

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут

Кафедра конструювання машин

«На правах рукопису»
УДК _____

До захисту допущено:
Завідувач кафедри
_____ Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО
«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за освітньо-професійною програмою «Конструювання та дизайн машин»

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

на тему: «Пристосування для наплавки валів»

Виконав:

Студент VI курсу, групи МК-31мп

Сулима Богдан Олександрович _____

Науковий керівник:

доц., к.т.н. Даниленко О.В. _____

Рецензент: доц., к.т.н. Приходько В.П.

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

Прізвище, ім'я, по батькові _____

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.
Студент (-ка) _____

Київ – 2024 року

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання отримав

9. Дата видачі завдання_07.10.2024_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Літературний огляд та аналіз процесу наплавки.	07.10.24-14.10.24	Виконав
2	Аналіз існуючих методів відновлення валів	14.10.24-20.10.24	Виконав
3	Способи наплавлення.	20.10.24-30.10.24	Виконав
4	Патентно-інформативний пошук. Інформативно-аналітичний аналіз пристосувань для наплавки циліндричних поверхонь	30.10.24-10.11.24	Виконав
5	Розробка конструкції пристосування	10.11.24-12.12.24	Виконав
6	STARTUP – ПРОЕКТ	10.11.24-12.12.24	Виконав
7	Висновки	12.12.24	Виконав
8	Попередній захист	06.12.24	Виконав
9	Захист перед ДЕК	20.12.24	Виконав

Студент

Сулима Б.О.

Науковий керівник дисертації

Даниленко О.В.

АНОТАЦІЯ

Магістерська дисертація на тему «Пристосування для наплавки валів», містить 95 сторінок пояснювальної записки, рисунків 20, таблиць 7, джерел 20, ілюстрацій, що включають 15 слайдів презентації графічної частини.

Магістерська дисертація присвячена дослідженню, розробці та впровадженню раціональних методів відновлення валів машинобудівного обладнання, зокрема шляхом ремонтної наплавки.

У роботі проведено аналіз існуючих методів наплавки, їх особливостей і недоліків. На основі цього обґрунтовано вибір оптимального способу наплавки для відновлення циліндричних поверхонь. Виконано патентно-інформативний пошук, що дозволило систематизувати сучасні технічні рішення у сфері наплавки тіл обертання. Проведено інформаційно-аналітичний огляд пристосувань, що використовуються для реалізації таких процесів.

Основна частина роботи зосереджена на розробці конструкції пристосування для наплавки циліндричних поверхонь. Розроблено технічну документацію та виконано інженерні розрахунки ключових вузлів пристрою, таких як шпindel, приводи подачі, зубчасто-пасова передача.

Додатково запропоновано концепцію STARTUP-проєкту, спрямованого на комерціалізацію створеного пристосування. Оцінено техніко-економічні показники пристрою, його ефективність та доцільність впровадження у промислове виробництво.

Результати дослідження мають практичну значущість, оскільки сприяють зниженню витрат на ремонт деталей, підвищенню їх довговічності та забезпечують розвиток інновацій у сфері ремонтних технологій.

Ключові слова: ремонтна наплавка, вали, циліндричні поверхні, патентний пошук, пристосування, конструкція, інженерні розрахунки, STARTUP-проєкт.

ANNOTATION

Master's thesis on the topic "Devices for surfacing shafts", contains 87 pages of explanatory notes, 20 figures, 7 tables, 12 sources, illustrations, including 10 slides of the presentation of the graphic part.

The master's thesis is devoted to the research, development and implementation of rational methods for restoring shafts of machine-building equipment, in particular by means of repair surfacing.

The work analyzes existing surfacing methods, their features and disadvantages. Based on this, the choice of the optimal surfacing method for restoring cylindrical surfaces is justified. A patent-informative search was performed, which allowed to systematize modern technical solutions in the field of surfacing bodies of rotation. An information-analytical review of devices used to implement such processes was conducted.

The main part of the work focuses on the development of the design of a device for surfacing cylindrical surfaces. Technical documentation has been developed and engineering calculations of key components of the device, such as the spindle, feed drives, and gear-belt transmission, have been performed.

Additionally, a concept for a STARTUP project aimed at commercializing the created device has been proposed. The technical and economic indicators of the device, its efficiency, and the feasibility of implementing it in industrial production have been assessed.

The results of the study have practical significance, as they contribute to reducing the cost of repairing parts, increasing their durability, and ensuring the development of innovations in the field of repair technologies.

Keywords: repair surfacing, shafts, cylindrical surfaces, patent search, device, design, engineering calculations, STARTUP project.

ЗМІСТ

1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ ..	9
1.1. Актуальність дослідження та стан проблеми.....	9
1.1.1. Економічні аспекти проблеми.....	9
1.1.2 Недоліки існуючих методів.....	9
1.2. Аналіз існуючих методів відновлення валів	10
1.2.1. Детальний аналіз методів відновлення.....	10
1.3. Особливості процесу наплавлення валів	12
1.3.1. Фактори, що впливають на якість наплавленого шару.....	12
1.4. Методи наплавлення	12
1.5. Вибір раціонального способу ремонтної наплавки	24
1.6. Способи наплавлення тіл обертання.....	27
2. ПАТЕНТНО-ІНФОРМАТИВНИЙ ПОШУК. ІНФОРМАТИВНО-АНАЛІТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРИСТОСУВАНЬ ДЛЯ НАПЛАВКИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ	28
2.1. Патентно-інформативний пошук.....	28
2.2. Інформативно-аналітичний аналіз пристосувань для наплавки циліндричних поверхонь	30
3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТОСУВАННЯ.....	39
3.1. Опис конструкції	45
3.2. Розрахунок шпинделя	46
3.2.1. Вибір схеми шпиндельного вузла (ШВ).....	46
3.2.2. Підбір підшипників	46
3.2.3. Реакції в опорах і їх радіальна твердість	47
3.2.4. Оптимальна між опорна відстань	49
3.2.5. Радіальна твердості шпиндельного вузла	50
3.2.6. Радіальне биття опор.....	51
3.2.7. Власна частота обертання.....	51
3.3. Розрахунок приводів подач пристосування.....	52
3.4. Розрахунок зубчасто-пасової передачі.....	55

4. STARTUP – ПРОЄКТ.....	65
Висновок.....	74
Список використаних джерел.....	76
Додатки	78

ВСТУП

Актуальність теми. Проблема зносу деталей машин та механізмів є однією з найгостріших у сучасній промисловості. Вали, як основні обертальні елементи, піддаються інтенсивним механічним та термічним навантаженням, що призводить до їх передчасного виходу з ладу. Традиційні методи відновлення валів, такі як механічна обробка або заміна на нові деталі, є трудомісткими, коштовними та не завжди ефективними.

Напавлення – це перспективний метод відновлення зношених поверхонь деталей, який дозволяє відновити геометричні розміри, покращити фізико-механічні властивості та продовжити термін служби деталей. Завдяки своїй універсальності та високій ефективності, наплавка широко застосовується в різних галузях промисловості: машинобудуванні, енергетиці, металургії тощо.

Однак, ефективність процесу наплавки значною мірою залежить від якості обладнання та технологічних параметрів. Існуючі пристосування для наплавки валів мають ряд недоліків, таких як низька точність позиціонування, обмежені можливості регулювання параметрів процесу, складність обслуговування тощо. Це спричиняє погіршення якості напавлених шарів, нерівномірності товщини та появи дефектів, що негативно впливає на експлуатаційні характеристики відновлених деталей.

1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ

1.1. Актуальність дослідження та стан проблеми

Проблема зношування деталей машин і механізмів, особливо таких критично важливих елементів, як вали, залишається однією з найбільш актуальних задач у сучасній промисловості. Інтенсивні навантаження, що виникають під час експлуатації, призводять до різних видів зношування: абразивного, фрикційного, корозійного, втоми і т.д. Кожен з цих видів зношування зумовлює зміну працездатності та довговічність обладнання.

1.1.1. Економічні аспекти проблеми

Несвоєчасне виявлення та усунення зношування валів може призвести до серйозних наслідків:

- простій обладнання: зношування валів часто призводить до поломок та вимушених простоїв обладнання, що тягне за собою значні економічні втрати;
- збільшення витрат на ремонт: заміна зношених валів на нові потребує суттєвих фінансових вкладень;
- зниження якості продукції: зношування валів може призвести до зниження точності обробки, погіршення якості готової продукції та збільшення браку.

Наплавлення як метод відновлення зношених поверхонь деталей представляє собою перспективний напрямок у галузі ремонту та відновлення обладнання. Воно дозволяє відновити геометричні параметри, покращити фізико-механічні властивості поверхневого шару та продовжити термін служби деталей.

1.1.2 Недоліки існуючих методів

Незважаючи на всі переваги, метод наплавлення має і свої недоліки, пов'язані з якістю отриманих покриттів та продуктивністю процесу. До основних недоліків можна віднести:

низька точність позиціонування: неточна установка джерела наплавлення призводить до нерівномірності товщини наплавленого шару та появи дефектів;

обмежені можливості регулювання параметрів: складність точної настройки параметрів процесу наплавлення, таких як сила струму, швидкість подачі дроту, напруга дуги, спричиняє погіршення якості покриття;

висока вартість: висока вартість обладнання та витратних матеріалів обмежує застосування наплавлення у ряді випадків;

вплив на навколишнє середовище: деякі методи наплавлення супроводжуються виділенням шкідливих речовин та вимагають спеціальних заходів безпеки.

1.2. Аналіз існуючих методів відновлення валів

1.2.1. Детальний аналіз методів відновлення

Крім наплавлення, для відновлення зношених валів застосовуються й інші методи:

механічна обробка: точіння, фрезерування, шліфування. Дані методи дозволяють відновити геометричні параметри вала, однак призводять до зменшення його діаметра та можуть викликати появу залишкових напружень;

термічна обробка: загартування, відпуск. Підвищує твердість та зносостійкість поверхневого шару, але може призвести до деформації вала;

хіміко-термічна обробка: цементація, азотування. Дозволяє отримати поверхневий шар з підвищеною твердістю та зносостійкістю, але вимагає тривалого часу та спеціального обладнання;

нанесення покриттів: газотермічне напилення, плазмове напилення, електрохімічне осадження. Дозволяє нанести тонкі покриття з заданими

властивостями, але має обмежену товщину покриття і не завжди забезпечує міцне зчеплення з основою.

Табл. 1.1. Порівняльний аналіз методів реставрації валів

Метод відновлення	Переваги	Недоліки	Область застосування
Механічна обробка	Висока точність обробки	Зниження діаметра вала, поява залишкових напружень	Відновлення геометричних параметрів
Термічна обробка	Підвищення твердості та зносостійкості	Деформація вала	Захист від зношування та корозії
Хіміко-термічна обробка	Підвищена твердість і стійкість поверхневого шару до зношування	Тривалість процесу, складність обладнання	Захист від зношування та корозії
Нанесення покриттів	Висока точність нанесення, можливість створення композиційних покриттів	Обмежена товщина покриття, не завжди високе зчеплення з основою	Захист від зношування, корозії, знос
Наплавлення	Відновлення великих об'ємів металу, можливість нанесення різних матеріалів	Низька точність позиціонування, можливість утворення дефектів	Відновлення геометричних параметрів, підвищення зносостійкості

1.3. Особливості процесу наплавлення валів

Процес наплавлення включає в себе такі основні етапи:

- підготовка поверхні вала до наплавлення;
- вибір матеріалу для наплавлення залежно від залежності експлуатаційних умов вала;
- вибір методу наплавлення (дугове, плазмове, лазерне, електронно-променеве) ;
- вибір режиму наплавлення (сила струму, швидкість подачі дроту, напруга дуги, швидкість переміщення джерела тепла) ;
- контроль якості наплавленого шару.

1.3.1. Фактори, що впливають на якість наплавленого шару

Якість наплавленого шару залежить від багатьох факторів, таких як:

- матеріал основи та наплавлюваного матеріалу;
- метод наплавлення та його параметри;
- підготовка поверхні перед наплавленням;
- охолодження наплавленого шару;
- наявність дефектів у наплавленому шарі.

1.4. Методи наплавлення

Наплавлення – це технологія нанесення розплавленого металевго шару на розігріту металеву поверхню шляхом плавлення присадкового матеріалу за допомогою теплоти газового полум'я, електричної або плазмової дуги.

Ручне дугове наплавлення покритими електродами (РДН) є універсальним методом, який дозволяє наплавляти деталі різної форми та призначення в будь-якому просторовому положенні. Легування наплавленого металу здійснюється через стрижень електрода або його покриття. Щоб уникнути надмірного змішування основного та наплавленого металів, щільність струму повинна становити не більше 10-12 А/мм².

Переваги РДН: простота, доступність та мобільність обладнання і технології, здатність забезпечувати наплавлений метал із майже будь-якою системою легування.

Недоліки: обмежена продуктивність, складні умови виконання роботи, варіативність якості наплавленого шару, а також суттєве проплавлення базового металу.

Ручне дугове наплавлення - це метод, при якому електрод з покриттям плавиться під дією електричної дуги, утворюючи краплю розплавленого металу. Ця крапля переноситься на деталь і заповнює підготовлену канавку або нерівність. Покриття на електроді служить для захисту зони зварювання від впливу повітря, стабілізації горіння дуги і легування наплавленого металу.

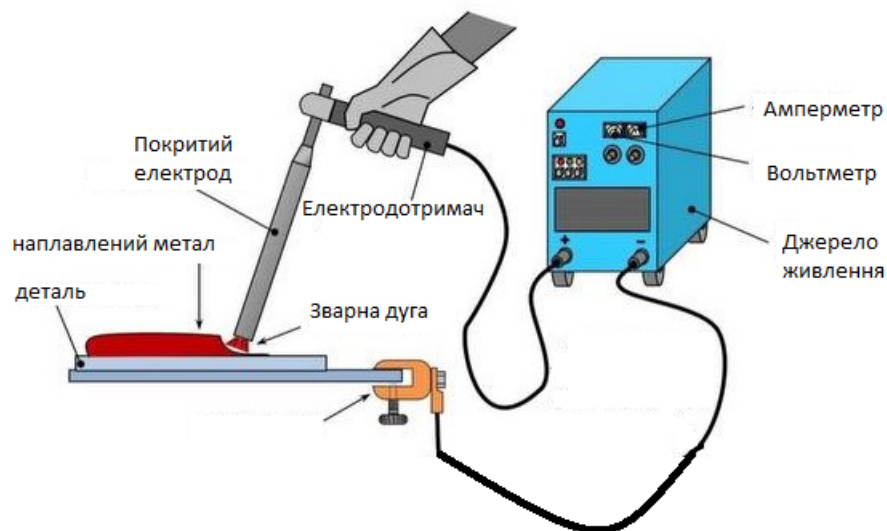


Рисунок 1.1 – Схема ручного дугового наплавлення покритими електродами [12]

РДН використовується для:

- відновлення зношених деталей (вали, шестерні, втулки);
- нанесення захисних покриттів (наприклад, для підвищення зносостійкості або корозійної стійкості);
- зміни геометричних розмірів деталей.

Півавтоматичне та автоматичне дугове наплавлення проволоками- застосовується механізоване наплавлення під флюсом однією проволокою (суцільною або порошковою) або стрічкою (холоднокатаної, порошкової або спеченої). Легування наплавленого металу здебільшого відбувається через використання електродного матеріалу, тоді як легуючі флюси застосовуються значно рідше. Під час дугового наплавлення за допомогою самозахисних або порошкових дрітів і стрічок досягається стабільність дуги, легування та захист розплавленого металу від контакту з азотом і киснем завдяки компонентам, що входять до складу сердечника електродного матеріалу. Наплавлення дротами в середовищі захисних газів застосовується рідше через недоліки, зокрема через інтенсивне розбризкування електродного металу та значну глибину проплавлення основного металу. Наприклад, при такому методі через високу проплавленість базового матеріалу досягти бажаного складу наплавленого металу можна лише після нанесення кількох шарів, зазвичай від третього до п'ятого. Водночас механізовані способи наплавлення дротами мають кілька значних переваг: універсальність застосування, високу продуктивність та здатність отримувати наплавлений метал з різними системами легування, що дозволяє адаптувати технологію до різноманітних завдань.

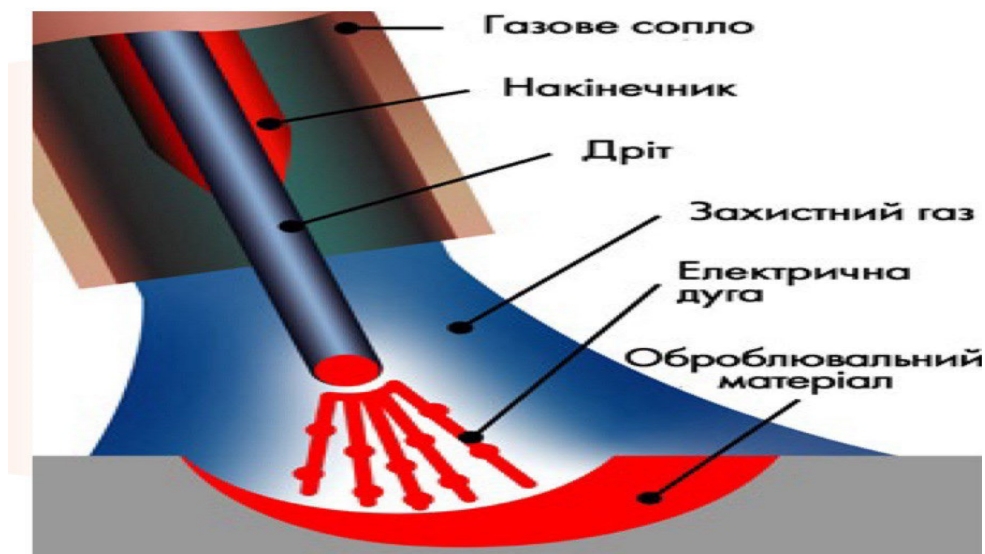


Рисунок 1.2 – Схема півавтоматичного наплавлення проволоками [13]

Електрошлакове наплавлення (ЕШН) базується на розплавленні основного і наплавлюваного металів завдяки теплу, яке виділяється у шлаковій ванні під час проходження через неї електричного струму. Цей процес зазвичай

виконується у вертикальному або нахиленому положенні, рідше – у горизонтальному, і переважно супроводжується примусовим формуванням наплавленого шару. Такий метод використовується у випадках, коли необхідно нанести шар металу значної товщини (понад 10 мм). У металургії ЕШН застосовується для наплавлення прокатних валків, у виробництві заготовок – для створення біметалів, а в гірничодобувній галузі – для ремонту зубів ковшів екскаваторів і крупномодульних шестерень. У машинобудуванні цей спосіб ефективний для відновлення штамів. Окремим напрямом є антикорозійне наплавлення стрічками, яке знаходить застосування в атомній енергетиці, нафтопереробній галузі та енергетичній промисловості.

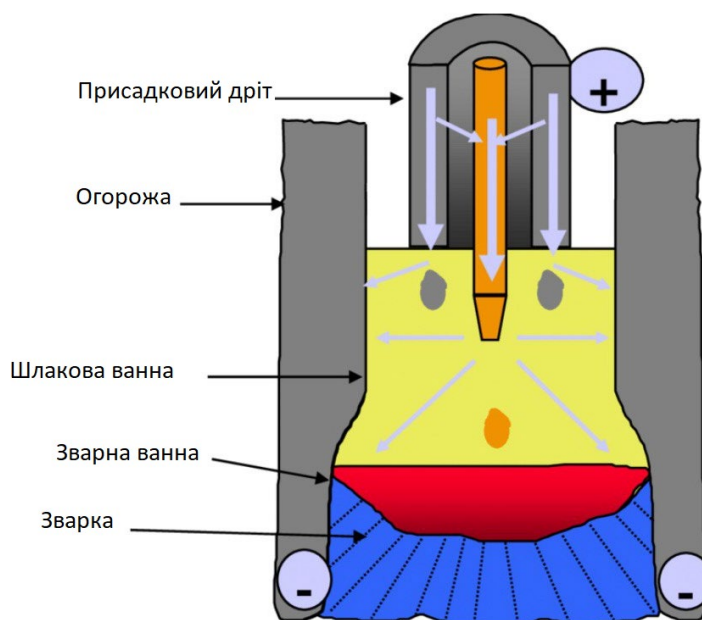


Рисунок 1.3 – Схема електрошлакового наплавлення [14]

Електрошлакове наплавлення (ЕШН) має низку переваг, серед яких стійкість процесу в широкому діапазоні густини струму (від 0,2 до 300 А/мм²), висока продуктивність, можливість наплавлення сталей і сплавів, що мають підвищену схильність до утворення тріщин, нанесення шарів великої товщини за один прохід, а також формування наплавленого металу необхідної форми з можливістю поєднання з електрошлаковим зварюванням. Однак метод має й недоліки, зокрема перегрів основного металу та зони термічного впливу через високу погонну енергію процесу, неможливість нанесення шарів малої товщини та значну тривалість підготовчих операцій.

Плазмово-дугове наплавлення (ПДН) полягає в нанесенні покриття на металеву поверхню за допомогою розплавленого дротового або порошкового матеріалу, використовуючи плазмову дугу як джерело тепла. Дуга утворюється між електродом плазмотрона і оброблюваною деталлю. Цей метод застосовується для виготовлення нових деталей із підвищеними зносо- і корозієстійкими властивостями поверхні, а також для відновлення розмірів зношених або дефектних деталей. Наплавлений шар, отриманий методом ПДН, має високу щільність, міцно зчіплюється з основним матеріалом і здатний витримувати високі динамічні навантаження, знакоперемінні навантаження, а також абразивне зношування.

До матеріалів, які підлягають наплавленню, належать вуглецеві, леговані та високолеговані сталі, леговані чавуни, сплави на основі заліза, нікелю та кобальту, кольорові метали і суміші з карбідами. Продуктивність ПДН залежить від типу використовуваного присадного матеріалу: для порошкових матеріалів вона може досягати до 10 кг/год, а для дротових — до 18 кг/год. Мінімальна товщина наплавленого шару становить 0,5 мм. Для наплавлення використовуються порошкові сплави з розмірами часток 60–300 мкм або зварювальні й наплавні дроти діаметром 1–3,6 мм. Процес може бути виконаний як в один, так і в кілька шарів, із застосуванням поперечних коливань або без них.

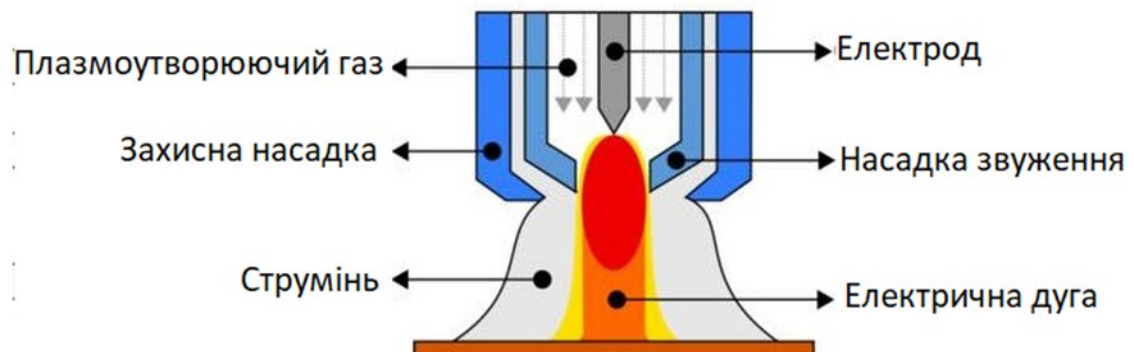


Рисунок 1.4 — Схема плазмово-дугового наплавлення [15]

Переваги:

- низька частка основного металу у складі наплавленого шару;
- висока стабільність і надійність дуги протягом процесу;
- мінімальний припуск для подальшої механічної обробки;

- максимальна продуктивність процесу;
- мінімальні витрати вольфрамового електрода;
- можливість наплавлення деталей невеликих розмірів;
- завдяки високому рівню механізації та автоматизації виробничого процесу забезпечується висока точність і якість виконання операцій..

ПДН застосовується при виготовленні та відновленні різних деталей обладнання нафтогазової промисловості, металургійних виробництв, сільськогосподарської техніки, тракторів, автомобілів, паперового виробництва, дорожніх машин, деревообробної промисловості, землесосних снарядів, гірничодобувного та гірничопереробного виробництва, штампів, прес-форм, ріжучого інструменту, ущільнювальних поверхонь енергетичного, хімічного та нафтового обладнання.

Індукційне наплавлення – процес, що легко піддається механізації та автоматизації, особливо ефективний в умовах серійного виробництва. Суть способу полягає в розігріві наплавлюваного матеріалу та поверхні основного матеріалу токами високої частоти під впливом потужного електромагнітного поля, яке генерується спеціальним пристроєм – індуктором. Застосовуються два основних варіанти індукційного наплавлення:

- з використанням твердого присадного матеріалу (порошкової шихти, стружки, литих кілець тощо), розплавлюваного індуктором безпосередньо на наплавлюваній поверхні;
- з використанням рідкого присадного металу, який виплавляється окремо і заливається на розігріту індуктором поверхню наплавлюваної деталі. Широко використовується в сільськогосподарському машинобудуванні.

Переваги: є невелика глибина пропавлення основного металу, здатність виконувати наплавлення тонких шарів, а також висока ефективність технології у серійному виробництві.

Недоліками є низький коефіцієнт корисної дії процесу, ризик перегріву основного металу, а також обмеження у виборі присадних матеріалів, які повинні мати температуру плавлення, нижчу за температуру плавлення основного металу.

Електроконтактне наплавлення (наварка) полягає у з'єднанні основного та присадного металів шляхом їх спільної пластичної деформації, що відбувається із пропусканням імпульсів електричного струму через місце контакту. Для цього використовуються модернізовані машини, розроблені на базі обладнання для

шовного контактного зварювання. Як присадні матеріали застосовують сталеві стрічки, дроти, порошки та їхні суміші. Цей метод широко використовується для ремонту та відновлення таких деталей, як вали, осі, штоки, фланці, барабани та інші елементи, знос яких по діаметру не перевищує 1,0–1,5 мм.

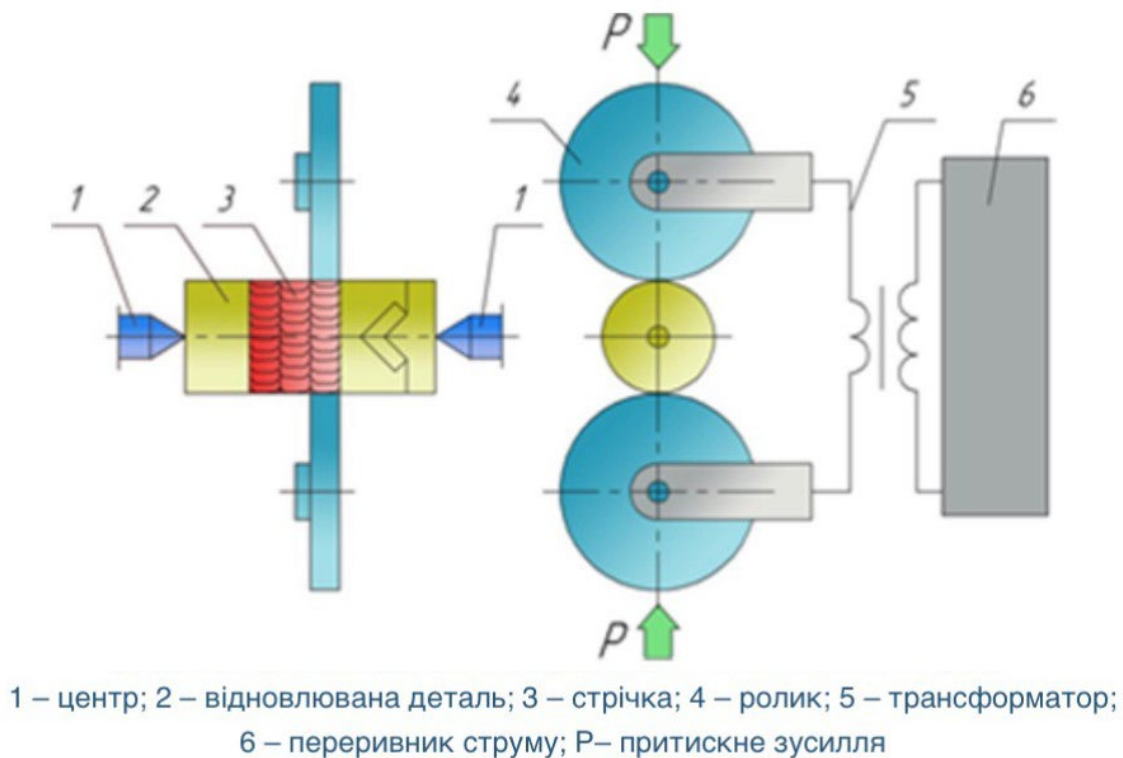


Рисунок 1.5 – Схема електроконтактного наплавлення [16]

Серед основних переваг електроконтактного наплавлення — відсутність проплавлення основного металу, що сприяє зменшенню деформацій наплавлених деталей, а також можливість створення шарів невеликої товщини. Однак цей метод має й певні недоліки, такі як низька продуктивність і обмежений вибір деталей, які можна піддавати обробці.

