Схема установки деталі та ескіз обробки	Обладнання
1	2	3	4
005	<p>Токарно-револьверна з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити заготовку. 2. Підрізати торець 1 згідно ескізу. 3. Свердлити центрувальний отвір в поверхні 1. 4. Розвернути заготовку на 180°. 5. Підрізати торець 2 згідно ескізу. 6. Свердлити центрувальний отвір в поверхні 2. 7. Зняти заготовку. 		Токарно-револьверний верстат з ЧПК моделі 1В34.0Ф30
010	<p>Токарно-револьверна з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити заготовку 2. Точити по контуру поверхні 3, 9 і 10 однократно, поверхні 5 і 7 попередньо. 3. Точити поверхні 4, 6 і 8 однократно. 4. Точити поверхні 5 і 7 попередньо. 5. Точити поверхні 5 і 7 попередньо. 6. Точити поверхні 5 і 7 остаточно згідно ескізу 7. Нарізати різь на поверхні 10 однократно. 8. Зняти заготовку. 		Токарно-револьверний верстат з ЧПК моделі 1В34.0Ф30

08-26.МКР.02.00.200 П/1			
Взм.	Лист	№ док.	Підп.
Разраб.	Жигаров К.В.		
Проб.	Савуляк В.В.		
Т.контр.			
Н.контр.	Сердюк О.В.		
Утв.	Козлов Л.		
Маршрут механічної обробки деталі "Шток"			Лист 1
			Листов 1
			ВНТУ, зр. 1ПМ-20мз