Лазерне наплавлення - розроблено три способи лазерного наплавлення: з подачею присадного порошку в зону плавлення, оплавлення попередньо нанесених паст, оплавлення напилених шарів. Вимогливі склади та властивості напавленого металу можна отримати вже в першому шарі малої товщини. У дослідно-промисловому виробництві лазерно-порошковим методом наплавляють

колінчасті та розподільчі вали двигунів внутрішнього згоряння, клапани та деякі інші деталі.

Переваги цього методу включають контрольоване і незначне проплавлення при високій міцності зчеплення, можливість нанесення тонких шарів (менше 0,3 мм), мінімальні деформації наплавлюваних деталей, а також здатність обробляти важкодоступні поверхні. Крім того, можна подавати лазерне випромінювання на кілька робочих місць, що значно зменшує час переналаштування обладнання. Однак цей метод має й низку недоліків, зокрема низьку продуктивність, невисокий коефіцієнт корисної дії процесу та високу вартість обладнання.

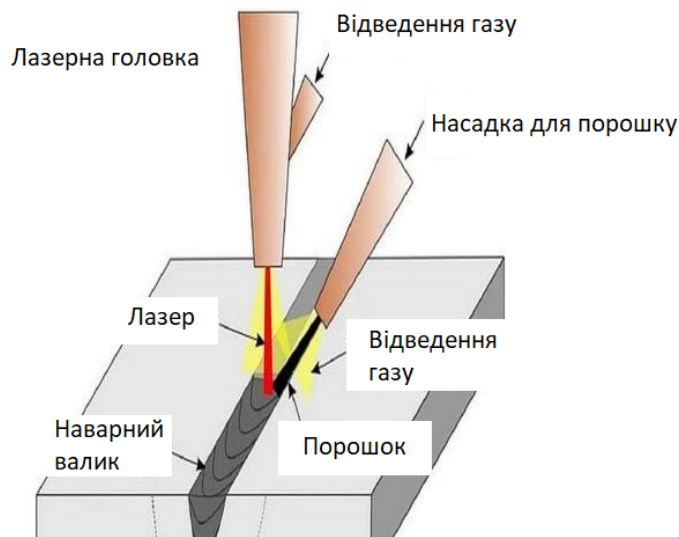


Рисунок 1.6 – Схема лазерного наплавлення [17]

Електронно-променеве наплавлення - використання для наплавлення електронного променя дозволяє окремо регулювати нагрів і плавлення основного та присадного матеріалів, а також звести до мінімуму їх перемішування. Наплавлення здійснюється з присадкою суцільної або порошкової проволоки. Оскільки наплавлення виконується в вакуумі, шихта порошкової проволоки може складатися лише з легуючих компонентів.

Переваги: мале і контрольоване проплавлення основного металу, можливість наплавлення шарів малої товщини. Недоліки: складність і висока вартість обладнання, необхідність захисту персоналу від рентгенівського випромінювання.

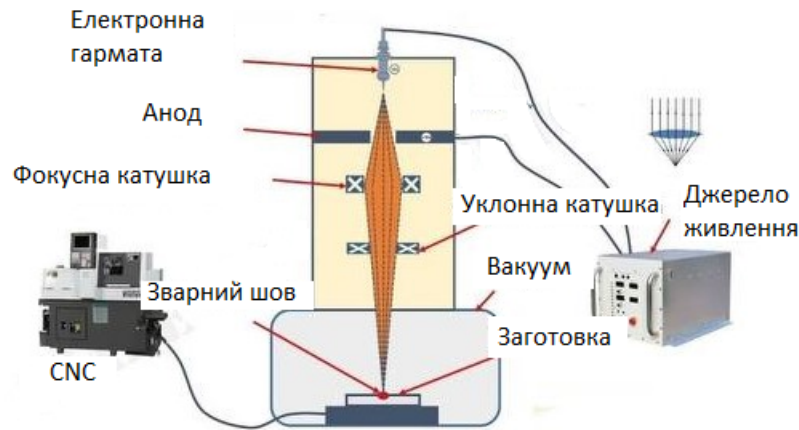


Рисунок 1.7 – Схема електронно-променевого наплавлення [18]

Газове наплавлення здійснюється шляхом нагрівання і розплавлення металу полум'ям, яке утворюється під час згоряння горючого газу в суміші з киснем у спеціально розроблених пальниках. Як горючий газ найчастіше використовують ацетилен або його замінники, такі як пропан-бутанова суміш, природний газ чи водень. У технології відоме застосування газового наплавлення як із використанням присадних прутків, так і з вдунанням порошку безпосередньо в газове полум'я. Метод широко використовується для ремонту сільськогосподарської та автомобільної техніки, а також для наплавлення релітів бурових доліт і швидкозношуваних елементів гірничорудної техніки.

Перевагами газового наплавлення є невелика глибина проплавлення основного металу, універсальність технології та можливість нанесення шарів малої товщини. Серед недоліків можна виділити низьку продуктивність процесу та нестабільність якості отриманого наплавленого шару.

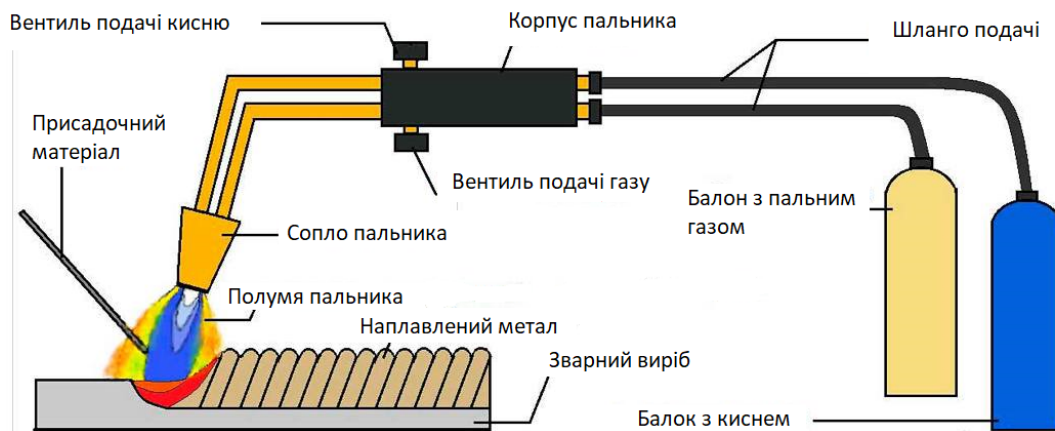


Рисунок 1.8 – Схема газового наплавлення [19]

Наплавлення тертям - суть методу полягає в швидкому обертанні присадного прутка (1500...4000 об./хв), який торцем притискається до наплавленої поверхні. Метал нагрівається, стає пластичним і, немов намазується на поверхню виробу. Перевагами цього методу є можливість нанесення тонких шарів, відсутність перемішування основного і наплавленого металів, а також низьке споживання електроенергії. Водночас метод має недоліки, зокрема низьку універсальність через необхідність використання присадних матеріалів із чітко визначеними геометричними розмірами та потребу в спеціалізованому обладнанні. Крім того, процес характеризується малою продуктивністю, обмеженою доступністю матеріалів для наплавлення, а також можливістю виникнення дефектів, таких як краєві несплавлення.

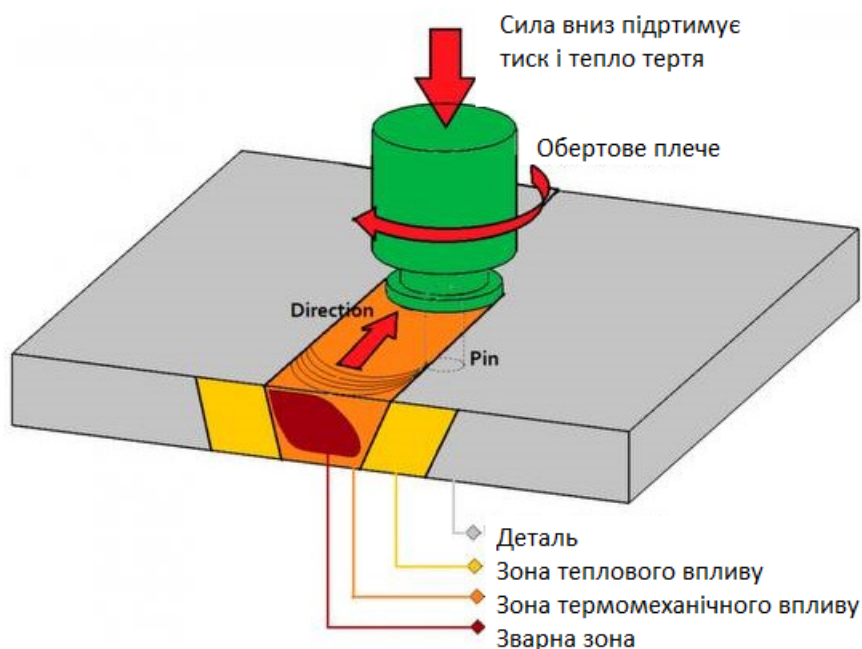


Рисунок 1.9 – Схема наплавленням тертя [20]

Табл. 1.2. Порівняльний аналіз методів наплавлення

Метод наплавлення	Переваги	Недоліки	Області застосування
Ручне дугове наплавлення	Універсальність, можливість роботи в польових умовах.	Низька продуктивність, нестабільна якість шва, залежність від кваліфікації зварника.	Відновлення невеликих деталей, ремонт у польових умовах.
Напівавтоматичне та автоматичне дугове наплавлення проволоками	Висока продуктивність, хороша якість шва, можливість автоматизації процесу.	Обмеження за геометрією деталі, необхідність захисного газу або флюсу.	Масове виробництво, відновлення великих деталей.
Електрошлакове наплавлення	Висока продуктивність, можливість наплавлення товстих шарів, висока якість шва.	Обмеження за геометрією деталі, складне обладнання.	Відновлення великогабаритних деталей, виробництво біметалів.
Плазменно-дугове наплавлення	Висока точність, мала зона термічного впливу, можливість наплавлення тонких шарів.	Висока вартість обладнання, складність у освоєнні технології.	Нанесення тонких шарів з особливими властивостями, ремонт прецизійних деталей.
Електрошлакове наплавлення	Висока продуктивність, можливість наплавлення товстих шарів, висока якість шва.	Обмеження за геометрією деталі, складне обладнання.	Відновлення великогабаритних деталей, виробництво біметалів.

Продовження на наступній сторінці

Плазменно-дугове наплавлення	Висока точність, мала зона термічного впливу, можливість наплавлення тонких шарів.	Висока вартість обладнання, складність у освоєнні технології.	Нанесення тонких шарів з особливими властивостями, ремонт прецизійних деталей.
Індукційне наплавлення	Висока швидкість, відсутність контакту інструмента з деталлю, можливість наплавлення неметалічних матеріалів.	Обмеження за геометрією деталі, висока вартість обладнання.	Наплавлення твердих сплавів, нанесення покриттів на неметалічні матеріали.
Електроконтактне наплавлення	Проста технологія, низька вартість обладнання.	Обмежена товщина наплавленого шару, низька продуктивність.	Відновлення невеликих деталей, ремонт інструменту.
Лазерне наплавлення	Висока точність, мала зона термічного впливу, можливість наплавлення тонких шарів.	Висока вартість обладнання, складність у освоєнні технології.	Нанесення тонких шарів з особливими властивостями, мікроелектроніка.
Електронно-променеве наплавлення	Висока швидкість, глибоке проплавлення, можливість наплавлення тугоплавких металів.	Висока вартість обладнання, необхідність вакууму або інертного середовища.	Нанесення тонких шарів тугоплавких металів, зварювання дисперсних матеріалів.

Продовження на наступній сторінці

Газове наплавлення	Проста технологія, низька вартість обладнання.	Низька продуктивність, обмежені можливості щодо складу наплавленого металу.	Відновлення невеликих деталей з чавуну.
Наплавлення тертям	Висока швидкість, відсутність необхідності в додаткових джерелах тепла.	Обмеження за матеріалами, необхідність спеціального обладнання.	З'єднання різномірних матеріалів, відновлення деталей з кольорових металів.

1.5. Вибір раціонального способу ремонтної наплавки

Для належної організації підготовки деталей до наплавки та проведення наплавлювальних робіт необхідно після огляду та вимірювання ступеня зносу деталей скласти карту технологічного процесу ремонту. У цій карті слід відобразити основні аспекти: причини та характер зносу деталей, умови їх експлуатації, обсяг запланованих робіт, тип і метод наплавки, марку і діаметр електродів або дротів, режими і технологічні параметри наплавки, час, необхідний для виконання робіт, порядок проведення операцій, припуск для механічної обробки, а також потребу у виконанні попередньої та фінальної термічної обробки.

Передусім важливо обґрунтувати вибір способу наплавки. При цьому слід враховувати специфіку відновлення виробу і забезпечення його зносостійкості, а також особливості різних методів наплавки та їх придатність для конкретних деталей. Особлива увага має приділятися характеристикам наплавленого матеріалу, які є ключовими для роботи деталі, щоб забезпечити її міцність і зносостійкість на рівні, не нижчому за показники ненаплавленої деталі. Крім того, доцільність вибору певного способу наплавки залежить від економічної

доцільності для кожного конкретного випадку та кожної деталі. Наприклад, якщо вартість ручної дугової наплавки прийняти за 100 %, то автоматична наплавка під флюсом становитиме 74 %, а вібродугове наплавлення – 82 % від цієї суми. Важливим фактором, який впливає на вибір методу наплавки (ручний чи автоматичний), є однотипність і масштабність оброблюваних деталей. В умовах масового або серійного ремонту перевага віддається автоматичним способам наплавки через їхню вищу продуктивність і економічність, тоді як у разі індивідуального або дрібносерійного відновлення деталей може бути доцільним використання ручного наплавлення.

Середня вартість відновлення деталей методом ручної дугової наплавки становить близько 25–35 % від вартості виготовлення нових деталей. Під час економічного аналізу вибору способу наплавки необхідно враховувати такі фактори: порівняння вартості відновлення деталі з наплавленням і вартості виготовлення нової деталі за традиційними методами (ковальство, лиття, штампування тощо); витрати на механічну і термічну обробку як до наплавлення, так і після нього, у порівнянні з аналогічними витратами для нової деталі; якість готової продукції, якщо вона залежить від деталей, які були відновлені методом наплавки; витрати на експлуатацію та ремонти машини або агрегату впродовж тривалого періоду до і після використання наплавлених деталей; зміни в продуктивності машини або обладнання; вплив наплавлення на використання дефіцитних матеріалів; організацію праці та рівень механізації наплавлювальних робіт. Вибір раціонального способу наплавки також залежить від електрозварювального обладнання. Деякі метали і сплави можуть бути напавлені лише певними методами, багато з яких вимагають застосування спеціалізованого обладнання. Важливими факторами, що впливають на вибір способу наплавки, є розміри та конфігурація деталей, продуктивність процесу та обсяг основного металу, що входить до складу напавленого шару.

Ручна дугова наплавка (РДН) за допомогою покритих електродів, незважаючи на невисокі показники продуктивності, є одним із найбільш універсальних способів. Цей метод придатний для відновлення деталей складної форми і може виконуватися у будь-яких просторових положеннях. Для напавлення використовуються електроди діаметром 3–6 мм. Якщо товщина напавленого шару становить до 1,5 мм, застосовуються електроди діаметром 3 мм, а для більш товстих шарів використовують електроди діаметром 4–6 мм. Щоб

забезпечити мінімальне проплавлення основного металу при стабільності дуги, щільність струму повинна становити 11–12 А/мм². До основних переваг РДН належать універсальність та можливість виконання складних наплавлювальних робіт у важкодоступних місцях. Цей метод використовує стандартне обладнання зварювального поста, що робить його доступним для різних умов. Однак недоліками РДН є порівняно низька продуктивність, складні умови праці через високу загазованість зони наплавлення, труднощі у забезпеченні високої якості наплавленого шару та значне проплавлення основного металу.

Табл. 1.3. Раціональність вибору метода наплавлення при аварійному ремонті

Обладнання	Проблема	Шляхи вирішення		
		Виготовленн я нових валів- шестерень	Наплавка	Купити новий мотор- редуктор
Мотор- редуктор 5GU-5k 	Зношення посадочного місця на валу- шестерні 	Ціна виготовлення в Україні пари валів шестерень 5500 грн. термін 20 днів	Наплавка та проточка в ремонтно- механічному цеху, ціна нульова, час ремонта 1 година 	Ціна в Україні 4000 грн, Термін доставки на підприємств о 4 тижні

1.6. Способи наплавлення тіл обертання

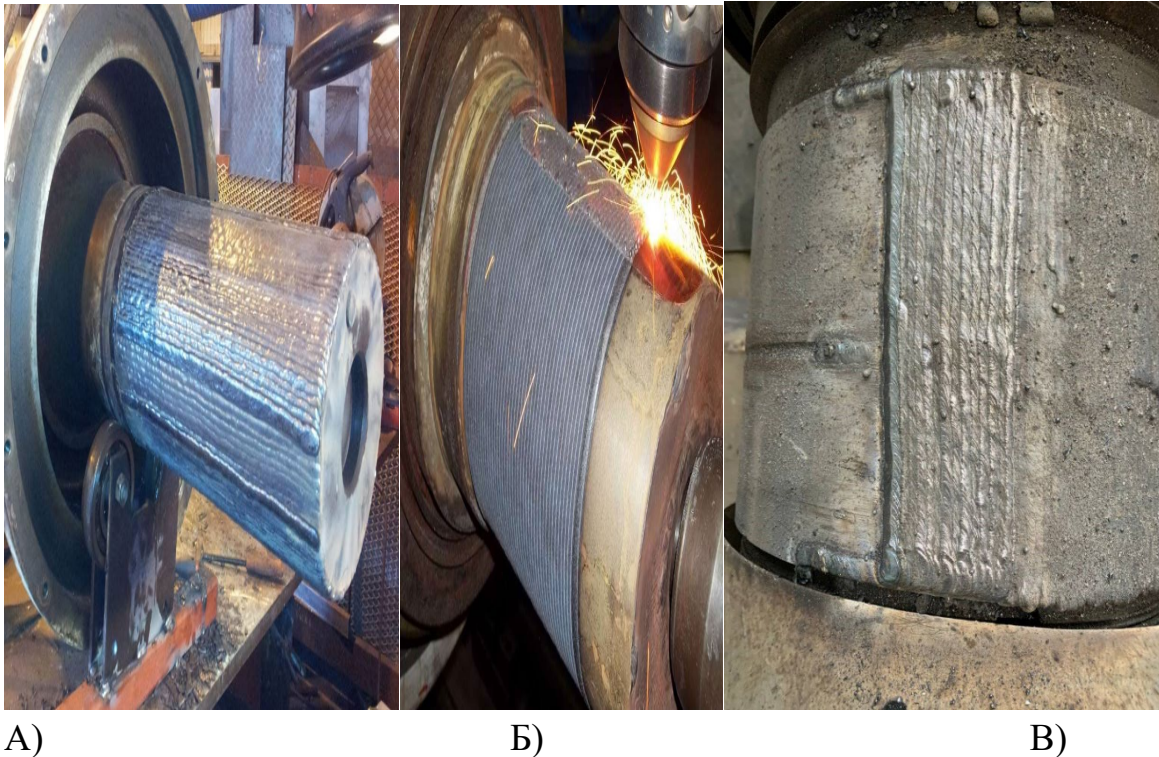


Рисунок 1.10 – Способи наплавлення тіл обертання
(А-наплавленням валиків уздовж твірної тіла обертання;
Б-за гвинтовою лінією; В- комбінований спосіб)

Наплавлення за твірною здійснюють окремими валиками, як і під час наплавлення плоских поверхонь. Під час гвинтового наплавлення деталь обертають безперервно, при цьому джерело нагрівання переміщується вздовж тіла з такою швидкістю, за якої одному оберту деталі відповідає зміщення джерела нагрівання, рівне кроку наплавлення.

Комбінований спосіб наплавлення поєднує в собі переваги обох напрямків наплавлення, що дозволяє досягти оптимальних результатів за міцністю, зносостійкістю та геометричною точністю відновленої поверхні. Під час наплавлення тіл обертання необхідно враховувати можливість стікання розплавленого металу в напрямку обертання деталі. У цьому разі джерело нагрівання зміщують у бік, протилежний напрямку обертання. Попередній підігрів деталі, що наплавляється, до температури 200...250 °С зменшує схильність наплавленого металу до утворення тріщин.

2. ПАТЕНТНО-ІНФОРМАТИВНИЙ ПОШУК. ІНФОРМАТИВНО-АНАЛІТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРИСТОСУВАНЬ ДЛЯ НАПЛАВКИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

2.1. Патентно-інформативний пошук.

Предметом патентного пошуку буде обладнання для процесу наплавки валів.

Область пошуку – Україна.

У результаті патентного пошуку було виявлено:

1) Патент № 108890 «УСТАНОВКА ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ ТА РИХТУВАННЯ КАРДАННИХ ВАЛІВ»

Опис: Корисна модель належить до галузі автомобілебудування, а зокрема до пристроїв для зварювання та рихтування карданних валів. Найближчим аналогом до корисної моделі є багатопозиційний верстат для зварювання карданних валів (патент СРСР №238698), що складається зі станини, на якій розташовані передня і задня бабки, та привід, причому передня бабка виконана у вигляді диска з розподілами, які відповідають позиціям зварювання. Недоліком найближчого аналога є те, що він може робити тільки зварювання певних типів карданних валів. Основною метою створення цієї корисної моделі є розробка пристрою для зварювання та рихтування карданних валів, який завдяки своїм конструктивним особливостям дозволяє розширити технологічні можливості та спростити процес виконання зварювальних робіт. Завдання вирішується за допомогою установки, що складається зі станини, на якій розміщені передня та задня бабки. Привід передньої бабки оснащено мікропроцесорним управлінням, що забезпечує точність і контроль процесу. Станина також обладнана штативами, а задня бабка здатна переміщатися вздовж осі станини, що надає додаткову гнучкість та зручність під час роботи.

Додаток А до патенту № 108890

2) Патент № 20247 «ЗАХИСНИЙ ПРИСТРІЙ ПРИ НАПЛАВЛЕННІ ШЛІЦЬОВИХ І ГЛАДКИХ ВАЛІВ РІЗНИХ ТИПОРОЗМІРІВ»

Опис: Винахід відноситься до зварювальної техніки, в особливості до захисних пристроїв покращення умов праці при відновленні деталей способом електродугового наплавлення. Відомий захисний пристрій, в якому є світлофільтр, вмонтований в кожух, і пристрій для закріплення його на голові зварювальника. Проте, такий захисний пристрій є індивідуальним і захищає робітника тільки від світлового випромінювання, але не захищає навколишній простір як від світлового випромінювання, так і від аерозолів. Метою пристрою є підвищення зручності експлуатації, ефективності захисту від бризок металу, аерозолів і світлового випромінювання. Зазначена мета досягається завдяки тому, що лобова кришка додатково з'єднана шарнірно з вилкою, шток якої має можливість рухатися в шарнірі, закріпленому на розтрубі повітроводу. Водночас вилка обладнана з двох боків гірляндними шторками, наприклад, підвісками у вигляді лускоподібних пластин, периферійні ланки яких довші за центральні. У закритому положенні кришка разом із розтрубом утворюють відкритий зів знизу та фасонний виріз з боків. Крім того, повітровод закріплений на рухомій та регульованій стійці механізму подачі, що забезпечує гнучкість і точність у налаштуванні.

Додаток Б до патенту № 20247

3) Патент № 108178 «ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПЛАЗМОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ»

Опис: пристрій для наплавлення циліндричних деталей сільськогосподарської техніки включає джерело живлення, пульт керування, осцилятор, обертовий механізм із затискачем, баластний опір, газові балони, порошковий завантажувач, плазмотрон і деталь, що піддається наплавленню. Додатково конструкція оснащена столом із кріпленнями, з'єднаними штангою, а також координатними планками, що об'єднують опорний і робочий візки, які взаємодіють через канавки. Опорний візок оснащений копіром-пантографом, а робочий – плазмовим пальником. Порошковий завантажувач через гнучку трубку з'єднується з плазмовим пальником.

Додаток В до патенту № 108178

2.2. Інформативно-аналітичний аналіз пристосувань для наплавки циліндричних поверхонь

Наплавлення валів є важливим процесом відновлення та зміцнення деталей, який широко використовується у багатьох галузях промисловості. Устаткування та пристосування для наплавлення визначають якість, продуктивність і економічну ефективність цього процесу. У цьому дослідженні розглянуті основні типи пристроїв для наплавлення валів, їх класифікація, а також аналіз характеристик обладнання.

Існують різні типи пристосувань для наплавлення валів залежно від їх функцій та рівня автоматизації. Основні категорії включають:

- ручні пристосування: використовуються для невеликих ремонтних робіт або відновлення окремих деталей;
- напівавтоматичні пристрої: забезпечують підвищену точність та продуктивність при частковій участі оператора;
- автоматизовані та роботизовані системи: призначені для серійного виробництва, забезпечуючи високу точність і якість наплавлення.

При виборі пристроїв для наплавлення валів необхідно враховувати їх технічні характеристики, економічну ефективність та специфічні потреби виробництва.

Основними критеріями є:

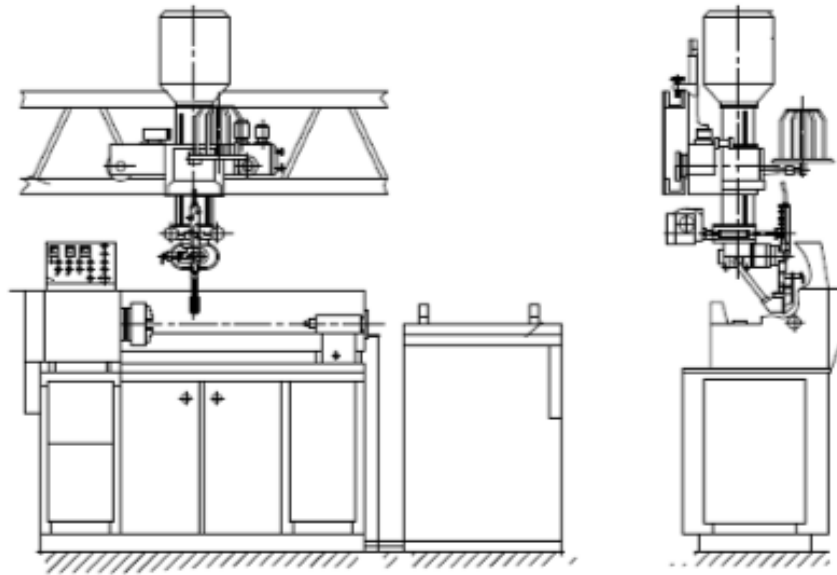
- потужність і тип джерела живлення,
- сумісність з різними типами матеріалів,
- точність виконання робіт.

Вибір пристосувань для наплавлення валів залежить від потреб конкретного підприємства. Для ремонтних робіт підійдуть ручні або напівавтоматичні пристрої, тоді як для серійного виробництва доцільно інвестувати в автоматизовані системи.

Пристосування для наплавлення валів є важливим інструментом, який значно впливає на якість і швидкість виробництва. Інформаційно-аналітичне

дослідження дозволяє обрати оптимальне обладнання залежно від вимог виробництва, забезпечуючи ефективність та економічність процесу.

НАПЛАВОЧНА УСТАНОВКА УД-209 З ПІДВІСНОЮ НАПЛАВЛЮВАЛЬНОЮ ГОЛОВКОЮ АД-231 (рис. 2.1.)



**Рисунок 2.1 – Установа УД-209 з підвісною наплавлю вальною
головкою
АД-231**

Для відновлення зношених частин деталей редуктора, зокрема валів, використовується наплавлювальна установка УД-209 із підвісною наплавлювальною головою АД-231. Ця установка спеціально призначена для виконання електродугового наплавлення зношених деталей, таких як вали, з використанням дроту суцільного перерізу як у середовищі захисних газів (ССГ), так і під шаром флюсу.

Склад установки:

- наплавлювальний станок;
- шафа управління;
- зварювальний випрямляч;
- комплект запасних частин, інструментів і пристосувань;

- технічна документація.

Станок включає такі основні компоненти: станину, коробку швидкостей, маніпулятор, флюсозбірник, пульт управління, задню бабку, коробку передач і каретку. Наплавлювальний автомат АД-231 (рис. 2.1) використовується для комплектації наплавлювальних станків, які виконують наплавлення зовнішніх і внутрішніх, циліндричних і конічних тіл обертання, а також плоских деталей. Він забезпечує високу якість і точність наплавлювальних робіт завдяки своїй універсальності та надійності.

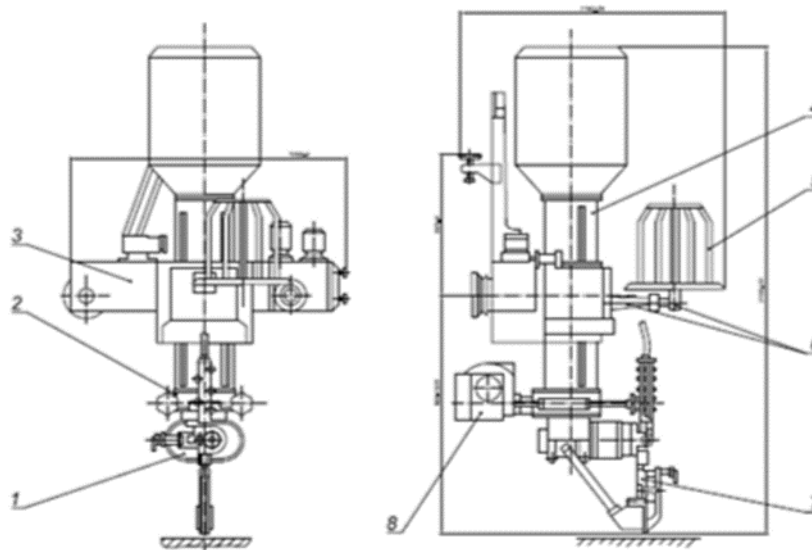


Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд автомату АД-231

1 - механізм подачі електродного матеріалу, 2 - супорт горизонтального переміщення головки, 3 – каретка, 4 - штанга вертикального переміщення, 5 - касета з дротом, 6 - кронштейн для тримання касети з дротом, 7 – мундштук, 8 - механізм коливань

Наплавлювальний автомат АД-231 виконує наплавлення за такими методами:

- під шаром флюсу із застосуванням суцільного дроту;
- відкритою дугою за допомогою порошкового дроту;
- у середовищі вуглекислого газу (CO_2).

Установка УД-209 у комплекті з автоматом АД-231 функціонує в широких діапазонах режимів наплавлення, що дозволяє адаптувати її до різних виробничих завдань. Конструкція автомата є розбірною, що забезпечує можливість

комплектування його вузлів у різних комбінаціях відповідно до технологічних потреб. При необхідності конструкція передбачає інтеграцію нових складових частин та додаткових пристосувань для розширення функціональності обладнання

УСТАНОВКА AC354-7000-2 (рис. 2.3.)



Рисунок 2.3 – Установка для наплавки валков прокатного стана AC354-7000-2

Установка являє собою комплекс технічного обладнання, призначеного для нанесення наплавлювального шару металу на циліндричні деталі. В основі установки лежить каркас, на якому розміщено технологічне обладнання. У лівій частині каркаса знаходиться передня бабка з обертачем. На верхній частині каркаса встановлені рейкові напрямні, по яких переміщається задня бабка та уловлювачі. До задньої частини каркаса прикріплена додаткова рама з горизонтальними валами на опорах, по яких рухаються дві незалежні каретки. На платформах кареток є місця для розміщення бочок із порошковим дротом, а також встановлені колони для вертикального переміщення пальника. Додатково на цих колонах розташовані коливальний механізм і пристрій для подачі зварювального дроту.

Конструкція установки забезпечує можливість регулювання положення пальника за висотою, глибиною та кутом нахилу, що дозволяє досягати високої гнучкості в налаштуваннях. Керування роботою установки здійснюється через виносні пульти управління, основний дисплей і органи керування гідравлічною системою, які розміщені на задній бабці.

УСТАНОВКА ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ (рис.2.4)

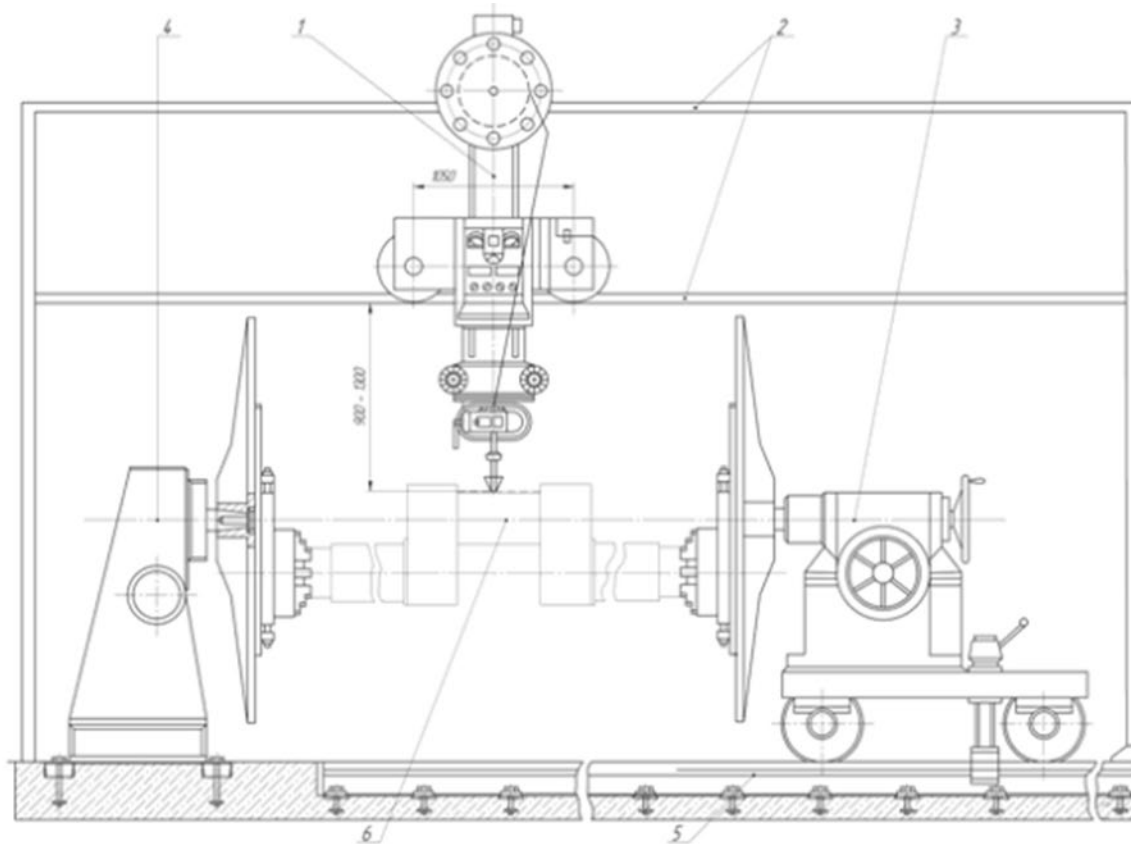


Рисунок 2.4 – Система для нанесення наплавленого шару

1 – пристрій для наплавлення; 2 – направляючі елементи; 3 – задній підтримуючий вузол; 4 – передній ведучий вузол; 5 – рейкова доріжка; 6 – механізм з колінчастим валом.

Процес відновлення робочих поверхонь валу виконується за такою схемою. Вал надійно закріплюється в обертачі. Під час його обертання, що здійснюється зі швидкістю, встановленою для наплавлювального режиму, проводиться локальний нагрівання поверхні, яка підлягає наплавленню, до температури $330\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для заплавлення шпонкових пазів використовується напівавтомат А-765 разом із дротом марки 35СГ. Наплавлення проводиться відповідно до заданих

параметрів режиму, які наведені у таблиці 2.1, що забезпечує оптимальні властивості відновленої поверхні та її тривалу експлуатації.

Табл. 2.1 Рекомендовані режими відновлення

Параметр	Значення параметру	
	наплавлення шийки та посадкових місць	заплавлення шпонкових пазів
Електрод, мм	стрічка 0,5 × 50	дріт Ø 2
Величина струму, А	650 ± 20	200 - 250
Напруга дуги, В	30 - 32	28 - 32
Швидкість наплавлення, см/с	0,5	-
Виліт електроду, мм	35 - 40	40 - 60
Зсув із зеніту, мм	20 - 30	-
Шаг наплавлення, мм	10	-
Витрата газу л/ хв	-	15 - 16
Рід струму, полярність	постійний, зворотна	постійний, зворотна

Оцінка методів відновлення зношених робочих елементів валу показала, що найбільш ефективним варіантом для відновлення поверхонь шатунної шийки та посадкових місць є широкошарове наплавлення холоднокатаною стрічкою під флюсовим покриттям. Для заварювання шпонкових пазів рекомендується застосовувати дріт суцільного перерізу в середовищі захисних газів. Для реалізації цього процесу було розроблено спеціалізоване обладнання, яке після простого налаштування дає можливість виконувати наплавлення як шатунної шийки, так і посадкових місць. Основні параметри для наплавлення цих елементів визначені наступними: напруга дуги – 30–32 В, струм дуги – 650 ± 20 А, швидкість наплавлення – 0,5 см/с, що забезпечує необхідну якість і міцність відновлених поверхонь.

УСТАНОВКА 222 С-А (рис.2.5)

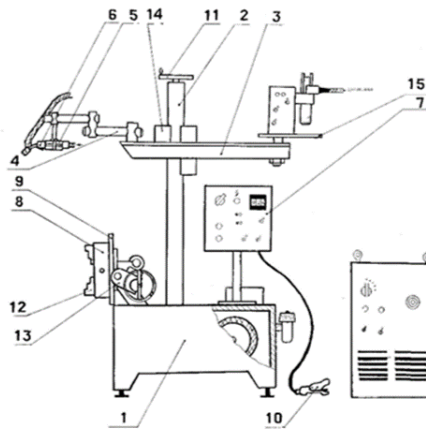


Рисунок 2.5 – Система для наплавлення кільцевих швів моделі 222 С-А
1 – база; 2 – стійка; 3 – пересувна платформа; 4 – важіль; 5 – утримувач; 6 – зварювальний пальник; 7 – панель керування маніпулятором; 8 – тріокубковий патрон; 9 – планшайба; 10 – педальний пристрій; 11 – керуючий колесо; 12 – фіксатори; 13 – нахильний редуктор; 14 – роликовий механізм; 15 – полиця для напівавтоматичного зварювання.

Установка моделі 222 С-А розроблена для автоматичного та напівавтоматичного виконання наплавлення кільцевих швів. Крім цього, вона може використовуватися для зварювання і наплавлення прямолінійних швів у напівавтоматичному режимі. Оброблюваний виріб закріплюється на планшайбі обертача за допомогою тріохкулачкового патрона та спеціальних притискних пристроїв. Планшайба з закріпленим виробом може нахилитися в оптимальне робоче положення завдяки механізму редуктора нахилу, що забезпечує зручність і точність виконання технологічних операцій.

Зварювальний пальник, закріплений у тримачі, розташовується у зручному положенні для наплавлення. Під час процесу активується дуга, починається обертання планшайби й подається стиснене повітря до фільтровентиляційного агрегата для видалення аерозолів із зони наплавлення. Після завершення процесу припиняється обертання, подача повітря та горіння дуги, а планшайба повертається у горизонтальне положення для заміни виробу.

Конструкція включає стрілу, що складається з двох частин, з'єднаних шарнірами для регулювання положення пальника. Всі елементи оснащені

механізмами фіксації для забезпечення точного налаштування. Колона обладнана кареткою для переміщення зварювального обладнання, а всередині основи розташований фільтровентиляційний агрегат.

Процес автоматичного наплавлення тїл обертання проводиться по гвинтовій лінії, забезпечуючи безперервність і якість наплавленого шару. До переваг цього методу належать висока продуктивність, зменшення викривлення, мінімізація частки основного металу та рівномірний розподіл напружень. Однак важливим фактором є правильний вибір режимів роботи, оскільки невідповідність параметрів може призвести до дефектів або стікання металу.

Такий процес забезпечує високоточне формування шару, враховуючи форму поверхні, що обробляється, і зсув із zenіту. Це дозволяє досягти ідеального балансу між тиском дуги і гідростатичним тиском рідкої зварювальної ванни, формуючи оптимальний наплавлений шар.

Автоматичний процес наплавлення тїл обертання зазвичай здійснюється по гвинтовій траєкторії, де деталь обертається навколо своєї осі, а електрод повільно переміщується вздовж осі обертання. В окремих випадках електрод може періодично зсуватися на задану величину кроку наплавлення після кожного повного обороту деталі. Такий підхід забезпечує високу продуктивність і якість проведення наплавлювальних робіт.

Основною перевагою такого підходу є його безперервність, що дозволяє досягти високої продуктивності процесу. Крім того, якісне формування наплавленого шару дає змогу значно зменшити припуск для подальшої механічної обробки. Важливою перевагою є також симетричність напружень відносно осі виробу, що знижує ризик викривлень або повністю їх усуває. Ще одним ключовим аспектом є можливість мінімізації частки основного металу в наплавленому шарі за рахунок оптимізації кроку наплавлення.

Якість сформованого наплавленого шару залежить від правильно обраного режиму роботи. Розміри та форма зварювальної ванни повинні відповідати розмірам деталі, оскільки в іншому випадку можливе стікання рідкого металу. Важливу роль у формуванні наплавленого шару відіграє правильне визначення зсуву від zenіту, тобто відстані між zenітом поверхні, що наплавляється, і віссю електрода. Від цього параметра залежить форма поперечного перерізу наплавленого валика.

Якщо поверхня, яка наплавляється, нахилена у бік, протилежний напрямку руху дуги, рівень рідкого металу в зварювальній ванні підвищується, що сприяє витісненню дуги. У цьому випадку глибина провару зменшується, ширина наплавленого валика збільшується, і він набуває сприятливої форми. Натомість, нахил поверхні у напрямку руху електрода призводить до зниження рівня рідкого металу в зварювальній ванні, що збільшує глибину провару. При цьому формується вузький валик, що може спричинити утворення дефектів і стікання металу.

Оптимальна величина зсуву від зеніту має відповідати довжині зварювальної ванни, яка визначається такими параметрами, як зварювальний струм, напруга, температура виробу та інші умови. Зі збільшенням діаметра деталі та величини зварювального струму необхідно пропорційно збільшувати зсув від зеніту, щоб забезпечити рівномірність і якість наплавлення.

3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТОСУВАННЯ

Необхідно розробити пристосування для наплавки валів з наступними параметрами:

- діапазон діаметрів 50-200 мм,
- довжина валів 500-1700 мм.

Механізоване наплавлення використовується для відновлення зношених деталей класу "вали". Вибір методу наплавлення базується на таких критеріях, як: можливість застосування, продуктивність, вартість процесу і довговічність відновлених поверхонь.

Наплавлення валів здійснюється на спеціалізованих установках, де механізовано обертання деталі, подача зварювального дроту і переміщення зварювальної головки відносно деталі. Найчастіше такі установки створюються на базі токарно-гвинторізних верстатів, переобладнаних для конкретного виду наплавлення. Для зниження швидкості обертання між електродвигуном і коробкою передач встановлюють додатковий редуктор, а на супорті верстата монтують пристосування для кріплення зварювальної головки. На передній бабці розташовують панель приладів.

Кожен метод наплавлення має свої особливості. Наплавлення під шаром флюсу застосовується для відновлення критично важливих деталей, таких як колінчасті вали, напівосі, вилки карданів тощо. У процесі зварювання дуга горить у зоні, захищеній рідким шлаком і газами, що утворюються при плавленні флюсу. Це усуває утворення оксидів і нітридів у металі, покращує якість шва, запобігає розбризкуванню металу, сприяє структурним змінам і полегшує роботу зварювальника. Метод забезпечує отримання необхідних властивостей покриттів шляхом вибору електродного дроту і флюсу. Висока продуктивність досягається завдяки великій щільності струму та ефективному використанню матеріалів і енергії.

Для наплавлення під шаром флюсу використовують електродні дроти марок Св-08, Св-08Г2С, Св-12Г2Х, порошкові дроти типу Пп-х12, Пп-25Х5ФМС-0 та інші. Захист зони дуги забезпечується плавленими і керамічними флюсами,

такими як АН-348А, ОСЦ-45, АНК-18. Для наплавлення колінчастих валів часто застосовують флюс АН-348А з додаванням 2,5% графіту і 2% ферохрому.

На якість наплавлення значно впливають параметри електричного струму (сила і напруга), швидкість наплавлення, подача дроту, його хімічний склад і діаметр. Оптимальні швидкості наплавлення залежать від діаметра електродного дроту та конструктивних особливостей деталі. Для деталей автомобілів застосовують дріт діаметром 0,8–3,2 мм. Залежність сили струму від діаметра дроту описується формулою (3.1):

$$I = kd, \quad (3.1)$$

де I — сила струму,

d — діаметр дроту,

k — коефіцієнт, який залежить від матеріалу дроту і параметрів процесу.

Таким чином, якість і ефективність наплавлення значною мірою залежать від правильного налаштування параметрів і вибору матеріалів.

На формування валів при наплавленні значний вплив має виліт електродного дроту. Збільшення вильоту призводить до втрати тепла в зоні дуги, що негативно впливає на якість наплавленого металу та формування валів. Для забезпечення оптимальних умов наплавлення важливо правильно встановити величину вильоту, яка зазвичай визначається за емпіричною формулою (3.2):

$$A_v = kd, \quad (3.2)$$

де A_v — виліт електродного дроту, мм;

d — діаметр дроту, мм;

k — коефіцієнт, який враховує характеристики матеріалу дроту і режим зварювання (зазвичай k знаходиться в межах 10–15).

Правильний вибір величини вильоту забезпечує стабільну роботу дуги, рівномірне розплавлення дроту і формування якісного шва.

Для забезпечення якісного розплавлення дроту і формування шва при наплавленні циліндричних деталей важливо правильно налаштувати положення електродного дроту. Зазвичай, його зміщують у бік, протилежний напрямку обертання деталі, щоб утримувати флюс і розплавлений метал. Величина зміщення залежить від кількох факторів, таких як швидкість наплавлення, діаметр деталі і форма мундштука, і визначається експериментально. Для автомобільних деталей вона зазвичай становить 5–8 мм.

Крок наплавлення залежить від:

методу наплавлення (в один чи два проходи),

діаметра деталі,

діаметра електродного дроту,

швидкості подачі дроту.

Зазвичай крок наплавлення варіюється в межах 3–12 мм на один оберт. Для забезпечення якісного покриття необхідно, щоб кожен наступний вал перекривав попередній на $1/3$ його ширини. У попередніх розрахунках для режимів наплавлення можна використовувати середнє значення кроку наплавлення, адаптуючи його під конкретний випадок.

Швидкість подачі дроту залежить від таких параметрів, як діаметр деталі, сила зварювального струму та діаметр електродного дроту. Для деталей діаметром 50–150 мм і наплавлення електродним дротом діаметром 1,6–2,6 мм швидкість подачі дроту V_B розраховується за формулою (3.3):

$$v_B = 80 + (0,2 \cdot 0,3)D, \text{ м/год}, \quad (3.3)$$

де D - діаметр деталі, мм.

Режими, розраховані та обрані під час проектування технологічних процесів наплавлення, потребують уточнення й адаптації в реальних виробничих умовах. Це дозволяє забезпечити оптимальну якість наплавлення і врахувати специфіку обладнання та деталей, які відновлюються.

Обмеження методу наплавлення під шаром флюсу: Цей метод не підходить для деталей малого діаметра (менше 50 мм) і значної довжини через ризик сильного нагріву, що може призводити до деформацій або викривлення деталей. Процес наплавлення під шаром флюсу виконується за

допомогою постійного струму зворотної полярності. Вибір джерел струму: для забезпечення стабільності процесу використовуються джерела струму з падаючою вольт-амперною характеристикою, такі як: ПСО-500, ПСОВІ-500.

Механізми подачі дроту: для автоматизації подачі зварювального дроту застосовуються спеціальні механізми та автоматичні пристрої, зокрема - ПШ-54, ПДШМ-500, А-580м, АДФ-500, АБС, А-384н тощо. Це обладнання забезпечує стабільність процесу наплавлення і покращує якість наплавленого шару.

Зварка та плавлення деталей у середовищі захисних газів активно застосовуються для відновлення деталей із тонколистової сталі марок 10 і 20, середньовуглецевих сталей 40 і 45, а також інших матеріалів. Цей метод часто використовується для ремонту зношених розподільних валів, вилок карданних шарнірів та посадочних поверхонь валів трансмісії.

Для формування захисного середовища використовуються гази, такі як вуглекислий газ, азот, аргон та їх суміші. Найбільш розповсюдженими є зварювання та наплавлення у середовищі вуглекислого газу, а також зварювання неплавким електродом в середовищі аргону. Використання вуглекислого газу як захисного газу може призводити до окислення металу шва. Для усунення цього ефекту застосовуються електродні дроти з підвищеним вмістом марганцю та кремнію, такі як Св-08ГС, Св-10ХГ2С, Св-18ХГСА, а також наплавлювальні дроти Нп-4Х13, НП-30ХГСА, згідно з ГОСТ 2246-70. Подавання захисного газу здійснюється до зони горіння дуги або концентрично навколо електроду, або з боку.

Системи для наплавлення в середовищі CO_2 складаються з токарного верстата, джерела струму, шафи керування, механізму подачі дроту та газової апаратури. Для цього процесу використовуються джерела струму з жорсткими або зростаючими зовнішніми характеристиками та високими динамічними параметрами. До таких джерел струму належать випрямлячі типу ВС-300, ІПП-300П, КПП-300, а також перетворювачі ПСОВІ-500, ПСГ-500, АЗД-7,5/30 та інші.

Подавання дроту в зону дуги здійснюється за допомогою напіваавтоматичних зварювальних апаратів, серед яких найбільш поширені моделі А-547, А-547-р, А-537, ПРМ-2, ПДПГ-300-5, ПТПГ-1, ОСН-1М, ПДГ-301, ПДГ-302, ПДПГ-500, Р-

912 тощо. Газова апаратура включає балони з вуглекислим газом, редуктори типу РК-53К, підігрівачі газу, осушувачі газу та витратоміри газу типу РС-5.

Формування наплавленого шару на валах у середовищі CO_2 залежить від таких параметрів, як напруга дуги, сила зварювального струму, матеріал і діаметр дроту, швидкість подачі дроту, виліт електрода, швидкість наплавлення та витрати газу. Для цього методу використовують постійний струм зворотної полярності. Параметри напруги та сили зварювального струму встановлюються залежно від діаметра електродного дроту і визначаються за відповідними формулами (3.4) та (3.5):

Напруга дуги (U):

$$U = U_0 + k_d d, \quad (3.4)$$

де U_0 — початкова напруга дуги,

k_d — коефіцієнт, що залежить від типу матеріалу та умов зварювання,

d — діаметр електродного дроту.

Сила зварювального струму (I):

$$I = k_1 d^2, \quad (3.5)$$

де k_1 — коефіцієнт, що залежить від типу зварювального процесу та матеріалу,

d — діаметр електродного дроту.

В процесі наплавлення в середовищі CO_2 виліт електрода регулюється в межах від 6 до 12 мм, а швидкість наплавлення складає 60–80 м/год. Для забезпечення належного захисту зони горіння дуги від атмосферних впливів, витрата вуглекислого газу повинна становити від 6 до 10 л/хв при тиску від 1,2 до 1,5 кгс/см². Збільшення напруги дуги, сили зварювального струму або вильоту електрода потребує відповідного підвищення витрати CO_2 для підтримки оптимального рівня захисту.

Вібродугове наплавлення в середовищі рідини використовується для відновлення деталей машин, що працюють під незначними динамічними навантаженнями. Цей метод дозволяє наносити зносостійкі тверді покриття завтовшки 1-2 мм, має високу продуктивність і не спричиняє термічного впливу на основний метал. Однак, недоліком є значне зниження втомної міцності відновлених деталей (до 40-60%).

Процес полягає в тому, що електрод разом з поступальною рухомою вібрацією здійснює коливання з певною частотою та амплітудою. Це супроводжується періодичними перервами в горінні дуги. Для охолодження деталі і іонізації дуги в зону зіткнення подається рідина, наприклад, розчини кальцинованої соди з додаванням 0,5% мінерального масла або 15%-ні водні розчини гліцерину. Подача дроту та його вібрація здійснюється спеціальними механізмами, такими як УАНЖ, ГМВК, КУМА-5М, ВДГ тощо. Джерела струму для цього процесу повинні мати жорстку характеристику.

Для наплавлення використовують зварювальні дроти СВ-30ХГС, Св-18ХГСА, ОВС, ВС, ПК-1, СВ-ЮГС діаметром 1,2-2,0 мм. Швидкість подачі дроту становить 60-90 м/год, сила струму – 120-180 А, амплітуда коливань електроду – 1,5-2 мм, а їх виліт – 5-8 мм. Швидкість наплавлення коливається в межах 30-60 м/год.

Наплавлення в середовищі водяної пари застосовується для відновлення менш важливих деталей з середньовуглецевих сталей. Установка для цього виду наплавлення включає пароутворювач. Процес здійснюється зварювальними дротами Св-08Г2С, Нп-40, Нп-60 на постійному струмі зворотної полярності. Напруга дуги складає 28-32 В, сила струму – 100-120 А, швидкість подачі дроту – 120-160 м/год, швидкість наплавлення – 30-40 м/год, а тиск пари – 1,05 кгс/см². Подача дроту здійснюється так само, як і в інших видах механізованого наплавлення.

3.1. Опис конструкції

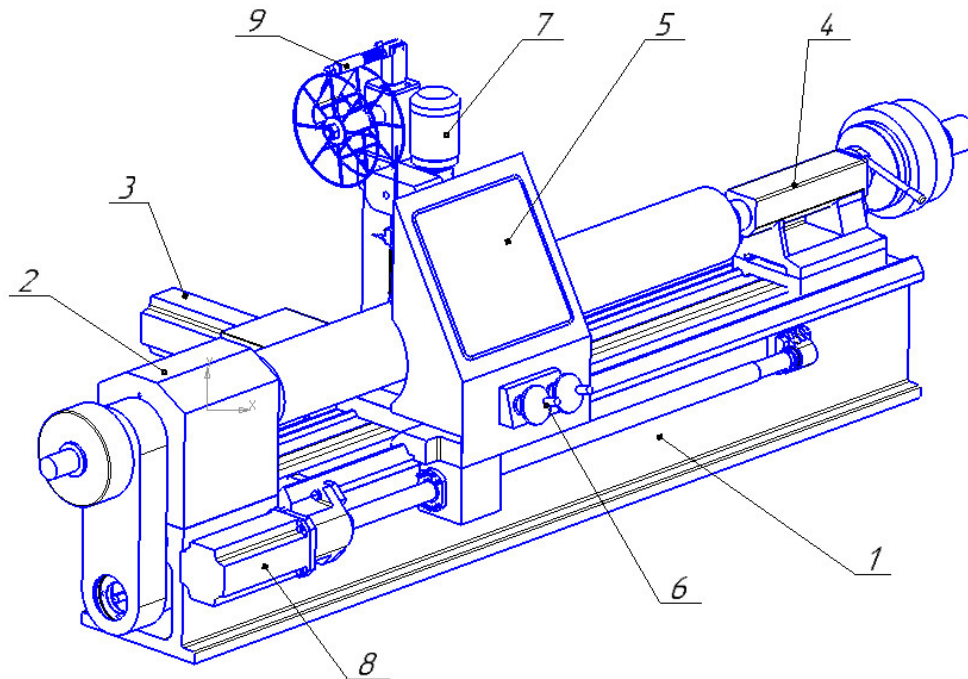


Рисунок 3.1 – Пристрій для наплавлення валів

Виходячи з вищезазначеного , складаємо компоновку пристрою для наплавлення валів.

Конструкція пристрою складається з литої станини (1) на якій встановлюються шпиндельна бабка (2) з пневмо-циліндром затиску заготовки – валу та зубчасто-пасової передачі від електродвигуна змінного струму 1РН7 з частотним регулюванням. Хрестовий супорт (3) та (8) що також розміщується на напрямних станини, рухається в 2 напрямках завдяки поздовжньому та поперечному приводу, які складаються з високомоментних двигунів серії FK6 Siemens та кулько-гвинтових передач. На верхніх полозках хрестового супорту встановлюється пальник на кронштейні, черв'ячний мотор-редуктор (7) з приводними роликами та стійка з бобіною та дротом (9). Задня бабка (4) також встановлюється на задню напрямну станини та за допомогою вбудованого в неї пневмоцилиндру затискає вал заднім центром.

3.2. Розрахунок шпинделя

Вихідні дані:

Виліт передньої консолі: $a = 260$ мм,

Діаметр передньої консолі: $d_2 = 90$ мм,

Діаметр шпинделя між опорами: $d_1 = 90$ мм,

Діаметр отвору шпинделя : $d' = 53$ мм,

Швидкісний параметр: $(dn) = 90 \cdot 5000 = 4.5 \cdot 10^5$ мм·хв⁻¹,

Очікуване навантаження консолі: 4000Н.

3.2.1. Вибір схеми шпиндельного вузла (ШВ)

Відповідно заданому швидкісному параметру ухвалюємо схему ШВ

(див. рис.3.2.).

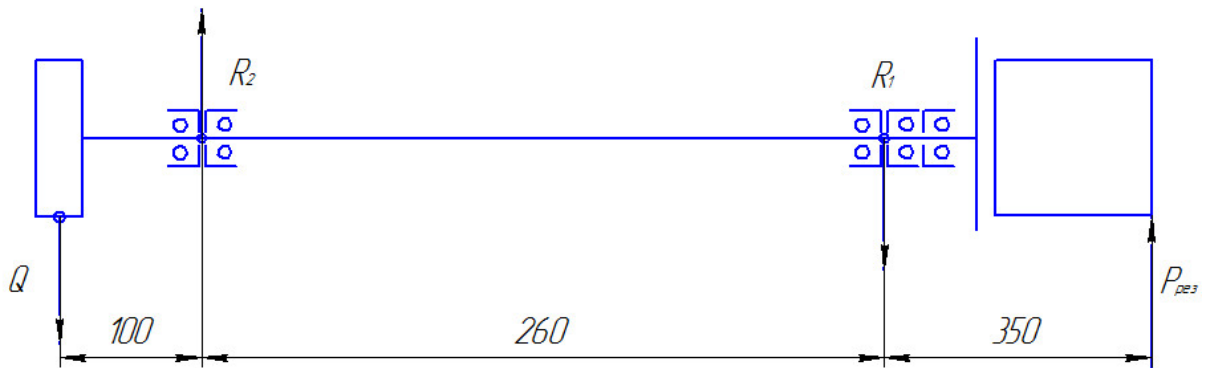


Рисунок 3.2 – Схема ШВ

3.2.2. Підбір підшипників

Для нашої схеми ШВ: $(dn)_{max} = 4.5 \cdot 10^5$,

Як передню опору вибираємо радіально-упорний кульковий підшипник типу В7218С класу точності 4, що є триплексним і має граничне число обертів шпинделя $[n_{max}] = 4000 \text{ хв}^{-1}$.

Як задню опору вибираємо дуплекс радіально-упорний кульковий підшипник типу В7217С класу точності 4, що має граничне число обертів шпинделя $[n_{max}] = 4500 \text{ хв}^{-1}$.

Змащення для задньої та передньої опор вибирається відповідно до даних для $(dn)_{max} = 4.5 \cdot 10^5$ – циркуляційну.

Допустима температура нагрівання $t = 50 \dots 55^\circ \text{C}$ для класу точності П.

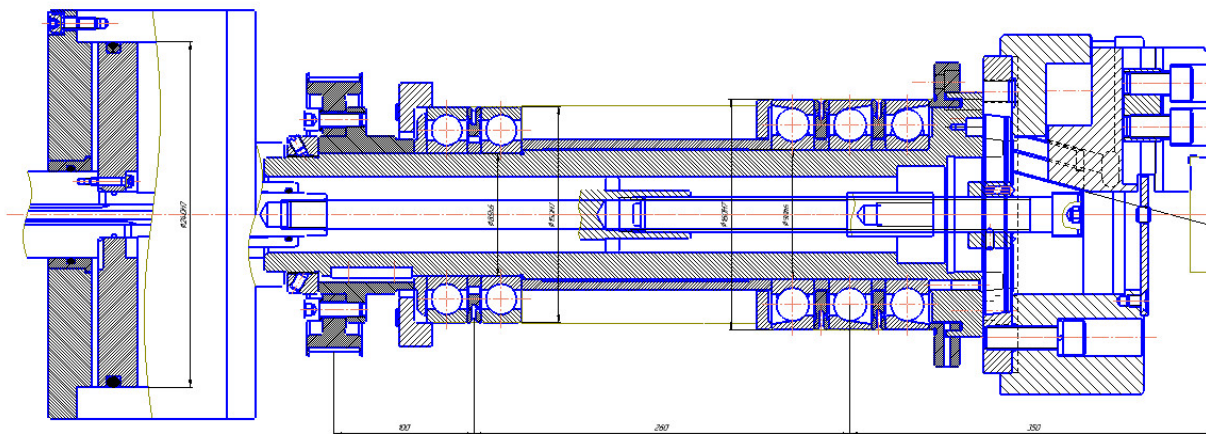


Рисунок 3.3 – ШВ пристрою для наплавлення валів

3.2.3. Реакції в опорах і їх радіальна твердість

Приймаємо попередню відстань між опорами $l = 260 \text{ мм}$.

$$R_1 \frac{P_{рез} (a + l)}{l}, R_1 = \frac{4(350 + 260)}{260} = 9.38 \text{ кН}.$$

$$R_2 \frac{P_{рез} a}{l}, R_2 = \frac{4 \cdot 350}{260} = 5.38 \text{ кН},$$

Твердість передньої опори: $C_r = \frac{R_1}{\delta'_1 + \delta''_2}$,

задньої опори : $C_{r^2} = \frac{R_2}{\delta'_2 + \delta''_2}$.

де, δ'_r – пружне зближення

δ''_r – контактне зближення

$$\delta r'_1 = K_{ш1} \cdot R_1,$$

де, $K_{ш1}$ – коефіцієнт піддатливості:

$$K_{ш1} = 0.333 \cdot 10^{-4} (0.7 - 0.02d), \text{ см} \cdot \text{кгс}^{-2/3},$$

Врахувавши, що в передній опорі змонтовані 3 підшипника, тоді

$$K_{ш-} = \frac{1}{3} \cdot 10^{-4} (0.7 - 0.02 \cdot 90) = 0.173 \cdot 10^{-4},$$

$$\delta r'_1 = 9.38 \cdot 1.73 \cdot 10^{-3} = 0.0016 \text{ мм.}$$

Для піддатливості задньої опори з $d = 85$ мм.

$$\delta r'_2 = K_{ш2} \cdot R_2$$

де, $K_{ш2}$ - коефіцієнт піддатливості для задньої опори:

Врахувавши, що в задній опорі змонтовано 2 підшипника, тоді

$$\begin{aligned} K_{p^2} &= 0.5 \cdot 10^{-4} (0.7 - 0.02d) = 0.5 \cdot 10^{-4} (0.7 - 0.02 \cdot 8.5) \\ &= 2.6 \cdot 10^{-5} \text{ см} \cdot \text{кгс}^{-2/3}. \end{aligned}$$

$$\delta r'_2 = 5.8 \cdot 2.6 \cdot 10^{-5} = 0.0015 \text{ мм.}$$

За помірних навантажень контактні деформації на поверхнях з'єднання кілець підшипників.:

$$\delta r = \frac{4KR}{\pi \cdot d \cdot b} \left(1 + \frac{d}{D} \right),$$

$$\text{де, } K = 0.015 \dots 0.025 \cdot \frac{10^{-4} \text{ мм}^3}{\text{кгс}},$$

$$\delta r_1 = \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 9.38}{\pi \cdot 9 \cdot 11} \left(1 + \frac{53}{90}\right) = 0.191 \text{ мм},$$

$$\delta r_2 = \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 5.38}{\pi \cdot 8.5 \cdot 6.6} \left(1 + \frac{53}{85}\right) = 0.198 \text{ мм},$$

Твердість передньої опори:

$$Cr1 = \frac{938 \cdot 10^3}{1.6 + 0.191} = 523730 \frac{\text{кГ}}{\text{мм}}.$$

$$Cr2 = \frac{538 \cdot 10^3}{1.5 + 0.198} = 316843 \frac{\text{кГ}}{\text{мм}}.$$

3.2.4. Оптимальна між опорна відстань

Радіальне переміщення передньої частини шпинделя:

$$Y = \frac{P \cdot a^2}{3 \cdot E} \left[\frac{a}{J_2} + \frac{l(1 - \varepsilon_3)}{J_1} \right] + P \left\{ e_1 \left[\frac{a(1 - \varepsilon_3) + l}{l} \right]^2 + e_2(1 - \varepsilon_3) \left(\frac{a}{l} \right)^2 \right\}$$

де, $P = 4000\text{Н}$,

$a = 350 \text{ мм}$,

$E = 2.1 \cdot 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{мм}}$,

$$J_1 = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \left[1 - \left(\frac{d}{d_1} \right)^4 \right] = \frac{\pi \cdot 90^4}{64} \left[1 - \left(\frac{53}{90} \right)^4 \right] = 4.78 \cdot 10^6 \text{ мм}^4,$$

$$J_2 = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \left[1 - \left(\frac{d}{d_2} \right)^4 \right] = \frac{\pi \cdot 85^4}{64} \left[1 - \left(\frac{53}{85} \right)^4 \right] = 3.2 \cdot 10^6 \text{ мм}^4.$$

$\varepsilon_3 = 0.4$,

$$e_1 = \frac{1}{Cr_1} = \frac{1}{523730} = 1.91 \cdot \frac{10^{-6} \text{ мм}}{\text{Н}},$$

$$e_2 = \frac{1}{Cr_2} = \frac{1}{316843} = 3.1 \cdot \frac{10^{-7} \text{ мм}}{\text{Н}},$$

$$\begin{aligned} Y &= \frac{4000 \cdot 350^2}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^5} \left[\frac{350}{3.2 \cdot 10^6} + \frac{l(1-0.4)}{4.78 \cdot 10^6} \right] + \\ &+ 4000 \left\{ 4.86 \cdot 10^{-7} \left[\frac{350(1-0.4) + l}{l} \right]^2 + 2.37 \cdot 10^{-7} (1-0.4) \left(\frac{350}{l} \right)^2 \right\} = \\ &= \frac{10.138}{l^2} + \frac{0.211}{l} + 1.18 \cdot 10^{-5} \cdot l + 0.0058 \end{aligned}$$

Для визначення оптимальної відстані визначаємо $\frac{dy}{dl}$, дорівнюємо до 0 і визначаємо корінь кубічного рівняння:

$$\frac{dy}{dl} = -\frac{20.2}{l^3} - \frac{0.211}{l^2} + 1.18 \cdot 10^{-5} = 0, \text{ при } l \neq 0 \text{ маємо:}$$

$$1.18 \cdot 10^{-5} l^3 - 0.211 l - 20.2 = 0$$

За розрахунками бачимо, що y_{min} при $l=159$ мм,

Приймаємо $l_{opt} = 260$ мм.

3.2.5. Радіальна твердості шпиндельного вузла

Підставляємо величини a, l, E, J_1, J_2, P у формулу для визначення у-радіального віджиму переднього кінця шпинделя:

$$y = \frac{10.138}{300^2} + \frac{0.211}{300} + 1.18 \cdot 10^{-5} \cdot 300 + 0.0058 = 0.01 \text{ мм}$$

$$\text{Твердість: } j = \frac{P}{y} = \frac{4000}{0.01} = \frac{400000 \text{ Н}}{\text{мм}} = \frac{400 \text{ кН}}{\text{мм}},$$

Піддатливість: $e = \frac{1}{j} = 2.5 \cdot \frac{10^{-6} \text{мм}}{\text{кН}}$

Значення в порівнюємо із припустимим, $y = [y] = 0.0001 \cdot l = 0.026 \text{мм}$,
що припустиме.

3.2.6. Радіальне биття опор

$$\delta_1 = \frac{\Delta}{6\left(1+\frac{a}{l}\right)} = \frac{0.1}{6\left(1+\frac{350}{260}\right)} = 0.007 \text{ мм- передньої опори,}$$

де, $\Delta = 0.1$

$$\delta_2 = \frac{0.1}{6 \cdot \frac{350}{260}} = 0.012 \text{ мм- задньої опори.}$$

3.2.7. Власна частота обертання

Власна частота шпинделя розраховується по формулі:

$$\omega_c = \gamma \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J_1}{m(1 + \lambda)^3 a^2}},$$

де $\gamma = 2.4, \lambda = \frac{l}{a} = \frac{260}{350} = 0.74,$

m - маса шпинделя, $m = \rho \cdot V = \frac{\pi(d^2 - d^{21})}{4} \cdot l \cdot \rho,$

$d = 90 \text{ мм}, d^1 = 53 \text{ мм}$

$$l_1 = l + a + a_2 = 350 + 260 + 100 = 810 \text{ мм},$$

$$\rho = 7.85 \frac{\text{г}}{\text{см}^3},$$

$$J_1 = 4.78 \cdot 10^6 \text{ мм}^4, m = \rho \cdot V = \frac{\pi(9^2 - 5.3^2)}{4} \cdot 81 \cdot 7.85 = 26.4 \text{ кг},$$

$$\omega_c = 2.4 \cdot \sqrt{\frac{2.1 \cdot 10^{11} \cdot 4.78 \cdot 10^6}{26.4(1 + 0.74)^3 0.35^2}} = 530093 \text{ c}^{-1}.$$

3.3. Розрахунок приводів подач пристосування

1. Маса складових ланок:

- Полаз $m = 78 \text{ кг}$,
- Труба $m = 28 \text{ кг}$,
- Кронштейн з пальником $m = 10 \text{ кг}$,
- Стійка з катушкою та дротом $m = 33 \text{ кг}$,
- Кулько-гвинтові пари $32 \times 5 \text{ м} = 5 \text{ кг}$,
- Електродвигун 1FK6-042 $m = 11 \text{ кг}$,
- Маса інших деталей $m = 25 \text{ кг}$.

2. Моменти інерції ланок:

$$J = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{L\gamma}{1000}$$

- Маса гвинта поперечних полозків $J_1 = 0.00035 \text{ кг} \cdot \text{м}^2, D = 32 \text{ мм}$,
- Маса гвинта поздовжньої подачі $J_2 = 0.00048 \text{ кг} \cdot \text{м}^2, D = 40 \text{ мм}$,
- Маса веденого шківів $J_3 = 0.00116 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

3. Моменти інерції мас приводу, наведених до гвинтів:

- Приводу поперечних полозків:

$$J_{1в} = J_1 + m_{2-5} \cdot \left(\frac{P_1}{2\pi}\right)^2,$$

$$m_{1-5} = 166 \text{ кг},$$

$$J_{1в} = 0.00035 + 166 \cdot (0.005/2\pi)^2 = 0.000455 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

- Приводу поздовжньої подачі:

$$\begin{aligned} J_{1в} &= J_2 + m_{1-7} \cdot (P_2/2\pi)^2 = 0.00048 + 280 \cdot (0.005/2\pi)^2 \\ &= 0.00067 \text{ кг} \cdot \text{м}^2, \end{aligned}$$

$$m_{1-7} = 280 \text{ кг.}$$

4. Моменти інерції мас приводу, наведених до валів двигунів:

- Приводу поперечних полозків

$$\begin{aligned} J_1 &= J_3 + \frac{(J_{1в} + J_3)}{i_1^2} + J_{дв1} = 0.00023 + \frac{(0.000421 + 0.000116)}{1^2} + 0.000347 \\ &= 0.00128 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \end{aligned}$$

де, 1.0- передавальне відношення пасової передачі приводу.

- Приводу поздовжніх полозків

$$\begin{aligned} J_2 &= J_3 + \frac{(J_{2в} + J_3)}{i_1^2} + J_{дв2} = 0.00023 + \frac{(0.000421 + 0.00023)}{1} + 0.00086 \\ &= 0.00138 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \end{aligned}$$

5. Сили тертя на напрямних полозках:

$$\text{- Поперечних } F_{t1} = (m_{12} \cdot g + F_{н1}) \cdot f,$$

де, $f = 0.062$ - для полімерних накладок,

$F_{н1} = 200\text{Н}$ - сила попереднього натягу в направляючих поперечних полозків, $F_{t1} = (113 \cdot 9.81 + 200) \cdot 0.062 = 81\text{Н}$.

$$\text{- Поздовжніх } F_{t1} = (m_{1234567} \cdot g + F_{н2}) \cdot f = (280 \cdot 9.81 + 200) \cdot 0.062 = 150\text{Н}.$$

6. Моменти тертя:

- Поперечного

$$M_{T1} = (F_{t1} \cdot p)/(2\pi \cdot \eta \cdot i_1) = (81 \cdot 0.005)/(2\pi \cdot 0.9 \cdot 1.5) = 0.0477\text{Н} \cdot \text{м},$$

- Поздовжнього

$$M_{T2} = (F_{t2} \cdot p)/(2\pi \cdot \eta \cdot i_2) = (150 \cdot 0.005)/(2\pi \cdot 0.9 \cdot 1) = 0.0884\text{Н} \cdot \text{м}.$$

Моменти тертя в ущільненнях: $M_{\text{ту1}} = M_{\text{ту2}} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Сумарні моменти тертя:

$$\Sigma M_{T_1} = M_{T_1} + M_{\text{ту1}} = 1.0477 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$\Sigma M_{T_2} = M_{T_2} + M_{\text{ту2}} = 1.0884 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

7. Середньо динамічні моменти двигунів:

$$M_{\text{срд1}} = 2M_1 = 2 \cdot 2.39 = 4.78 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$M_{\text{срд2}} = 2M_2 = 2 \cdot 4.78 = 9.56 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

8. Час розгону і гальмування:

- Поперечної подачі

$$t_{p1} = (\pi \cdot J_1 \cdot n_{d1}) / (30 (M_{\text{срд1}} \pm M_{T1})) = (\pi \cdot 0.00128 \cdot 3000) / 30(6.4 - 1.0477) = 0.075 \text{ с}.$$

$$t_{T1} = (\pi \cdot J_1 \cdot n_{d1}) / (30 (M_{\text{срд1}} \pm M_{T1})) = (\pi \cdot 0.00128 \cdot 3000) / 30(6.4 + 1.0477) = 0.054 \text{ с}.$$

- Поздовжньої подачі $t_{p2} = (\pi \cdot J_2 \cdot n_{d2}) / (30 (M_{\text{срд2}} \pm M_{T2})) = (\pi \cdot 0.00138 \cdot 3000) / 30(12 - 1.0884) = 0.04 \text{ с}.$

$$t_{T2} = (\pi \cdot J_2 \cdot n_{d2}) / (30 (M_{\text{срд2}} \pm M_{T2})) = (\pi \cdot 0.00138 \cdot 3000) / 30(12 + 1.0884) = 0.033 \text{ с}.$$

9. Розрахунок діаметрів гвинтів.

Розрахункова осьова навантаження:

$$P_1 = 3500 \text{ Н} = P_x,$$

$$P_2 = 3500 \text{ Н} = P_z.$$

Розрахунок на стійкість (формула Ейлера):

$$d_o = \sqrt{(64 \cdot P \cdot (\mu \cdot L)^2)/(\pi^3 \cdot E)},$$

$$\text{де, } \mu_1 = 0.5, \mu_2 = 0.5, L = 310 \text{ мм}, L_2 = 390 \text{ мм}.$$

$$d_{o1} = \sqrt{(64 \cdot 3500 \cdot (0.5 \cdot 310)^2)/(\pi^3 \cdot 20000)} = 10.1 \text{ мм}.$$

$$d_{o2} = \sqrt{(64 \cdot 3500 \cdot (0.5 \cdot 390)^2)/(\pi^3 \cdot 20000)} = 14.68 \text{ мм}.$$

Розрахунок по критичній частоті обертання:

$$d_o \cdot n < 80000$$

$$d_{o1} = d_{o2} < 80000/n = \frac{80000}{5000} = 16 \text{ мм}.$$

Критичний діаметр, при якому настає резонанс:

$$d_o > 2 \cdot 10^{-3} \cdot n_{кр} \cdot L^2/\gamma \cdot k.$$

-для поперечного гвинта

$$d_{o1} > 2 \cdot 10^{-3} \cdot 3000 \cdot 310^2/1 \cdot 0.7 = 7.7 \text{ мм},$$

-для поздовжнього гвинта

$$d_{o2} > 2 \cdot 10^{-3} \cdot 3000 \cdot 390^2/5.59 \cdot 0.7 = 24.5 \text{ мм}.$$

3.4. Розрахунок зубчасто-пасової передачі

Зубчасто-пасова передача забезпечує обертання валу що наплавляється в діапазоні 45-450 об/хв завдяки системі з частотним керуванням Simodrive фірми Siemens.

Вихідні дані:

- потужність електроприводу $P = 3 \text{ кВт}$,
- частота обертання шпинделя: $n_{шп} = 450 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$,

- частота обертання валу електродвигуна: $n_{дв} = 1350 \frac{об}{хв}$,
- передаточне число передачі: $u = n_{дв}/n_{шп} = \frac{1350}{450} = 3$

Розрахунок зубчастої передачі ведемо в наступній послідовності.

1. Визначаємо момент, потужність і частоту обертання на веденому шківі зубчастої передачі:

- крутний момент на провідному шківі:

$$T_1 = 9550 \frac{P_{дв}}{n_1} = 9550 \frac{3}{1350} = 21.22 \text{ Нм},$$

- момент:

$$T_2 = T_1 \cdot u_{12} = 21.22 \cdot 3 = 63.66 \text{ Нм},$$

- частота обертання:

$$n_2 = \frac{n_1}{u_{12}} = \frac{1350}{3} = 450 \frac{об}{хв};$$

- потужність:

$$P_2 = P_{дв.} \cdot \eta_{з.р.п.} = 0.18 \cdot 0.98 = 0.176 (\text{кВт})$$

2. По величині крутного моменту на ведучому шківі обираємо модуль зубчатого ремня

Найпростіша зубчата передача (рис. 3.4) складається з двох зубчастих шківів діаметрами d_1 та d_2 закріплених на ведучому і веденому валах, зубчатого паса та механізму натягування. Ця конструкція забезпечує стабільне передавальне відношення та відрізняється компактністю порівняно з іншими типами ремінних передач. Основу зубчатого паса становить несучий шар, виготовлений із сталевго або скловолоконного троса, намотаного по гвинтовій траєкторії.

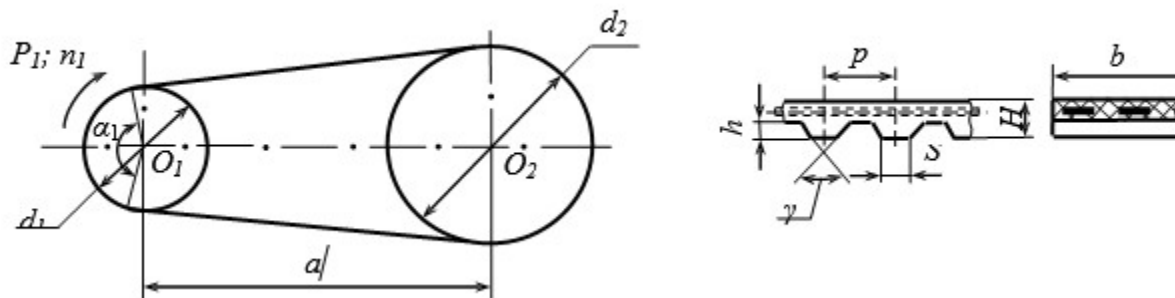


Рисунок 3.4 – Передача зубчастим пасом

Основним параметром зубчастого ремня є модуль $m = p/\pi$, мм,

де p - крок ремня, мм .

2. Попередньо за скороченою формулою визначають модуль m , мм:

$$m = 3.5 \sqrt[3]{\frac{10^3 P_1}{n_1}} = 4.47 \text{ мм},$$

і округлимо отримане значення до найближчого значення зі стандартного ряду: 1; 1,5; 2; 3; 4; 5; 7; 10.

Приймаємо $m=5$ мм.

Табл.3.1. Параметри зубів

Модуль m ,	p ,	S ,	h ,	H ,	$\square$,	γ°	b , мм	z_p
1,0	3,	1,0	0,	1,6	0,	50	3,0...12,5	40...16
1,5	4,	1,5	1,	2,2	0,	50	3,0...20,0	40...16
2,0	6,	1,8	1,	3,0	0,	50	5,0...20,0	40...16
3,0	9,	3,2	2,	4,0	0,	40	12,5...50,0	40...16
4,0	12	4,4	2,	5,0	0,	40	20,0...100	48...25
5,0	15	5,0	3,	6,5	0,	40	25,0...100	48...20
7,0	21	8,0	6,	11,	0,	40	40,0...125	56...14
10,0	31	12,	9,	15,	0,	40	50,0...200	56...10

Примітки: 1. Число зубів ремня z_p вибираємо в межах, зазначених у таблиці, з відповідного ряду: 40; 42; 45; 48; 50; 53; 56; 60; 63; 67; 71; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 105; 112; 115; 125; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 210; 220; 235; 250.

2. Ширину ремня b , мм, обираємо в зазначених в таблиці межах з ряду: 3,0; 4,0; 5,0; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 32,0; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0; 100,0; 125,0; 160,0; 200,0.

Залежно від модуля m і частоти обертання малого шківів n_1 обираємо число зубів z 1 на малому шківі (табл. 5).

Табл. 3.2 .

Параметри		Модуль m , мм							
		1	1,5	2	3	4	5	7	10
Найменше число зубців z_{1min}		13	10	10	10	15	15	18	18
Рекомендоване число зубців z_1 при $n_1, \text{хв}_{-1}$:	1000	13	10	10	12	16	16	22	22
	1500	14	11	11	14	18	18	24	24
	3000	15	12	12	16	20	20	26	26
Найбільше число зубців z_{2max}		100	100	115	115	120	120	120	85
Найбільше передаточне відношення u_{max}		7,7	10,0	11,5	12,0	8,0	8,0	5,7	4,7

Знаходимо число зубів z_2 великого шківів:

$$z_2 = z_1 \cdot u_{зпп} = 15 \cdot 3 = 45$$

Отримане значення z_2 не перевищує $z_{2max} = 120$ (див. табл. 5), тоді передаточне відношення $u=3$ залишаємо.

3. Визначаємо ділильні діаметри d_1 , мм, малого і d_2 , мм, великого шківів:

$$d_1 = m \cdot z_1 = 75 \text{ мм}, \quad d_2 = m \cdot z_2 = 225 \text{ мм}.$$

4. Обчислюємо мінімальне міжосьову відстань a_{min} , мм:

$$a_{min} = 0,5 \cdot (d_1 + d_2) + c = 0,5(75 + 225) + 10 = 160 \text{ мм},$$

Де $c = 2t = 10 \text{ мм}$ при $t \leq 5$ і $c = 3t$ при $t > 5 \text{ мм}$.

Під час проєктування передач для приводів машин міжосьова відстань визначається з урахуванням реального розташування ведучого та веденого валів. Однак вона має відповідати мінімальним нормативним вимогам і не бути меншою за встановлений допустимий рівень a_{min} .

5. Визначаємо попереднє значення довжини пасу $L p'$, мм:

$$\begin{aligned} L p' &= 2a + \pi \cdot (d_1 + d_2)/2 + (d_2 - d_1)^2/(4a) \\ &= 2 \cdot 160 + \pi \cdot (75 + 225)/2 + (225 - 75)^2/(4 \cdot 160) = 826 \text{ мм}. \end{aligned}$$

знаходимо орієнтовну кількість зубів пасу z_p' :

$$z_p' = L_p' / (\pi \cdot t) = \frac{826}{\pi \cdot 5} = 52.6,$$

і округлюємо його до рекомендованого числа .

$$z_p = 53,$$

За остаточно прийнятим значенням t і z_p знаходять довжину ремня L_p ,

$$L_p = \pi \cdot t \cdot z_p = 832.52 \text{ мм}.$$

6. За отриманою довжині ремня L_p уточнюють міжосьова відстань a , мм:

$$a = 0,25 \cdot \left[L_p - \Delta_1 + \sqrt{(L_p - \Delta_1)^2 - 8\Delta_2} \right],$$

$$a = 0.25 \left[832.52 - 471.24 + \sqrt{(832.52 - 471.24)^2 - 8 \cdot 5625} \right] = 163.43 \text{ мм}.$$

$$\text{де } \Delta_1 = 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) = 471.24 \text{ мм};$$

$$\Delta_2 = 0,25 \cdot (d_2 - d_1)^2 = 5625 \text{ мм}.$$

Якщо натяг ремня здійснюється шляхом переміщення швидкохідного валу, слід забезпечити можливість зменшення міжосьової відстані на 2% для ремнів довжиною до 2 м і на 1% для ремнів довжиною понад 2 м, що спрощує монтаж і заміну ремня. Для компенсації змін довжини ремня під час роботи, включно з його подовженням, необхідно забезпечити можливість збільшення міжосьової

відстані на 5,5%. Регулювання цих змін здійснюється за допомогою натяжного механізму.

7. Знаходимо кут обхвату α_1 , град, (див. рис.19) на малому шківі:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57,3^\circ \cdot (d_2 - d_1)/a = 127,4^\circ,$$

і визначаємо число зубів пасу z_{p0} , що знаходяться в зачепленні з малим шківом:

$$z_{p0} = z_1 \cdot \alpha_1/360^\circ = 15 \cdot 127,4/360^\circ = 5,3.$$

8. Обчислюємо швидкість ременя v , м / с:

$$v = \pi \cdot d_1 \cdot n_1/(10_3 \cdot 60) = \pi \cdot 75 \cdot 1435/(10_3 \cdot 60) = 5,63 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

9. Визначаємо розрахункову силу F_t , Н, передану зубчастим пасом:

$$F_t = 10_3 \cdot P_1 / v = 10_3 \cdot 3 \cdot 5,63 = 533 \text{Н}.$$

10. Знаходимо питому сила F_y , Н, передану ременем шириною 1 мм:

$$F_y = [F_0] \cdot C_p \cdot C_u \cdot C_z = 30 \text{Н}$$

де $[F_0]$ - питома сила що допускається, Н / мм, (табл. 6);

Табл. 3.3.

Параметри	Модуль m, мм							
	1	1,5	2	3	4	5	7	10
Допустима питома сила $[F_0]$, Н / мм	2,5	3,5	5,0	9,0	25,0	30,0	32,0	42,0
Коефіцієнт θ , Н · с ² / м ²	0,002	0,0025	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008	0,011

C_p - коефіцієнт режиму роботи передачі,

$$C_p = C_{p1} \cdot C_{p2};$$

C_{p1} - коефіцієнт режиму при роботі в одну зміну (табл. 7);

Табл. 3.4.

Коефіцієнт режиму	Характер навантаження			
	спокійний	помірні коливання	значні коливання	ударна
C_{p1}	1	0,94	0,85	0,75

C_{p2} - коефіцієнт змінності: при роботі в одну зміну $C_{p2} = 1$, при дво- змінній роботі $C_{p2} = 0,87$, при тризмінній $C_{p2} = 0,72$;

C_u - коефіцієнт, що враховує передавальне число, що вводиться тільки для прискорюють, $C_u = 1$,

C_z - коефіцієнт, що враховує число зубів ременя, що входять в зачеплення на малому шківі під час $z_{p0} < 6$, $C_z = 1$,

11. Визначаємо необхідну ширину пасу b , мм:

$$b = F_t / [(F_y - \theta \cdot v_2) \cdot C_w] = 533 / [(30 - 0.007 \cdot 5.63_2) \cdot 1.1] = 17.44 \text{ мм.}$$

де θ - коефіцієнт, що враховує вплив відцентрових сил, $\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$

C_w - коефіцієнт, що враховує неповні витки каната у бічних поверхнях ременя, величину цього коефіцієнта вибирають, попередньо задавшись шириною паса b :

Табл. 3.5.

b	≤ 16	20	25	32; 40	50; 63	80; 100	> 100
C_w	0,7	0,95	1,0	1,05	1,10	1,15	1,20.

Приймаємо: $b = 50$ мм. $C_w = 1.1$.

12. Знаходимо силу попереднього натягу ремня F_o , Н:

$$F_o = (1,1 \dots 1,3) \cdot b \cdot \theta \cdot v_2 = 1,2 \cdot 50 \cdot 0,007 \cdot 5,632 = 13,31 \text{ Н.}$$

13. Визначаємо силу, що діє на вал F_r , Н:

$$F_r = (1,0 \dots 1,2) \cdot F_t = 550 \text{ Н.}$$

14. Обираємо конструкцію шківів для передач зубчатим пасом.

Шків (рис. 3.5) складається з ободу із западинами для зубів ремня, маточини, що монтується на вал, а також диска чи спиць, які з'єднують обід із маточиною. У шківів малого діаметра обід зазвичай виконується як частина маточини. Передача обертального руху між валом і маточиною шківів переважно здійснюється через шпонкове з'єднання, рідше — через шліцьове. Для уникнення осьового зсуву маточина фіксується на валу за допомогою торцевої шайби, закріпленої гайкою або гвинтом, а також може застосовуватися регулювальний гвинт або інші способи фіксації.

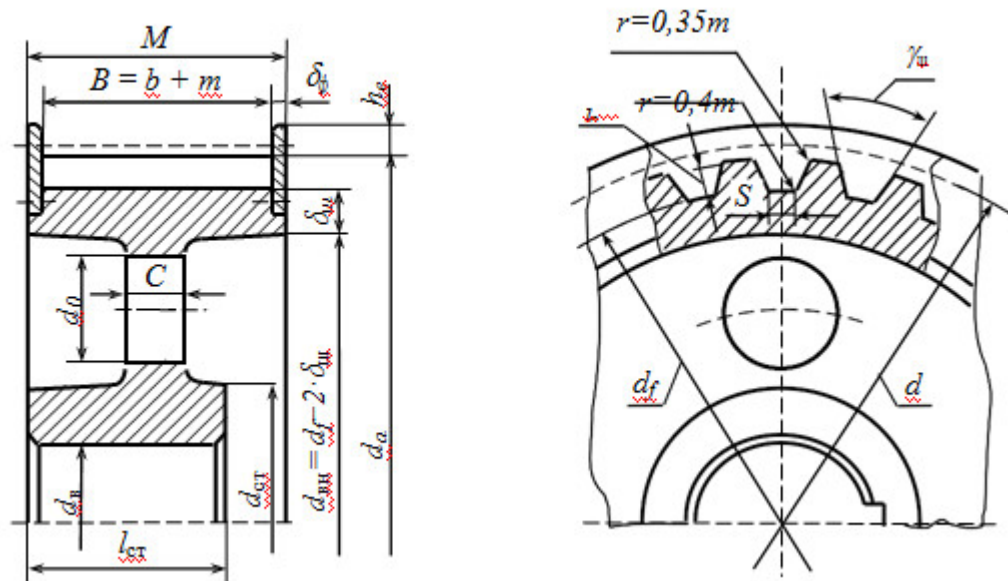


Рисунок 3.5 – Шків

Розміри западини шківа обираємо : для $m=5$ мм

Ширина, $S_{\text{ш}} = 4.8$ мм, глибина, $h_{\text{ш}} = 5$ мм, угол $\gamma_{\text{ш}} = 40^{+2^\circ}$.

Діаметр d_a , мм, вершин зубів шківа:

$$d_a = d - 2\delta \pm k,$$

де d — ділильний діаметр в міліметрах, який дорівнює $d_1 = 75$ мм для малого шківа

$d_2 = 225$ мм для великого шківа,
де k — коригувальна величина в міліметрах. Для ведучого шківа використовується знак «+», а для веденого — знак «-». Значення k визначається за допомогою формули:

$$k = 0,2 \cdot F_t \cdot \lambda \cdot z/b;$$

$$k_1 = 0,2 \cdot 550 \cdot 0.0006 \cdot 15/50 = +0.0158,$$

$$k_2 = 0,2 \cdot 440 \cdot 0.0006 \cdot 45/50 = -0.0634,$$

λ - піддатливість витків троса каркаса ремня, обрана в залежності від модуля
 $m = 5$ мм: $\lambda = 0.0006 \frac{\text{мм}^2}{\text{Н}}$.

$$d_{a1} = d_1 - 2\delta + k = 75 - 2 \cdot 0.8 + 0.0158 = 73,416 \text{ мм},$$

$$d_{a2} = d_2 - 2\delta - k = 225 - 2 \cdot 0.8 - 0.0158 = 223,384 \text{ мм},$$

Мінімальний діаметр $d_{a \min}$, мм, вершин зубів:

$$d_{a \min} \geq d_{\text{ст}} + 2 \cdot (\delta_{\text{ш}} + h_{\text{ш}}),$$

$$d_{a \min} \geq d_{\text{ст1}} + 2 \cdot (\delta_{\text{ш}} + h_{\text{ш}}),$$

- приймаємо для сталевих шківів $d_{\text{ст}} = 1,55 d_{\text{в}} = 1.55 \cdot 30 = 45$ мм;

$D_{\text{в}}=30$ - мм - діаметр отвору для вала;

$\delta_{ш}$ товщина обода, мм:

$$\delta_{ш} = 1,5 \cdot m + 2 \geq 6 = 1,5 \cdot 5 + 2 = 10 \text{ мм};$$

Розмір $h_{ш}$ обираємо з табл.3, $h_{ш} = 5$ мм,

Довжина зуба шківів, мм: $B = b + m = 50 + 5 = 55$ мм.

Ширина обода M , мм:

Приймаємо шків без фланців $M = B = 55$ мм,

Розмір h_e , мм, приймають:

при $m \leq 7 h_e = m = 5$ мм,

Діаметр западин шківів, мм:

$$d_{f1} = d_{a1} - 2 \cdot h_{ш} = 73.416 - 2 \cdot 5 = 63.416 \text{ мм},$$

$$d_{f2} = d_{a2} - 2 \cdot h_{ш} = 223.384 - 2 \cdot 5 = 213.384 \text{ мм},$$

Довжина маточини $l_{ст} = (1,2 \dots 1,5)d_b = 36 \dots 45$ мм, остаточно розмір $l_{ст}$ приймаємо: $l_{ст} = 40$ мм.

Товщина диска $C = (1,2 \dots 1,3)\delta_{ш} = 12 \dots 13$ мм.

Для зменшення маси шківів у дисках передбачають 4-6 отворів діаметром d_0 , іноді більшого розміру. Шків встановлюється консольно, що спрощує заміну ременя та обслуговування механізму. Щоб зменшити згинальний момент, який впливає на вал, обід шківів розташовують максимально близько до опори вала.

4. STARTUP – ПРОЄКТ

Актуальність

Застаріле обладнання на виробництвах значно знижує ефективність технологічних процесів, призводить до надмірного споживання ресурсів і збільшення витрат на обслуговування. Особливо це стосується токарно-гвинтових верстатів, які часто використовуються в обробці валів, зокрема для відновлення їхніх робочих поверхонь.

Сучасний підхід до реставрації валів передбачає використання методів наплавлення, що забезпечує відновлення зношених поверхонь і збільшує строк служби деталей. Проте багато виробничих підприємств не мають можливості придбати дорогі сучасні наплавлювальні пристрої, що ускладнює адаптацію до сучасних стандартів якості та ефективності.

Переобладнання застарілих токарно-гвинтових верстатів у пристосування для наплавлення валів є актуальним рішенням для невеликих і середніх підприємств, оскільки дозволяє значно знизити витрати на придбання нового обладнання, зберігаючи при цьому технологічну ефективність. Проект спрямований на створення доступного, надійного та продуктивного обладнання для промислових підприємств і майстерень.

Наплавлення дозволяє вирішити такі актуальні завдання:

відновлення валів і деталей без їх заміни;

економія матеріалів завдяки локальному ремонту зношених частин;

зниження витрат часу і коштів на обробку нових деталей.

Проект передбачає адаптацію старих верстатів до сучасних технологій наплавлення з використанням плазмових, електродних чи лазерних методів. Такий підхід дозволяє забезпечити конкурентоспроможність виробництва, особливо в умовах високої конкуренції та зростання вартості ресурсів.

Мета і завдання стартап-проєкту

Мета проєкту: переобладнання застарілих токарно-гвинтових верстатів у сучасні пристосування для наплавлення валів, забезпечуючи високу якість ремонту деталей та економічну ефективність процесу.

Завдання проєкту:

проведення аналізу стану існуючого обладнання, визначення його технологічного потенціалу;

розробка конструкції адаптера для наплавлення, який сумісно працює з застарілими верстатами;

створення прототипу пристрою для випробувань;

випробування обладнання на зношених валах різних типів і матеріалів;

розробка технічної документації для впровадження обладнання на виробництво;

організація маркетингової кампанії для просування продукту на ринок;

виробництво перших серій пристосувань і пошук дистриб'юторів.

Опис ідеї проєкту

Табл. 4.1 – Опис ідеї стартап-проєкту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Переобладнання старих токарних верстатів у пристрої для наплавлення	- Ремонт валів у машинобудуванні; - Відновлення деталей у сільському господарстві та енергетиці	- Зменшення витрат на купівлю нового обладнання; - Підвищення ефективності ремонту завдяки сучасним методам наплавлення.

Табл. 4.2 – Порівняння технічних характеристик

Характеристика	Старий верстат	Переобладнаний верстат
Продуктивність	Низька	Висока
Точність	Нестабільна	Стабільна
Енергоефективність	Середня	Висока
Витрати на обслуговування	Високі	Помірні
Гнучкість застосування	Обмежена	Розширена

Табл. 4.3. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проєкту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од.	5-7 основних виробників
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум. од.	1-2 млрд грн, зростання попиту на ремонтні рішення
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає завдяки потребі у відновлюваних технологіях
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер)	Високі вимоги до сертифікації та фінансових ресурсів
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Відповідність стандартам якості

Табл. 4.4. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Ремонт зношених валів з мінімальними витратами	Машинобудівні підприємства, фермерські господарства	Потреба у швидкому ремонті без тривалих зупинок виробництва	Економічність, простота у використанні
2	Стабільність роботи обладнання	Енергетичні компанії, ремонтні цехи	Орієнтація на якість та довгострокову надійність обладнання	Стабільність, доступність запчастин

Табл. 4.5 – Технологічна здатність ідеї проекту

Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
Створення адаптера для наплавлення	Розробка CAD-моделі, 3D-друк прототипів, плазмове наплавлення	Технології доступні, але вимагають налаштування	Доступні через співпрацю з дослідницькими центрами
Модернізація старого верстата	Лиття деталей, використання стандартних приводів	Технології доступні на локальному рівні	Висока завдяки наявності локальних виробників компонентів
Тестування обладнання	Створення випробувального стенду	Технології доступні на виробництвах	Потребують додаткового фінансування

Аудит підтверджує, що всі необхідні технології є доступними, а реалізація проекту можлива з використанням існуючих ресурсів.

Табл. 4.6 – Ринкові можливості

№ п/п	Фактор	Опис можливості	Реакція компанії
1	Зростання попиту	Підвищення попиту на ремонтні рішення	Активне просування продукту на ринку через рекламу і участь у виставках
2	Локалізація виробництва	Можливість зниження витрат завдяки використанню локальних постачальників	Розвиток співпраці з локальними виробниками компонентів
3	Державна підтримка	Програми грантів для інноваційних рішень	Подання заявок на державну підтримку
4	Відсутність локальних конкурентів	Низька кількість аналогічних рішень на ринку	Вихід на ринок з конкурентною ціною
5	Експортний потенціал	Можливість виходу на міжнародний ринок	Участь у міжнародних виставках та співпраця з іноземними партнерами

Ринковий аналіз показує значний потенціал для розвитку стартапу завдяки низькому рівню конкуренції та високому попиту на ремонтні рішення.

Табл. 4.7 – Характеристика потенційних клієнтів стартапу

№ п/п	Цільова аудиторія	Потреби клієнтів	Вимоги до продукту
1	Машинобудівні підприємства	Ефективне відновлення валів	Надійність, доступність обслуговування
2	Енергетичні компанії	Ремонт великих валів турбін	Точність, стійкість до навантажень
3	Ремонтні майстерні	Швидке виконання дрібних ремонтних робіт	Простота використання, мобільність
4	Сільськогосподарські господарства	Економія на закупівлі нових деталей	Економічність, довговічність

Розподіл ринкових сегментів дозволяє зрозуміти специфічні потреби клієнтів і створити продукт, який максимально відповідає їхнім запитам.

Результати аналізу підтверджують актуальність проекту переобладнання застарілих токарно-гвинтових верстатів у сучасні пристрої для наплавлення валів.

Основні висновки:

1. Проект має високий потенціал для впровадження завдяки наявності доступних технологій і мінімальній конкуренції на локальному ринку.
2. Ринок характеризується зростаючим попитом на інноваційні ремонтні рішення, особливо у машинобудівній, енергетичній та аграрній галузях.
3. Основні переваги проекту включають економічність, зручність у використанні, високу продуктивність і точність.
4. Використання локальних ресурсів і компонентів дозволить знизити витрати виробництва і підвищити конкурентоспроможність продукту.
5. Розподіл сегментів клієнтів і врахування їх потреб сприятиме створенню адаптованих рішень, які задовольняють специфічні вимоги ринку.

У подальших етапах важливо забезпечити якісне тестування прототипу, активне просування продукту на ринку і залучення партнерів для серійного виробництва.

Проект переобладнання застарілих токарно-гвинтових верстатів у сучасні пристрої для наплавлення валів демонструє значний потенціал для вирішення нагальних проблем виробничих підприємств, що стикаються із застарілою технікою, високими витратами на обслуговування обладнання та необхідністю підтримувати високу якість ремонтних робіт.

Аналіз дослідження

Актуальність та інноваційність проєкту.

Сучасні підприємства, особливо в галузях машинобудування, енергетики та аграрного сектору, все частіше потребують економічних і ефективних рішень для відновлення деталей. Переобладнання старих верстатів дозволяє значно зменшити витрати на придбання нового обладнання, одночасно забезпечуючи високу продуктивність і якість процесу наплавлення. Це відповідає сучасним трендам екологічності, оптимізації ресурсів і адаптації застарілих технологій до нових стандартів.

Технічна доцільність і доступність технологій

Проведений технологічний аудит підтвердив, що всі необхідні технології для реалізації проєкту доступні. Це включає:

розробку адаптера з використанням сучасних CAD-технологій;

використання локальних виробників компонентів для зниження витрат;

доступ до випробувального обладнання, яке дозволить тестувати прототипи в умовах реального виробництва.

Завдяки використанню плазмових, електродних та інших сучасних методів наплавлення можна значно підвищити якість ремонтних робіт.

Аналіз ринку та клієнтів

Дослідження ринку підтвердило наявність стабільного попиту на подібні рішення в таких галузях:

машинобудівні підприємства, які шукають економічні способи відновлення великих деталей;

енергетичні компанії, які потребують точних і довговічних рішень для ремонту турбінних валів;

сільськогосподарські господарства, які прагнуть скоротити витрати на закупівлю нових деталей.

Аналіз конкурентного середовища показав, що в Україні обмежена кількість компаній, які пропонують аналогічні рішення. Це створює сприятливі умови для виходу продукту на ринок.

Економічна ефективність проєкту

Використання переобладнаних верстатів забезпечує суттєве зниження витрат для підприємств, зокрема:

зменшення витрат на придбання нового обладнання;

зниження собівартості ремонту завдяки ефективним технологіям наплавлення;

економія ресурсів за рахунок локального відновлення деталей, без необхідності їх заміни.

Порівняльний аналіз підтвердив, що переобладнані верстати значно перевершують старі аналоги за продуктивністю, точністю та енергоефективністю.

Стратегії просування та масштабування

Для успішної реалізації проєкту запропоновано кілька ключових напрямів:

проведення тестувань прототипу для підтвердження його характеристик;

участь у виставках і конференціях для популяризації продукту;

співпраця з локальними виробниками для забезпечення доступності компонентів і зниження виробничих витрат;

пошук стратегічних партнерів для масштабування виробництва та розширення присутності на ринку.

Можливості та загрози

Проект має значний потенціал для реалізації завдяки таким можливостям:

- підвищений попит на інноваційні ремонтні рішення;
- локалізація виробництва для зменшення витрат;
- державна підтримка інноваційних проектів.

Разом із цим необхідно враховувати можливі загрози, такі як висока конкуренція на глобальному ринку, необхідність сертифікації та нестабільність економічного середовища. Для подолання цих викликів запропоновано стратегії оптимізації витрат, співпраці з сертифікаційними органами та диверсифікації постачальників.

Висновки

Проект переобладнання старих токарно-гвинтових верстатів у сучасні пристрої для наплавлення валів є актуальним, інноваційним і перспективним рішенням для промислових підприємств України. Він поєднує в собі високу економічну ефективність, технологічну доступність і відповідність сучасним потребам ринку.

Успішна реалізація цього проекту не лише дозволить покращити технологічний стан виробничих підприємств, але й створить нові робочі місця, сприятиме розвитку локального виробництва та підвищенню конкурентоспроможності українських компаній на глобальному ринку. У майбутньому проект може стати основою для створення нових інноваційних рішень у сфері ремонту та відновлення деталей, забезпечуючи сталий розвиток промисловості та економіки країни.

Висновок

У магістерській роботі було проведено комплексне дослідження та вирішено актуальну науково-практичну задачу, пов'язану з вибором оптимального способу ремонтної наплавки валів, розробкою конструкції пристосування для наплавки циліндричних поверхонь, а також створенням інноваційного підходу до реалізації проєкту у форматі STARTUP.

1. Літературний огляд та аналіз сучасного стану питання:

- Досліджено актуальність проблеми відновлення валів, зокрема в контексті машинобудування та металургії.
- Проведено аналіз існуючих методів наплавлення валів, розглянуто їх переваги та недоліки.
- Обґрунтовано вибір раціонального способу ремонтної наплавки з урахуванням техніко-економічних показників.

2. Патентно-інформативний пошук та аналіз пристосувань для наплавки:

- Проведено патентний пошук, що охоплює сучасні технічні рішення у сфері наплавки циліндричних поверхонь.
- Виконано інформаційно-аналітичний огляд, що дозволив систематизувати дані про конструктивні особливості існуючих пристроїв.

3. Розробка конструкції пристосування:

- Розроблено та обґрунтовано конструкцію пристосування для наплавки циліндричних поверхонь.
- Виконано інженерні розрахунки ключових компонентів: шпинделя, приводів подачі, зубчасто-пасової передачі, що забезпечують ефективність роботи пристосування.

4. Розробка STARTUP-проєкту:

- Запропоновано концепцію впровадження розробленого пристосування у виробничу практику.
- Оцінено перспективи комерціалізації та економічну ефективність створеного пристрою.

Практична значимість роботи:

Результати дослідження спрямовані на вдосконалення процесу наплавки валів, що дозволяє знизити витрати на ремонт, підвищити довговічність обладнання та забезпечити конкурентоспроможність у галузі. Запропоноване

пристосування має потенціал для впровадження у серійне виробництво, що робить проєкт актуальним для промислових підприємств.

Таким чином, виконана робота зробила вагомий внесок у розвиток технологій ремонтної наплавки, а також створила основу для подальших досліджень та впроваджень у цій сфері.

Список використаних джерел

1. Кузнєцов Ю.Н. Верстати з ЧПК: Навчальний посібник. К.: Вища школа: 1991.-278 с.
2. Металорізальні верстати. Підручник для машинобудівних вузів./Під ред. В.Э.Пуша.- М.: Машинобудування, 1985.- 256 з
3. Проектування металорізальних верстатів і верстатних систем: Довідник-підручник у 3-х томах./Під общ. Ред. А.С.Проникова, М.: Видавництво МГТУ ім. Н.Э. Баумана: Машинобудування,1995.
4. Петров І.І. Наплавка та відновлення деталей машин: Навчальний посібник. – Київ: Техніка, 2015. – 256 с.
5. Сидоренко В.П. Сучасні технології відновлення валів: Монографія. – Харків: Машинобудівник, 2017. – 348 с.
6. Гнатюк О.М. Патентні дослідження: Методика та приклади. – Львів: Політехніка, 2018. – 172 с.
7. Данилюк П.М. Методи наплавки тіл обертання: теорія і практика. – Одеса: Наука і техніка, 2016. – 214 с.
8. Збірник патентів: Пристосування для наплавки циліндричних поверхонь. – Держпатент України, 2019.
9. Іванченко А.С. Ремонт і відновлення деталей машин: Практичний довідник. – Дніпро: Університет друку, 2020. – 312 с.
10. Ковальчук Т.Г. Процеси механічної обробки при наплавці. – Вінниця: Університетська книга, 2018. – 198 с.
11. Сучасні технології наплавки / Під ред. Ю.М. Василенка. – Харків: Інженерна книга, 2021. – 295 с.
12. "LMAR" (Товари для зварювання). Держак зварювальний тримач електродів 600А з ергономічною рукояткою [Електронний ресурс]. – URL: <https://lmar.com.ua/uk/vse-dlya-svarki/5965-derzhak-zvaryvalnij-trimach-elektrodiv-600a-ergonomichna-rukoyat.html>
13. Würth. Каталог зварювального обладнання 2023-2024 [Електронний ресурс].URL:https://wurth.ua/image/catalog/pdf/NEW/!!!Welding%202023%2024_07.pdf

14. ResearchGate. Схема процесу електрошлакового зварювання [Електронний ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-the-electroslag-welding-process_fig8_267416713
15. Вікіпедія. Файл:Плазмовий зварювальний пістолет [Електронний ресурс]. URL: https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%B5:Plasma_Welding_Torch.svg
16. Vukladach.pp.ua. Розділ 1.2 з навчального посібника з електротехнології [Електронний ресурс]. URL: <https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/%D0%B5lektroenergetuka/elektrotexnologija/elektrotexnologija/1/1.2.htm>
17. Mimowork. Як працювати з лазерним зварювальним апаратом [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.mimowork.com/laser/how-to-operate-a-laser-welder-machine>
18. Springer. Глава 6 книги [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-61500-3_6
19. Vseosvita. Тест з теми "Технологія газового зварювання" [Електронний ресурс]. – URL: <https://vseosvita.ua/test/tekhnolohiia-hazovoho-zvariuvannia-2919071.html>
20. Essaii. Плюси і мінуси зварювання тертям (FSW) [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.essaii.com/friction-stir-welding-fsw-pros-cons/>

Додаток А



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **108890**

(13) **U**

(51) МПК

B23K 37/047 (2006.01)

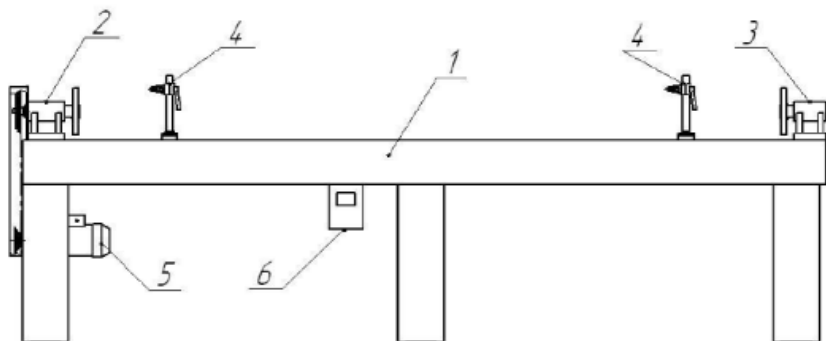
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2015 11602	(72) Винахідник(и): Свистунов Сергій Геннадійович (UA), Свистунов Юрій Геннадійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 24.11.2015	(73) Власник(и): Свистунов Сергій Геннадійович, вул. Уварова, буд. 4, кв. 11, м. Херсон, 73000 (UA), Свистунов Юрій Геннадійович, вул. Уварова, буд. 4, кв. 11, м. Херсон, 73000 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.08.2016	(74) Представник: Корнева Алла Олександрівна, реєстр. №82
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.08.2016, Бюл.№ 15	

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ ТА РИХТУВАННЯ КАРДАННИХ ВАЛІВ

(57) Реферат:

Установка для зварювання та рихтування карданних валів містить станину, на якій розташовані передня та задня бабки, привід передньої бабки. Привід передньої бабки має мікропроцесорне управління. Станина забезпечена штативами, а задня бабка має можливість переміщення відносно осі станини.



UA 108890 U

Корисна модель належить до галузі автомобілебудування, а зокрема до пристроїв для зварювання та рихтування карданних валів.

Найближчим аналогом до корисної моделі є багатопозиційний верстат для зварювання карданних валів (патент СРСР №238698), що складається зі станини, на якій розташовані передня і задня бабки, та привід, причому передня бабка виконана у вигляді диска з розподілами, які відповідають позиціям зварювання.

Недоліком найближчого аналога є те, що він може робити тільки зварювання певних типів карданних валів.

В основу корисної моделі поставлена задача створити такий пристрій для зварювання та рихтування карданних валів, в якому за рахунок конструктивних особливостей, можливо було б підвищити технологічні можливості а також спростити процес зварювання карданних валів.

Поставлена задача вирішується тим, що установка для зварювання та рихтування карданних валів містить станину на якій розташовані передня та задня бабки, згідно з корисною моделлю, привід передньої бабки, який має мікропроцесорне управління, причому станина забезпечена штативами, а задня бабка має можливість переміщення відносно осі станини.

На відміну від найближчого аналога, в якому зварювання проводиться тільки певних карданних валів, які відповідають розподілам на передній бабці, в корисній моделі, використання мікропроцесорного управління приводу передньої бабки дозволяє позиціонувати виріб на потрібний кут для коригування биття і постановки точок попереднього зварювання, а можливість переміщення задньої бабки відносно осі станини, дозволяє проводити зварювання будь-яких типів карданних валів, а також наявність штативів з індикаторами на станині дозволяє виробляти відразу центрування і рихтування карданних валів, що спрощує весь процес складання.

Корисна модель пояснюється кресленням, де зображена установка для зварювання та рихтування карданних валів.

Установка для зварювання та рихтування карданних валів складається зі станини 1, на якій розташовані передня бабка 2 і рухлива задня бабка 3, штативи 4. Передня бабка 2 приводиться в дію приводом 5, який керується пультом 6.

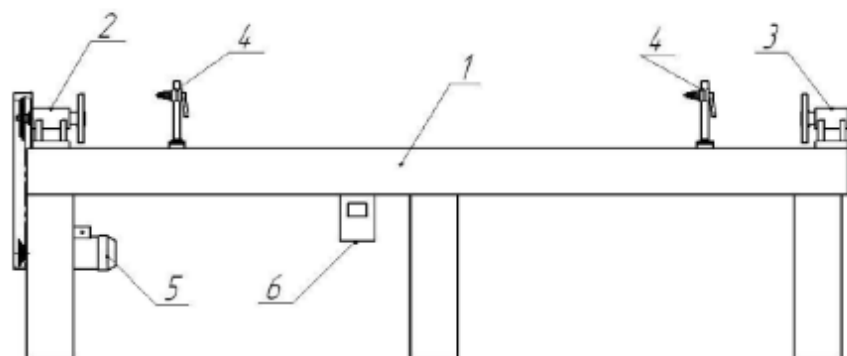
Корисна модель працює наступним чином.

У передню 2 і задню 3 бабки встановлюються фланці карданного вала. Після чого, переміщенням задньої бабки 3, відносно осі станини 1, її встановлюють під розмір довжини карданного вала, та встановлюють його таким чином, щоб посадочні поверхні його фланців збіглися з посадочними поверхнями приймальних фланців передньої 2 і задньої 3 бабок. Після чого переміщують штативи 4 з індикаторами в місця замірів радіального биття карданного вала і, повертаючи карданний вал, здійснюють замір радіального биття, при необхідності роблять його рихтування. Далі на пульті 6 встановлюють необхідну частоту обертання приводу 5 та здійснюють зварювання. Після зварювання за допомогою штативів 4 здійснюють контроль радіального биття готового виробу.

Запропонований пристрій для зварювання та рихтування карданних валів простий у виготовленні та налагодженні, надійний в роботі, дозволяє виробляти якісне зварювання карданних валів. Виготовлення даної установки можливо на діючих машинобудівних підприємствах без значних змін в технологічному процесі і капітальних вкладень.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Установка для зварювання та рихтування карданних валів, що містить станину, на якій розташовані передня та задня бабки, привід передньої бабки, яка **відрізняється** тим, що привід передньої бабки має мікропроцесорне управління, причому станина забезпечена штативами, а задня бабка має можливість переміщення відносно осі станини.



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601

95042087

МКИ F16P1/06

ЗАХИСНИЙ ПРИСТРІЙ ПРИ НАПЛАВЛЕННІ ШИЦЬОВИХ І ГЛАДКИХ ВАЛІВ
РІЗНИХ ТИПОРІЗМІРІВ.

Винахід відноситься до зварювальної техніки, в особливості до захисних пристроїв покращення умов праці при відновленні деталей способом електродугового наплавлення.

Відомий захисний пристрій в якому є світлофільтр, вмонтований в кожух, і пристрій для закріплення його на голові зварювальника. Проте, такий захисний пристрій є індивідуальним і захищає робітника тільки від світлового випромінювання, але не захищає навколишній простір як від світлового випромінювання, так і від аерозолів.

Відомий захисний пристрій у вигляді жорстко закріпленої на рухомому електроді іскрогазильної втулки (а.с. N 668794). Проте, такий пристрій придатний тільки для контактного зварювання і не може бути придатний для наплавлення тіл обертання, деталей типу "вал" з різними діаметрами.

Відомий електродотримач для електродів з відсмоктуванням газопиловиділень, що має рукоятку з газовідводним каналом, на якій закріплений вузол фіксування електроду і розміщений навколо нього газовідводний патрубок (а.с. N 1146161). Проте, такий патрубок також не забезпечує захист від бризок і світловипромінювання в навколишнє середовище.

Найбільш близьким до запропонованого є екранований пристрій (а.с. N 659827) – прототип, виконаний у вигляді двох роз'ємних половин, кожна із яких шарнірно з'єднана з кожухом, силовий циліндр жорстко закріплений на станині, пристрій оснащено валом, вмонтованим в кожусі, і поворотним важілем, встановленим на вказаному валу і зв'язаним із штоком силового циліндра, при цьому, на валу в свою чергу закріплені сектори, зв'язані за допомогою гнучкого зв'язку з роз'ємними половинами захисного екрану, при цьому пристрій оснащено підпружиненими штовхачами, закріпленими на кожусі, які взаємодіють з роз'ємними половинами екрану.

Такий пристрій не дозволяє безперешкодно, в робочому положенні, наглядати, при необхідності, за процесом наплавлення, а також, при наплавленні валів, не перекриває технологічну щілину між пристроєм і шаром наплавленого металу і, тим самим, не захищає зовнішнє середовище від світлового випромінювання.

Крім того, такий пристрій потребує додаткового пристрою для відведення газопиловиділень і не забезпечує можливості встановити його на рухомій, регульованій стійці подавального механізму.

Метою пристрою є підвищення зручності експлуатації, ефективності захисту від бризок металу, аерозолів і світлового випромінювання.

Вказана ціль досягається тим, що лобова кришка додатково шарнірно з'єднана з вилкою, шток якої встановлений з можливістю переміщення в шарнірі, закріпленому на розтрубі повітроводу, при цьому, вилка з двох сторін оснащена гірляндними шторками, наприклад, підвісками (лускоподібними пластинами), периферійні ланки яких довші центральних, а кришка і розтруб, в закритому положенні, утворюють знизу відкритий зів і по боковим сторонам фасонний виріз, при цьому повітровод встановлений на рухомій, регулюемій стійці подавального механізму.

На фіг. 1 запропоновано захисний пристрій (загальний вигляд); на фіг. 2 - розріз А-А на фіг. 1; на фіг. 3 - розріз А-А на фіг. 1 з піднятою лобовою кришкою; на фіг. 4 - вигляд Б на фіг. 2.

Пристрій має лобову кришку 1 з світлофільтром 2, з'єднану з розтрубом 3 шарніром 4, яка додатково за допомогою шарнірів 5 з'єднана з вилкою 6, шток 7 якої взаємодіє з шарнірною втулкою 8, встановленою в кронштейні 9, закріпленому на повітроводі 10, при цьому, вилка 6 з двох боків оснащена гірляндними шторками 11, виконаними, наприклад, у вигляді підвісок (лускоподібних пластинок) 12 (фіг. 4), з'єднаними одна з другою кільцями 13.

Повітровод 10 оснащено патрубком 14, до якого під'єднується цехова система примусової вентиляції, і встановлено на рухомій регулюемій стійці 15 подавального механізму 16.

Пристрій працює таким чином

В неробочому положенні лобова кришка 1 знаходиться в положенні зображеному на фіг. 3, коли розтруб 3 відкритий спереду для встановлення наплавляемого вала 17. В цьому положенні шток 7 вилки 6, з'єднаної з лобовою кришкою 1 через шарніри 5 зміщується в шарнірній втулці 8.

Робоче положення пристрою зображене на фіг. 1 і фіг. 2. Гірляндні шторки 11 перекривають щілину між наплавляемым валом 17 і фасонним вирізом розтруба 3, тим самим, запобігають розкиданню бризок розплавленого металу і випромінювання зварювальної дуги в навколишній простір. Конструкція розтруба 3 забезпечує скид шлаку і частинок металу в піддон 18. Гнучкість гірляндних шторок 11 дозволяє здійснювати вищезазваний захист при проходженні зварювального мундштука 19 вздовж наплавляемого вала 17 незалежно від зміни його перерізу.

Повітровод 10 і подавальний механізм 16 закріплені на стійці 15, яка в процесі наплавлення переміщується по напрямним 21.

Зварювальний мундштук 19 і розтруб 3 повітроводу 10 в робочому положенні переміщуються спільно.

Відсмоктування газових (аерозольних викидів) здійснюється через повітровод 10.

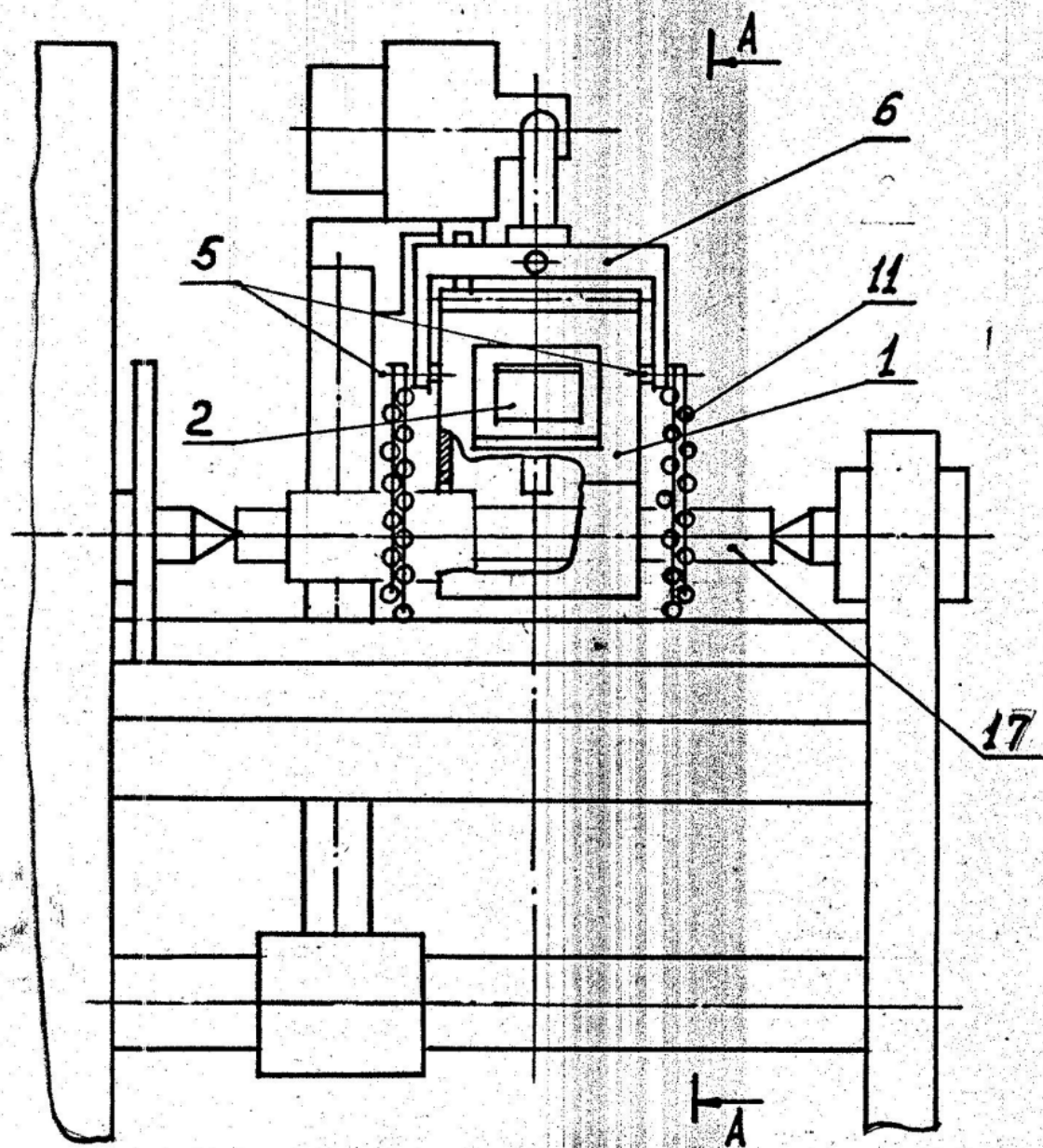
Гірляндні шторки 11 виконані, наприклад, у вигляді пластин (дисків) 12 (див. фіг. 4), з'єднаних один з другим кільцями 13, утворюючи гнучкі ланцюги (гірлянди). Гірлянди розміщені одна відносно другої таким чином, що диски 12 перекривають можливі просвіти.

Заступник директора
науковій роботі, к.



М. В. Молодик

Захисний пристрій при наплавленні шліцьових
і гладких валів різних типорозмірів

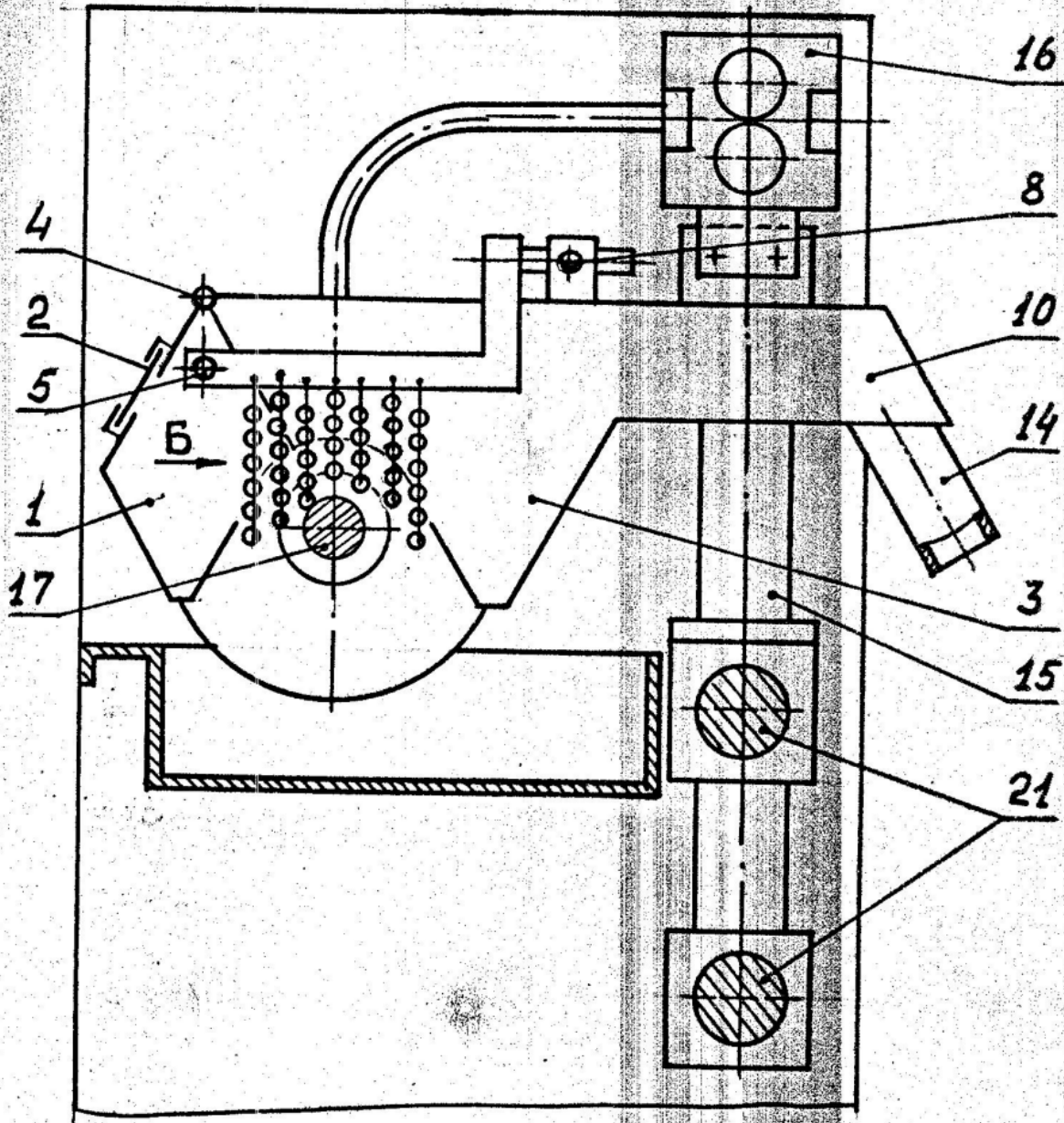


Фіг. 1

Автори: ~~Горин~~ Еранкін О. Н.
Голуб Б. І.
Кислий В. П.

Захисний пристрій при наплавленні шліцьових
і гладких валів різних типорозмірів

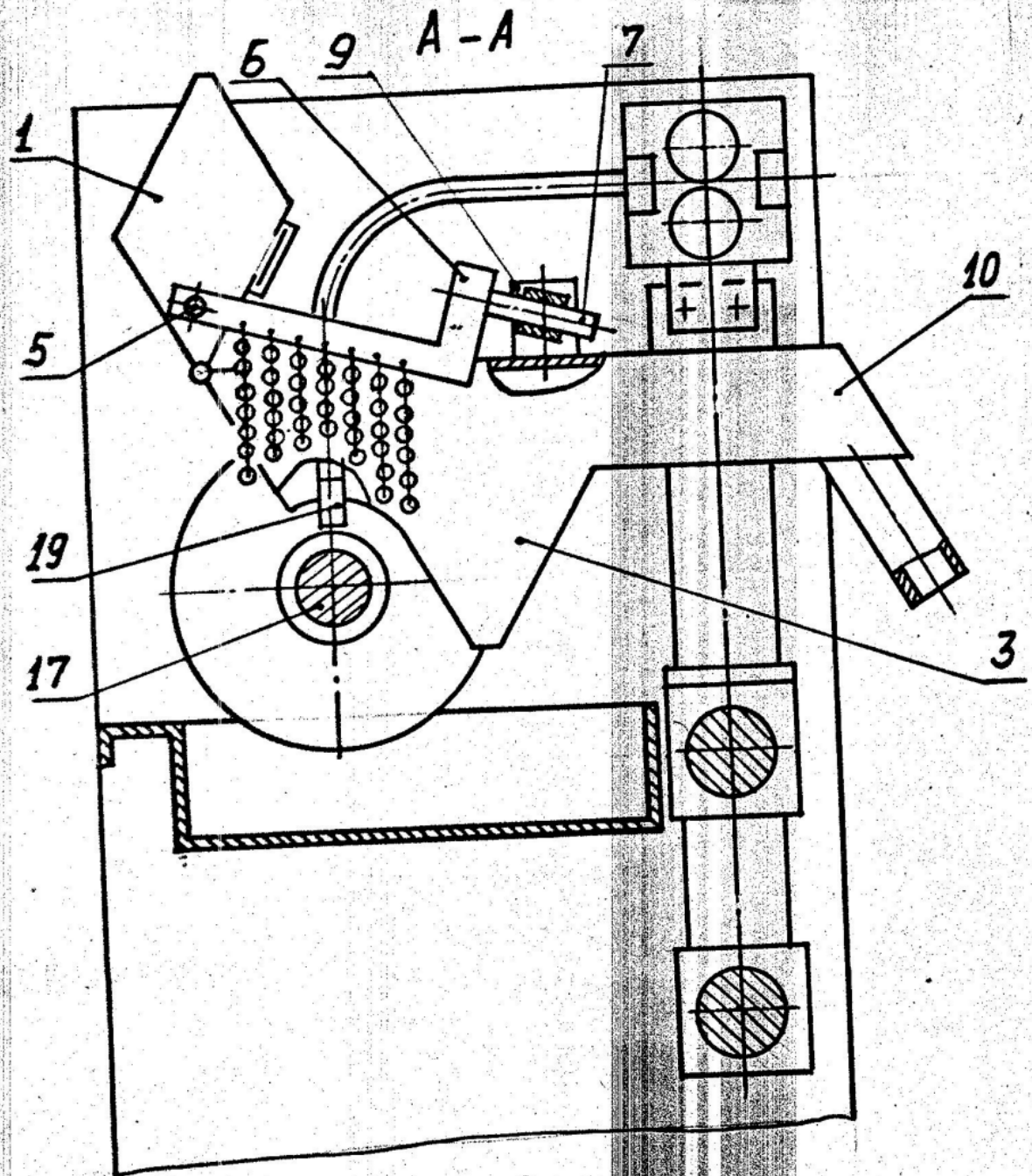
A-A



фiг. 2

Автори: *Аврик* Еранкін О.Н.
Голуб Б.І.
Кислий В.П.

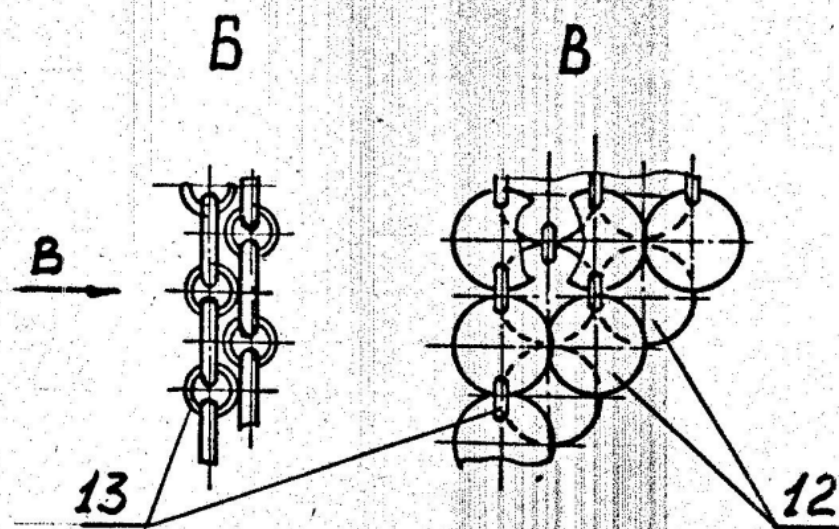
Захисний пристрій при наплавленні шліцьових
і гладких валів різних типорозмірів



фіг. 3

Автори: Авріш Євген О. Н.
Голуб Б. І.
Кислий В. П.

Захисний пристрій при наплавленні шліцьових
і гладких валів різних типорозмірів



Фіг. 4

Автори: *Авріл* Еранкін О.Н.
Голуб Б.І.
Кислиць В.П.



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108178** (13) **U**
 (51) МПК (2016.01)
B23K 9/04 (2006.01)
B22D 19/00
B23K 26/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
 ВЛАСНОСТІ
 УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

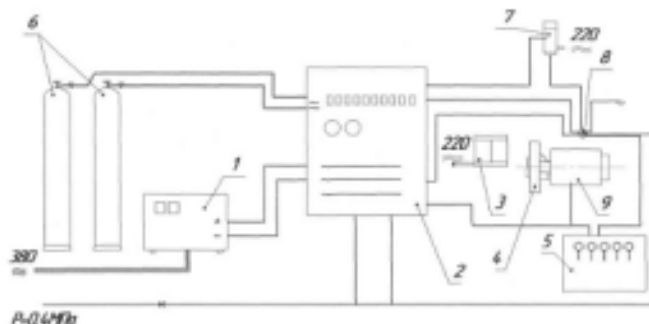
(21) Номер заявки: **u 2015 12251**
 (22) Дата подання заявки: **10.12.2015**
 (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **11.07.2016**
 (46) Публікація відомостей про видачу патенту: **11.07.2016, Бюл. № 13**

(72) Винахідник(и):
 Галич Олександр Анатолійович (UA),
 Аранчій Валентина Іванівна (UA),
 Махмудов Ханлар Зейланович (UA),
 Горб Олег Олександрович (UA),
 Слинько Віктор Григорович (UA),
 Березницький Віктор Іванович (UA),
 Багмет Станіслав Олександрович (UA),
 Федій Богдан Сергійович (UA),
 Бєсовол Світлана Анатоліївна (UA),
 Прасолов Євген Якович (UA),
 Шкрібун Богдан Михайлович (UA)

(73) Власник(и):
ПОЛТАВСЬКА ДЕРЖАВНА АГРАРНА АКАДЕМІЯ,
 вул. Григорія Сковороди, буд. 1/3, м. Полтава, 36003 (UA)

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**(57) Реферат:**

Пристрій для наплавлення циліндричних деталей сільськогосподарської техніки має джерело живлення, пульт керування, осцилятор, рушій-обертач з затискачем, баластний опір, балони з газом, порошковий завантажувач, плазмотрон, наплавлену деталь. Додатково пристрій має стіл-площину з закріпленими і з'єднаними між собою штангою кронштейнами, з координаційними з'єднаними між собою планкою опорним і робочим візками, що знаходяться в зачепленні по канавці: опорний візок з елементом - з копіром-пантографом, робочий візок - з плазмовим пальником. Порошковий завантажувач гнучкою трубкою з'єднаний з плазмовим пальником.



Фиг. 1

UA 108178 U

Технічне рішення за корисною моделлю належить до технології плазмового наплавлення циліндричних деталей складного профілю і може знайти застосування в машинобудуванні та при ремонті виробів сільськогосподарської техніки.

Відома установка плазмового наплавлення і зварювання, яка має стержневий неплавкий 5 електрод плазмотрона і мундштук для аксіальної подачі плавкого електрода через плазмотрон. Джерелами живлення постійного струму є: один із жорсткою характеристикою для плавкого електрода, другий - із кругоспадною вольт-амперною характеристикою - для плазмової дуги. Недоліком є нерівномірне нагрівання плазмовою дугою плавкого електрода - порошкового дроту, площинки (Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы 10 лазерной обработки: Учебн. пособие для вузов/ под ред. А.Г. Григорьянца. - М.: Изд-во МГТУ им. М.Э. Баумана, 2006 г.). Для габаритних деталей низька продуктивність наплавлення. Установка громіздка та дорога через наявність двох джерел живлення і має великі енерговитрати на наплавлення.

Відома установка для плазмового наплавлення з аксіальною подачею плавкого електрода, 15 що має плазмотрон з кільцевим неплавким електродом і плазмової дуги постійного струму для дуги плавкого електрода (Автор свід. № 15577190 СССР, МКИ В23К 10/00 Плазмовий пальник. Дудко Д.А., Грановський А.В., Корниенко А.Н., Гавриш П.А.).

Недоліками є: громіздкість установки і велика маса плазмотрону, бо кільцевий неплавкий електрод виготовляється із міді та витримує струми до 180А, що недостатньо для ефективного 20 нагріву плавкого електрода.

Відома установка плазмового типу, що прийнята за прототип - [Макаренко М.А. Усовершенствование плазмотрона и установки для плазменной наплавки. Автоматическая 25 сварка, 1998. - с. 40-43, з1, має джерело живлення постійного струму, з'єднане з плавким електродом, виробом і стержневим неплавким електродом плазмотрону. Неплавкий електрод стержневого типу виготовляється із вольфраму і витримує струм значно вище 180А.

Установка має недоліки: для нагріву плавкого електрода слід збільшувати струм плазмової дуги, що збільшує тепловиділення у виріб, глибину проплавлення основного металу. До того ж, нагрів плавкого електрода проходить більш інтенсивно зі сторони неплавкого електрода. Це викликає пропалювання оболонки дроту, просипається шихта, забруднюється плазмотрон, 30 погіршується якість наплавлення. Використання установки можливе лише в автоматичному режимі, що забезпечить прямолінійність плавкого електрода.

Відомі установки за способом відновлення циліндричних чавунних деталей, що включають операції електродугового багатопрохідного наплавлення по гвинтовій лінії, подачі в зону наплавлення кисню та природного газу, охолодження в навколишньому повітряному 35 середовищі та токарну обробку відновлюваних деталей з номінальними розмірами (автор, свід. СРСР № 297443, Кл. В23К 9/6, 1971).

Основні недоліки: багатопрохідне електродугове наплавлення шляхом нанесення шару по довжині деталі призводить до перегрівання і різкого переходу чавуну з твердого в рідкий стан. До наступного недоліку слід віднести перевитрати зварювальних і допоміжних матеріалів, 40 електроенергії, збільшення затрат праці та зниження продуктивності технологічного процесу.

На вітчизняному ринку установки і апарати для плазмового наплавлення складають технічні рішення, які забезпечують необхідну якість наплавлених покриттів, в основному, на струмі прямої полярності.

Нині в ремонтному виробництві використовуються способи плазмового наплавлення для 45 відновлення сільськогосподарської техніки.

При напавленні складнопрофільних поверхонь існують труднощі по забезпеченню переміщенню по визначеній траєкторії, налаштуванню і регулюванню швидкості наплавлення. При відновленні деталей типу "шнек" - необхідно наплавляти циліндричну поверхню по гвинтовій лінії з великим кроком. Налаштування траєкторії переміщення плазмотрона і 50 параметрів режиму наплавлення викликають труднощі при використанні існуючої техніки.

Пропонується технічне рішення по напавленню складнопрофільних поверхонь, яке виключає труднощі по настройці параметрів режимів наплавлення та по забезпеченні переміщення по визначеній траєкторії, настройці і регулюванню швидкості наплавлення і дозволяє автоматизувати технологічний процес на струмі оберненої полярності.

Для плазмового наплавлення деталей шнеків циліндричної форми розроблено пристрій 55 копіро-пантографного типу з установленням режимів наплавлення в автоматичному режимі за комп'ютерною програмою і керуванням технологічним процесом. Цим шляхом досягається отримання високотвердих структур наплавлення і зносостійкості поверхні основного металу. Продуктивність плазмового наплавлення досягає 1 кг/год. при частці основного металу в

наплавленому шарі до 10 %, що досягається за рахунок оптимального розподілу тепловкладання.

Виконаний заявником аналіз рівня техніки, який вимагає пошуку по патентних і науково-технічних джерелах інформації, виявлення джерел, які містять відомості про аналоги заявленої корисної моделі, дозволив встановити, що заявник не виявив аналога, що характеризується ознаками ідентичними істотним ознакам заявленого технічного рішення. Визначення із переліку виявлених аналогів прототипу, як найбільш близького до істотних ознак аналога, дало можливість виявити сукупність істотних відносно передбаченого результату, відомих ознак в заявленому рішенні, яке виявлено в формулі корисної моделі. Отже, заявлене технічне рішення за корисною моделлю відповідає умові "новизна".

Збереження ресурсу відновлених деталей, закладеного при їх проектуванні, можливе лише тоді, коли технологічні властивості сплаву будуть близькі до властивостей сплаву, з якого виготовлена заводська деталь.

Враховуючи те, що нерівномірність зносостійкості наплавленого шару неможливо повністю усунути через хаотичність термічних процесів, тому на практиці слід задаватися висотою наплавленого шару, тобто задаватися такими припущеннями на механічну обробку, яка б забезпечила отримання номінального розміру зносостійкості поверхні виробу.

Задача технічного рішення за корисною моделлю - створити пристрій для плазмового наплавлення циліндричних деталей сільськогосподарської техніки.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для наплавлення циліндричних деталей сільськогосподарської техніки включає джерело живлення, пульт керування, осцилятор, рушій-обертач із затискачем, баластний опір, балони з газом, порошковий завантажувач, плазмотрон, наплавлену деталь та додатково додається стіл-площина з закріпленими і з'єднаними між собою штангою кронштейни, з координатними з'єднаннями між собою планкою опорним і робочим візками, що знаходиться в зачепленні по канавці: опорний візок з елементом - з копіром-пантографом, робочий візок - з плазмовим пальником, а порошковий завантажувач гнучкою трубою також з'єднаний з плазмовим пальником.

Суть запропонованого технічного рішення пояснюється кресленнями:

На фіг. 1 зображено загальний вигляд пристрою плазмово-порошкового наплавлення на струмі оберненої полярності.

На фіг. 2 зображено на пристрої операція плазмово-порошкового наплавлення деталей циліндричної форми типу "шнек".

На фіг. 3 зображено на пристрої операція виміру зношування деталей шнека.

На фіг. 4 зображена залежність висоти наплавленого шару від сили струму та швидкості наплавлення.

На фіг. 5 зображена залежність висоти наплавленого шару від сили струму та витрати порошку.

На фіг. 6 зображена залежність висоти наплавленого шару від швидкості наплавлення та витрати порошку.

Де позначено:

- 1) джерело живлення;
- 2) пульт керування;
- 3) осцилятор;
- 4) рушій-обертач із затискачем;
- 5) баластний опір;
- 6) балони з газом;
- 7) порошковий завантажувач;
- 8) плазмотрон;
- 9) наплавлена деталь;
- 10) стіл-площина;
- 11) копір-пантограф;
- 12) муфта;
- 13) підтримувач-затискач;
- 14) кронштейн;
- 15) штанги;
- 16) опорний візок;
- 17) робочий візок;
- 18) елемент зчеплювач;
- 19) плазмовий пальник;
- 20) планка з'єднання;

- 21) кронштейн-підтримувач;
 22) гнучка трубка;
 23) індикатор годинникового типу;
 24) штативи;
 25) комп'ютер.

Пристрій включає стіл-площину 10 з рухомим рушієм-обертачем з затискачем 4, в якому закріплено копір-пантограф 11 співвісно з оброблюваною деталлю 9 циліндричної форми за допомогою муфти 12. Вільний кінець деталі 9 підтримується тримачем 13. На столі-площині 10 закріплені кронштейни 14, які з'єднані між собою штангою 15 з координаційними опорним 16 і робочим 17 візками. Опорний візок 16 забезпечений елементом 18, який знаходиться в зачепленні по канавці копіра-пантографа 11, а робочий з плазмовим пальником 19. Між собою візки з'єднані планкою 20. На столі-площині 10 за допомогою кронштейна 21 кріпиться порошковий завантажувач 7, який з'єднаний з плазмовим пальником 19 гнучкою трубкою 22. Після наплавлення деталей 9 обмірюють з визначенням товщини і ширини наплавленого шару. На стіл-площину 10 встановлюються штативи 24 з індикаторами годинникового типу 23, які з'єднані згідно з програмою з комп'ютером 25 для обробки результатів досліджень.

Приклад виконання.

Запропоновано технологічний процес відновлення деталей із корозійностійких сталей, які мають протяжну зношену поверхню 2,5-3 мм на діаметр з твердістю 50...60 HRC і місцеві механічні пошкодження у вигляді сколів, рисок, вм'ятин глибиною 4 мм.

Основними вихідними даними для розробки технології відновлення шнека сталі - це інформація про зношування деталей, розподіл значень зношення, характер і кількість дефектних ділянок на робочих поверхнях.

Зношування визначається вимірюванням діаметральних розмірів деталей шнека по довжині з кроком 50 мм. Шляхом порівняння отриманих результатів згідно з технічними умовами і гранично допустимих значень зазору, при якому можлива експлуатація, проводиться дефектація деталей.

Спершу виконується підготовка поверхні під наплавлення, тобто механічна обробка зовнішнього діаметра шнека для видалення раніше наплавленого шару. Операція здійснюється на круглошліфувальному верстаті. Для видалення з поверхні деталі забруднень, решток масел і змащувально-охолоджуючих рідин використовується технічний розчин Лабомід-М із концентрацією 25...40 г/л при температурі 60...80 °C протягом 10...15 хв. Операція завершується обполіскуванням деталі в гарячій воді.

Далі проводиться плазмово-порошкове наплавлення. Порошки просіюються через лабораторні сита з чарунками 90...355 мкм для видалення забруднень, отриману масу просушують при 250...350 °C протягом двох годин.

Попередній підігрів деталі здійснюється в печі при 300...350 °C протягом 20 хвилин. Можна підігрівати плазмовою дугою силою струму 60...80 А з обов'язковим контролем температури шнека контактним термометром "Testo 735". Послідовність операцій технологічного процесу приймається згідно з таблицею 1.

Таблиця 1

Послідовність операцій технологічного процесу
 відновлення деталей циліндричної форми типу "шнека" сільськогосподарської техніки

№	Назва операції	Розряд роботи	Норма часу, хв.	Примітка
1	Миття	3	5	
2	Визначення дефектів	5	10	
3	Шліфувальна: корпус (сорочка)	5	20	
4	Шліфувальна: шнека	4	15	
5	Контрольна	5	10	
6	Наплавлення	4	30	
7	Слюсарна	3	15	
8	Шліфувальна	3	20	
9	Контрольна	5	10	
10	Консервація	3	15	

Режим наплавлення визначається згідно з таблицею 2 залежно від висоти та ширини наплавленого шару. Висота наплавлення розраховується за формулою:

$$R_H = \frac{D_{\text{сop.}} - d_{\text{шн.}} + k}{2},$$

де $D_{\text{сop.}}$ - внутрішній діаметр корпусу-сорочки після розточування, мм;

$d_{\text{шн.}}$ - зовнішній діаметр шнека після механічної обробки поверхні під наплавлення, мм.

Таблиця 2

Режими плазово-порошкового наплавлення на струмі оберненої полярності

Висота наплавлення h_n , мм	Сила струму, А	Швидкість Наплавлення м/год.	Витрати газів, л.хв.			Витрата порошкової суміші г/хв.			
			Плазмо- утворю- ючого	Транспортуючого	Захисного				
до 2,0	90-110	13,25-15,57	3,7-5,8	3,7-5,8	7,8-9,8	85-95			
до -2,5						95-100			
до -3,0	100-110	12,15-13,35				100-110			
до -3,5						110-120			
до -4,0	110-120	11,1-12,45							

5

Встановлюється в визначеному положенні копір-пантограф 11, який жорстко з'єднаний з деталлю 9 циліндричної форми муфтою 12. Вільний кінець деталі 9 підтискається центром підтримувачем-затискачем 13. Опорний 16 і робочий 17 візки встановлюються у визначених однойменних точках гвинтових поверхонь копіра-пантографа і циліндричної деталі та жорстко закріплюються планкою 20. Рухомий рушій-обертач 4, який встановлено на столі-площині 10 за допомогою підтримувача-затискача 13 передає рух обертання копіру-пантографу 11 і деталі 9. Елемент 18, що встановлений в канавці копіра-пантографа 11, переміщується по заданій гвинтовій поверхні канавки. Жорстке з'єднання між опорним 16 і робочим 17 візками забезпечують переміщення плазового пальника 19 по траєкторії руху елемента 18, що дозволяє виконувати наплавлення деталі 9 по гвинтовій лінії з заданим кроком. На столі-площині 10 за допомогою кронштейна 21 кріпиться порошковий завантажувач 7, який з'єднаний з плазовим пальником 19 гнучкою трубкою 22. Після наплавлення деталь 9 обмірюють з визначенням товщини і ширини наплавленого шару. На стіл-площину 10 встановлюється штатив 24 з індикатором годинникового типу 23, які з'єднані згідно з програмою з комп'ютером 25 для обробки результатів досліджень.

Визначення впливу режимів наплавлення на формування металу проводимо методом матричного планування дослідів. Як відгук приймаємо значення висоти наплавлення H , так як це найбільш значимий фактор. Прогнозування оптимальної висоти і ширини покриття дозволяє скоротити наступну механічну обробку і призначити потрібну кількість проходів при наплавленні. Фактори впливові на показники висоти і ширини наплавлення, це: сила зварювального струму I , А швидкість наплавлення V_n , м/год., витрати присадкового порошку M_n , кг/год., при $K=3$. Дослідження проводимо згідно з матрицею планування дослідів.

Для зменшення дії на результати дослідів, коливання напруги в мережі та зміни температури в приміщенні дослідів виконують у випадковому порядку. За результатами попередніх дослідів визначено, що в подальших дослідях варіювання сили струму слід здійснювати в межах $X_1(I)$ 105...125 А, швидкість наплавлення $X_2(V_n)$ 10...15 м/год., витрати порошку $X_3(M_n)$ 1,5...2,0 кг/год.

За результатами досліджень побудовані рівняння регресії з натуральними значеннями:

$$H = 1664 - 0,1 - 0,95V_n + 2,25M_n + 0,31 \cdot V_n + 0,29 \cdot M_n - 0,8V_n \cdot M_n - 1,01 \cdot V_n \cdot M_n;$$

$$B = 13,054 - 2,02I - 1,95V_n + 1,76M_n + 1,02I \cdot V_n + 1,54I \cdot M_n + 0,25V_n \cdot M_n - 1,02I \cdot V_n \cdot M_n.$$

Аналіз рівнянь регресії свідчить, що найбільший вплив на висоту наплавленого шару, у вибраних інтервалах варіювання - це кількісні витрати порошкового матеріалу і швидкість наплавлення, а також поєднаний вплив сили струму, швидкості наплавлення і витрати порошку. А на ширину наплавленого шару найбільший вплив має сила струму, швидкість наплавлення і витрати порошку, меншою мірою - поєднаний вплив швидкості наплавлення і витрати порошку.

Таблиця 3

Результати виробничих випробувань зношування шнеків

Матеріал для наплавлення шнека	Зношування, мм	
	деталей шнека	сорочки шнека
нового	1,43	0,27
складу 89,7 % PR-NX17CP4+10,3 % P6M5Ф3	1,32	0,26
складу 85,7 % PR-NX17CP4+14,3 % БХ-2	1,78	0,31
складу 89,7 % PR-NX17CP4+10,3 % КХП	1,69	0,39

Проведені дослідження у виробничих умовах, які підтвердили доцільність використання плазмового наплавлення порошків 89,7 % PR-NX17CP4+10,3 % P6M5Ф3, які забезпечують високу зносостійкість наплавленого шару. При цьому ресурс відновлених шнеків на 5...7 % вище, ніж у нових деталей.

Економічна ефективність від впровадження методу плазмового наплавлення на струмі оберненої полярності розраховується:

Витрати на відновлення деталі:

$$B = B_{\text{від}} + B_{\text{мат}} + B_{\text{ел}} = 107,625 + 780,5 + 0,12 = 888,24 \text{ грн}$$

де $B_{\text{від}}$ - вартість відновлення деталі, грн., $B_{\text{мат}}$ - вартість матеріалів для відновлення, грн., $B_{\text{ел}}$ - вартість затраченої електроенергії, грн.

Витрати на заробітну плату працівників:

$$B_{\text{від}} = Z_{\text{ел}} + Z_{\text{ток}} = 92,25 + 15,375 = 107,625 \text{ грн}$$

$Z_{\text{ел}} = T_{\text{н}} + C_{\text{г}} + K_{\text{т}} = 3 + 20,5 + 15 = 92,25 \text{ грн}$

$Z_{\text{ток}} = T_{\text{н}} + C_{\text{г}} + K_{\text{т}} = 0,5 + 20,5 + 15 = 15,375 \text{ грн}$

де $T_{\text{н}}$ - норма витрат часу на виконання операції, год., $C_{\text{г}}$ - годинна ставка робітників, (приймаємо $B_{\text{г}}=20,5 \text{ грн/год.}$), $K_{\text{т}}$ - коеф., що враховує доплати до основної заробітної плати, $K_{\text{т}} = 1,5$; $Z_{\text{ел}}$, $Z_{\text{ток}}$ - заробітна плата відповідно слюсаря і токаря.

Вартість матеріалів розраховуємо по наступній формулі:

$$B = \sum_{i=1}^n g_i \cdot \rho_i = 2,23 \cdot 350 = 780,5 \text{ грн}$$

де g_i - маса (об'єм) використаного матеріалу, кг (л), ρ_i - ціна 1 кг (л) матеріалу, грн., n - число найменувань матеріалів.

Витрати на електроенергію:

$$B_{\text{ел}} = \frac{P_{\text{д}} \cdot T_{\text{д}}}{1000 \cdot \eta} = \frac{2000 \cdot 0,7}{1000 \cdot 0,8} = 0,12 \text{ грн}$$

де $N_{\text{ел}}$ - встановлена потужність двигунів обладнання, кВт, $T_{\text{н}}$ - норма витрат часу на виконання операції, год.; $\rho_{\text{ел}}$ - ціна 1 кВт-год. електроенергії для підприємства $\rho_{\text{ел}}$ грн/кВт-год.; η - ККД обладнання, приймається 0,7...0,8.

Коефіцієнт ефективності відновлення деталі:

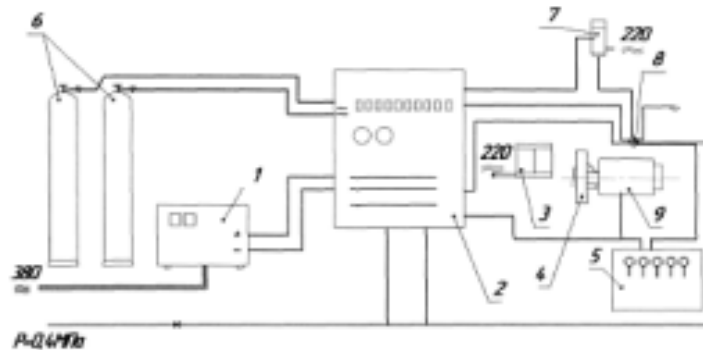
$$K_{\text{еф}} = \frac{B_{\text{д}}}{B} = \frac{985,7}{888,24} = 1,11 \geq 1$$

де $K_{\text{д}}$ - коефіцієнт довговічності, $B_{\text{нов}}$ - вартість нової деталі, грн.

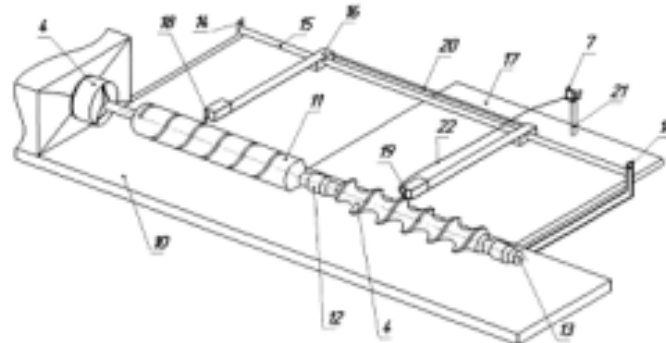
Заявлене технічне рішення згідно з корисною моделлю може використовуватися в машинобудуванні і при ремонті виробів сільськогосподарської техніки. Описане повністю задовольняє критерію в патентоспроможності - "промислова придатність".

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

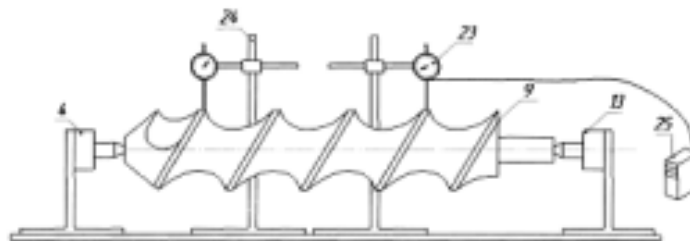
- Пристрій для наплавлення циліндричних деталей сільськогосподарської техніки, який включає джерело живлення, пульт керування, осцилятор, рушій-обертач з затискачем, баластний опір, балони з газом, порошковий завантажувач, плазмотрон, наплавлену деталь, який відрізняється тим, що додатково має стіл-площину з закріпленими і з'єднаними між собою штангою кронштейнами, з координаційними з'єднаними між собою планкою опорним і робочим візками, що знаходяться в зачепленні по канавці: опорний візок з елементом - з копіром-пантографом, робочий візок - з плазмовим пальником, а порошковий завантажувач гнучкою трубкою також з'єднаний з плазмовим пальником.



Фиг. 1



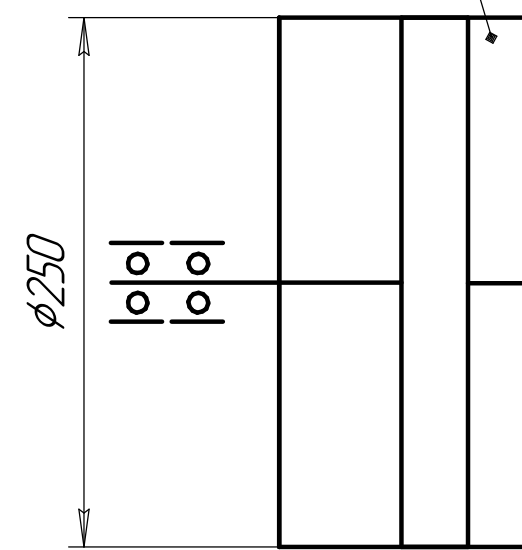
Фиг. 2



Фиг. 3

Привід обертання шпинделя

Цилиндр затиску



$\phi 250$

$z=45 \ m=5$

3
Шків зчужчастий

$z=15 \ m=5$

2
Шків зчужчастий

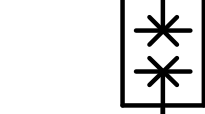
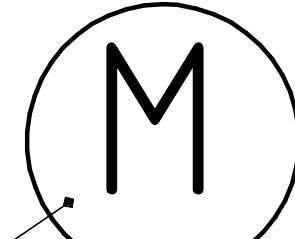
1PH7 101
 $P=3.7 \text{кВт}, n=1500 \text{ об/хв.}$

1

Привід руху поперечних полозків

1FK6060-6AF71-1
 $T=4 \text{кНм}, n=3000 \text{ об/хв.}$

4



$t=5 \text{ мм}$

7
Гвинт КГП

$\phi 200 \text{ мм}$

$t=10 \text{ мм}$

10
Гвинт КГП

Привід подачі наплавочного дроту

Мотор-редуктор РЧМ-50
 $i=25, n=750 \text{ об/хв.}$

12

11

Цилиндр піджиму

9

8

1FK6060-6AF71-1
 $T=4 \text{кНм}, n=3000 \text{ об/хв.}$

Привід руху поздовжніх полозків

МД.НН ММ.МК-31м.02.01

Кінематична схема

приспосовування для наплавлення валь

Лист

Маса

Маштаб

1:1

Архив

Архив

1

КПІ ім.Горького Сікорського

Формат

A1

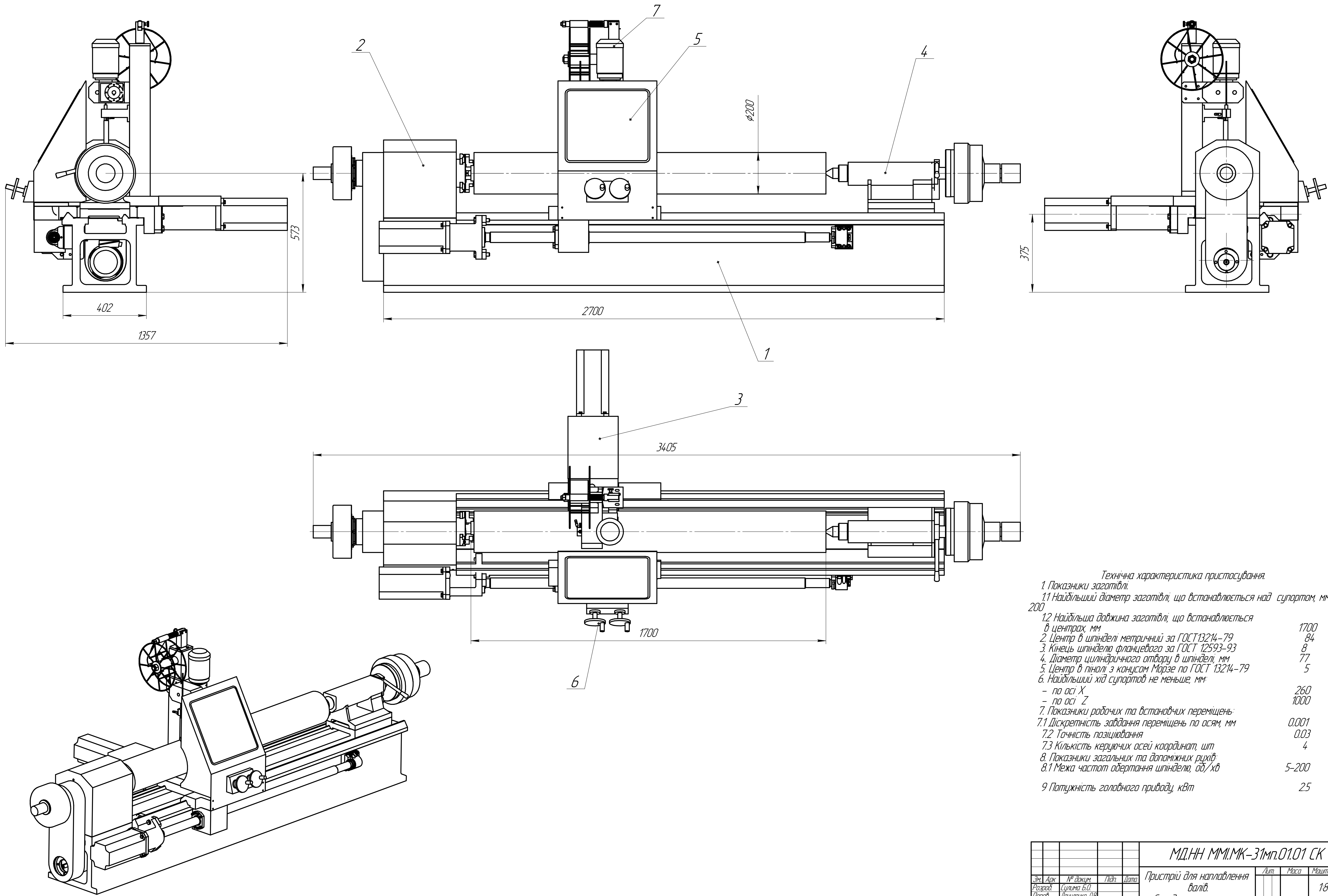
Копіював

Формат

A1

Зм.	Арх.	№ док.	Підп.	Дата
Розроб.	Схемат.	Б.О.		
Перев.	Доповн.	О.В.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Затверд.				

Ім'я	№ підп.	Підп. і дата	Взам. ім'я, №	Ім'я, № підп.	Підп. і дата

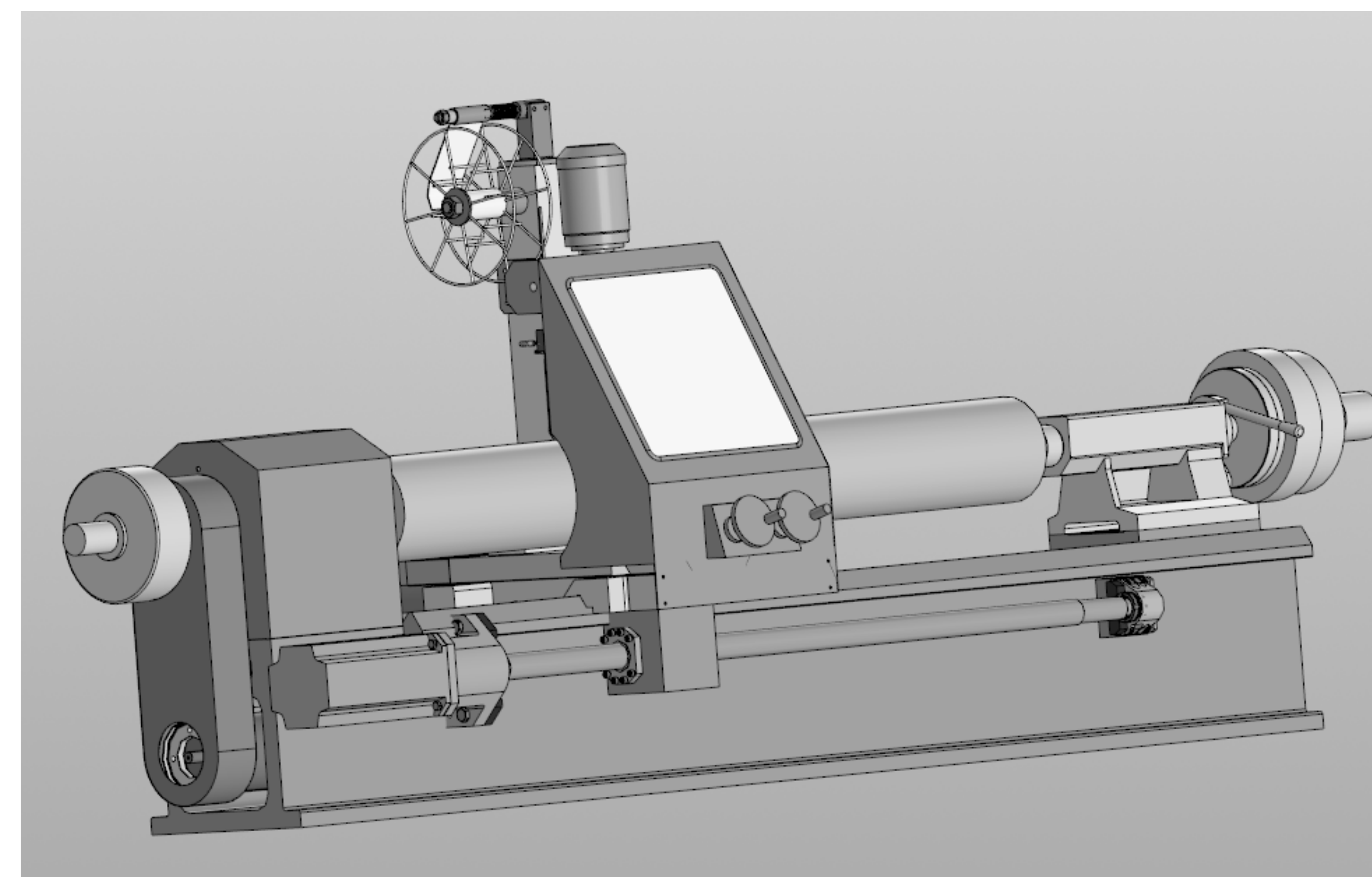
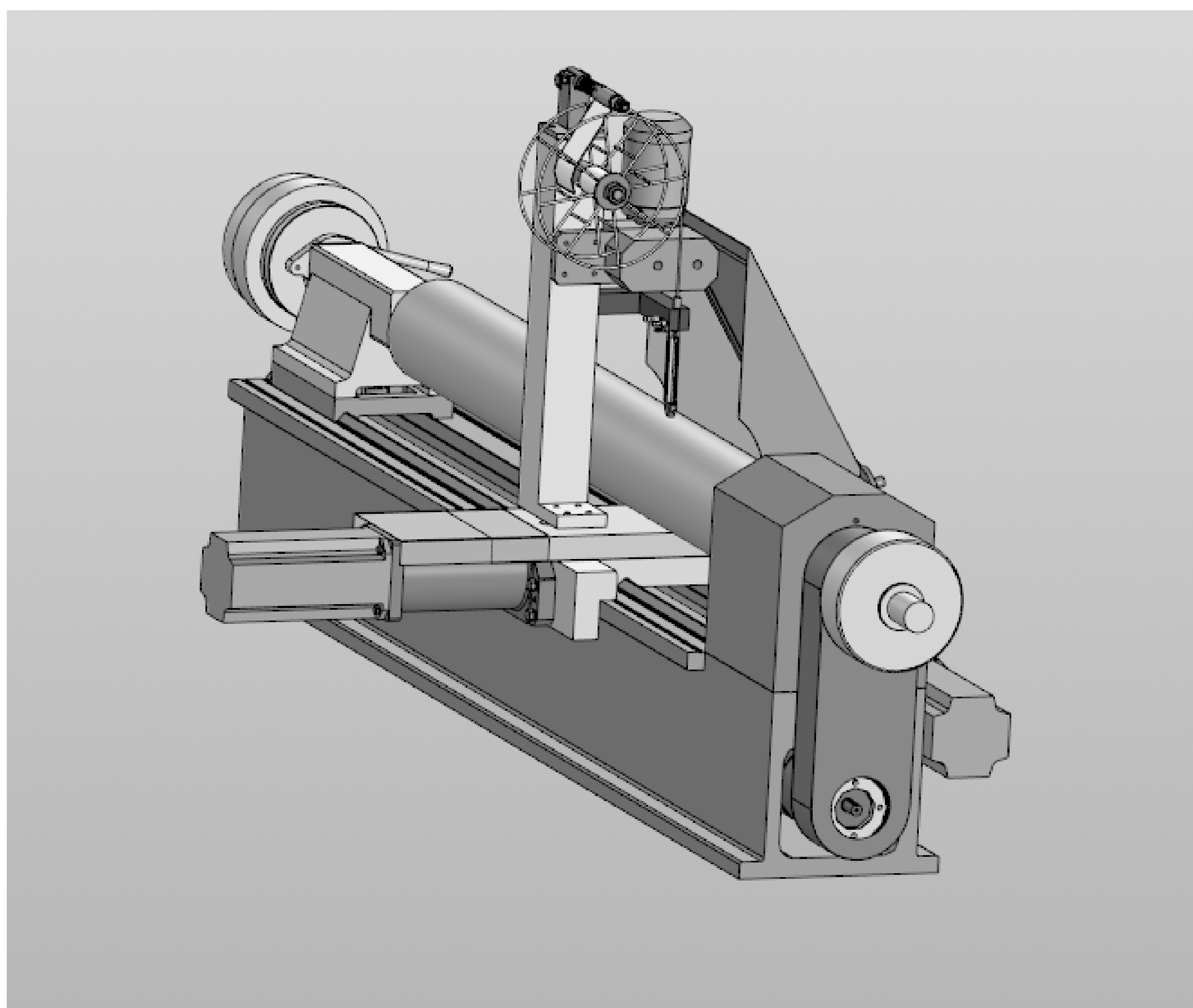
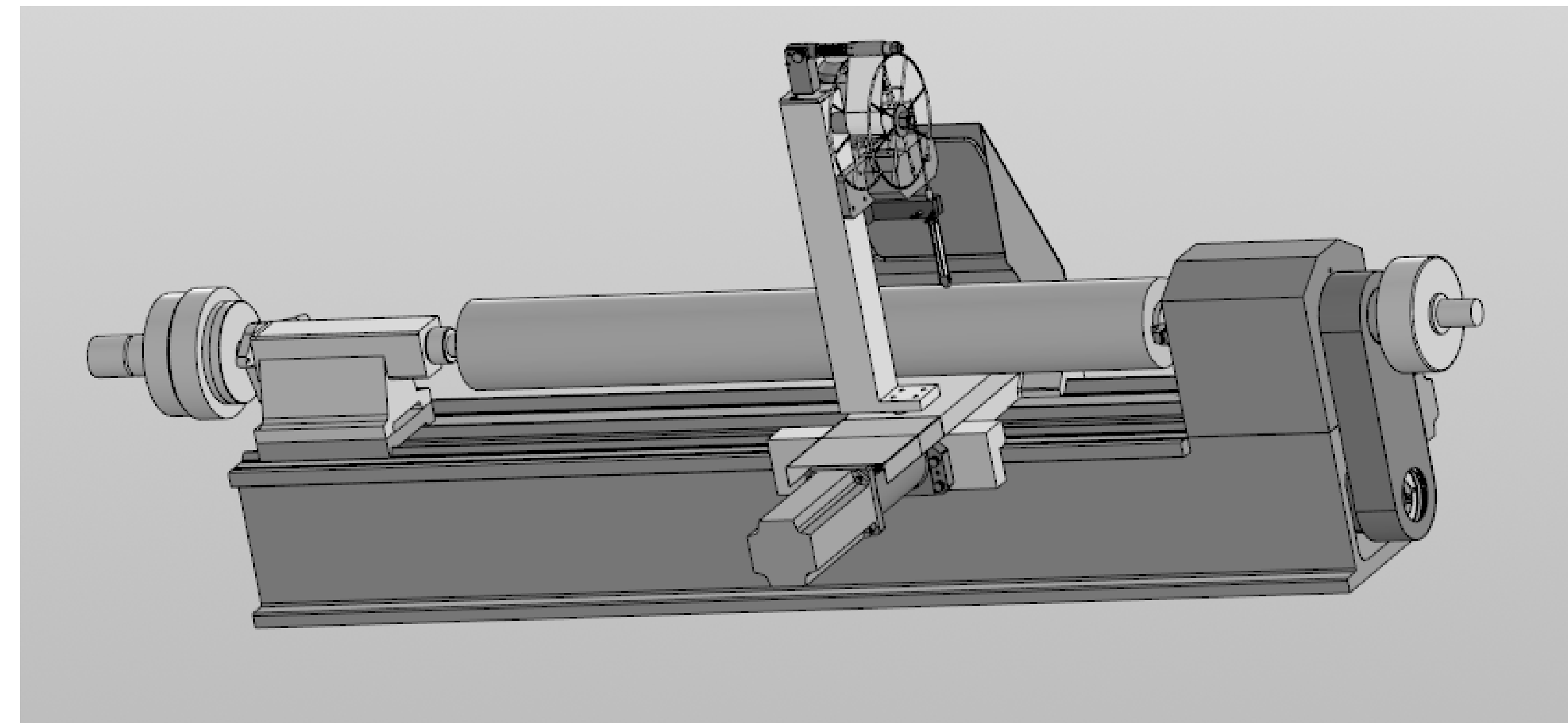
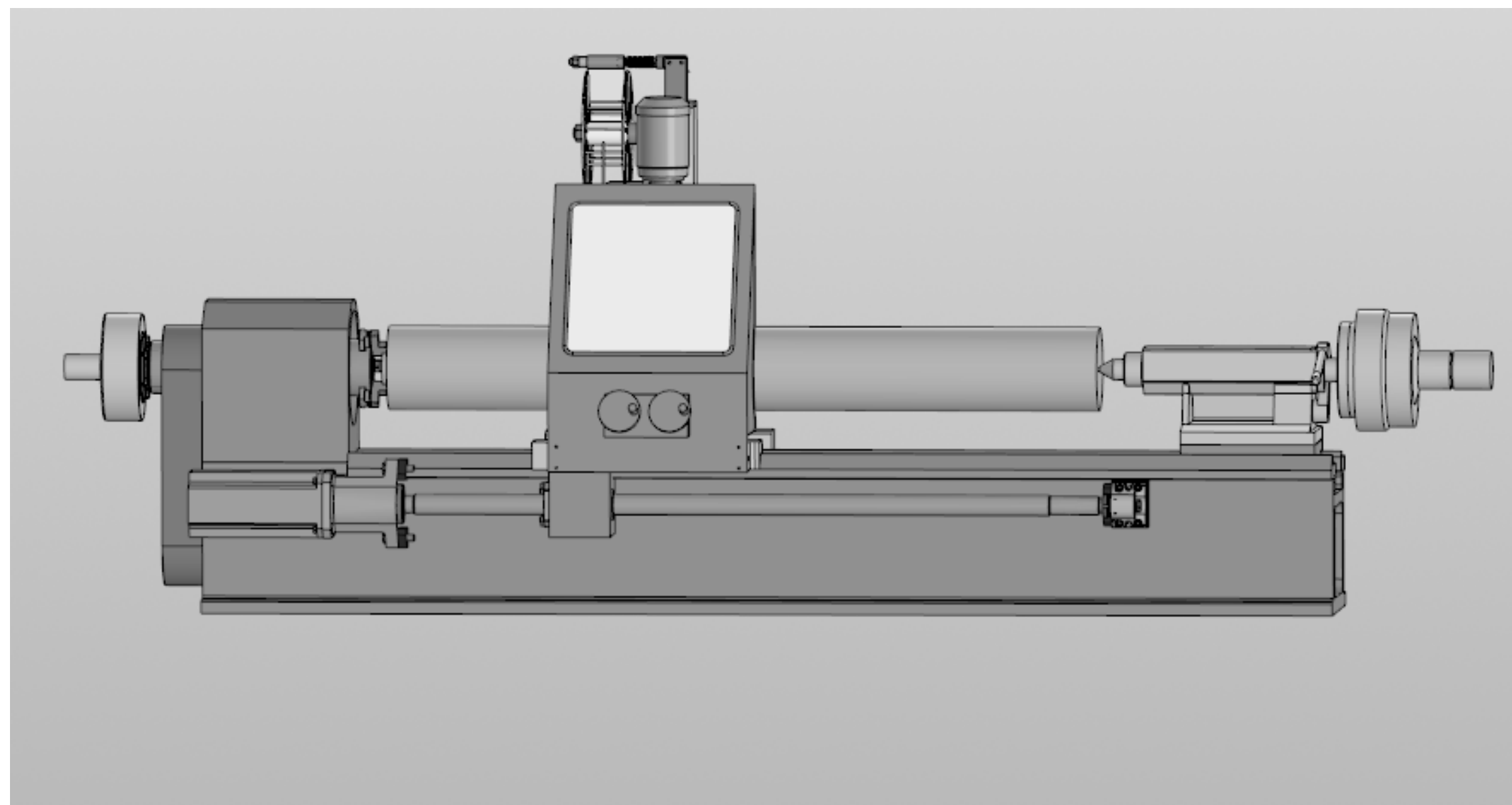


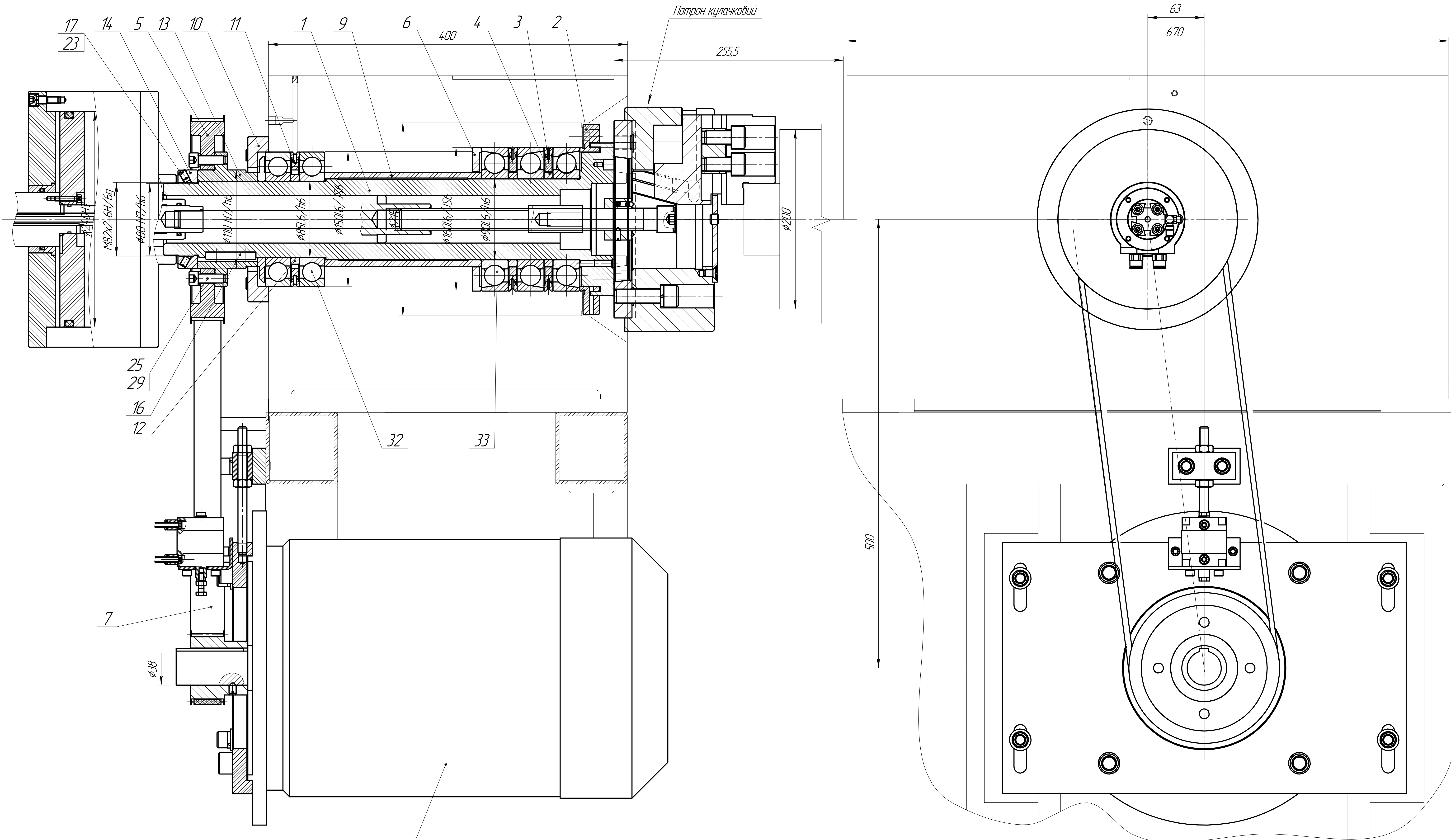
Технічна характеристика пристосування

1. Показники заготовки	
1.1. Наибольший диаметр заготовки, что устанавливается над супортом, мм	200
1.2. Наибольшая длина заготовки, что устанавливается в центрах, мм	1700
2. Центр в шпиндели метрический за ГОСТ 13214-79	84
3. Конец шпинделя фланцевого за ГОСТ 12593-93	8
4. Диаметр цилиндрического отверстия в шпинделе, мм	77
5. Центр в пиннолі з конусом Морзе по ГОСТ 13214-79	5
6. Наибольший ход супортов не меньше, мм:	
- по оси X	260
- по оси Z	1000
7. Показники рабочих та встановчих переміщень:	
7.1. Дискретність задання переміщень по осям, мм	0.001
7.2. Точність позиціонування	0.03
7.3. Кількість керуючих осей координат, шт	4
8. Показники загальних та допоміжних рухів:	
8.1. Межа частот обертання шпинделя, об/хв	5-200
9. Потужність головного приводу, кВт	25

					МД.НН ММ.МК-31м.01.01 СК							
Зм.	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата	Пристрій для наплавлення валів. Складальне креслення				Лист	Маса	Маштаб	
Розроб.	Перев.	Діагностика	Діагностика	Діагностика							18	
Т.контр.									Архив	1	Архив	2
Н.контр.									КПІ ім.Горького Сікорського			
Затверд.												

Пристосування для наплавки валів



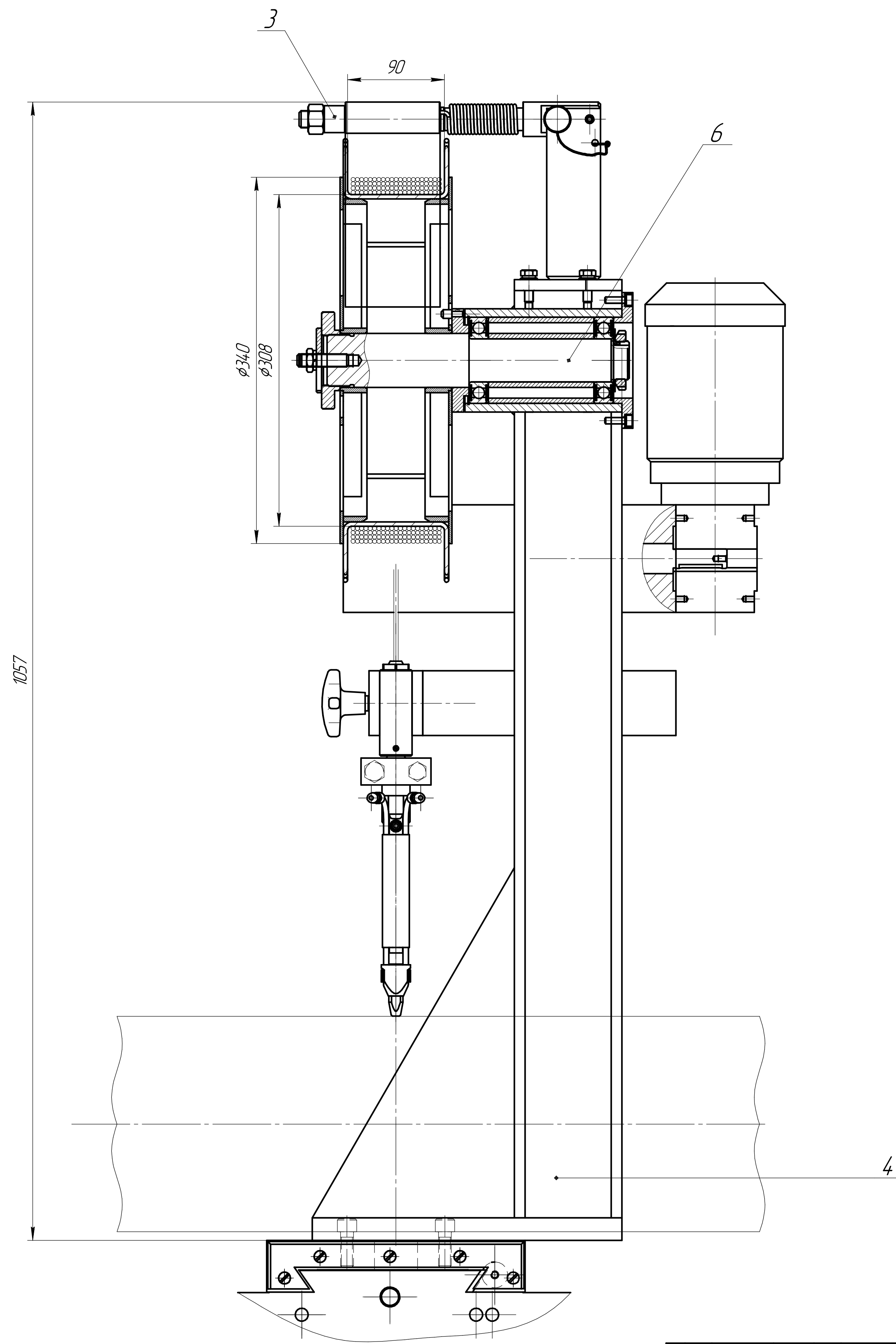


1PH7 101
P=3.7KВт, n=1500 об/хв.

1. Розміри для довідок.
2. Внутрішні кільця підшипників передньої опори встановити на шпиндель поз. 1 в нагрітому стані, натяг 0,005...0,01 мм.
3. Внутрішні кільця підшипників задньої опори встановити на шпинделі поз. 2 з зазором 0,005...0,01 мм.

МД.НН ММ.МК-31м.0104 СК						Лист	Маса	Маштаб
Шпиндельний вузол								1:2
						Архив	Архив	1
КПІ ім.Ігоря Сікорського								
Копіюваль						Формат А1		

[illegible]



				МД.НН ММ.ММ.КК-ЗІмн.01.05 СК			
Знак	Адрес	№ докум.	Підп.	Дата	Привід подачі дотру		
Розпод.	Сутимка Б.О.	Перед.	Даниленко О.В.		Лит.	Маса	Машинд
Т.контр.							11
Нхонтр.					Архив	1	Архив
Заставд.					КПІ ім.Горія Сікорського		

[illegible]



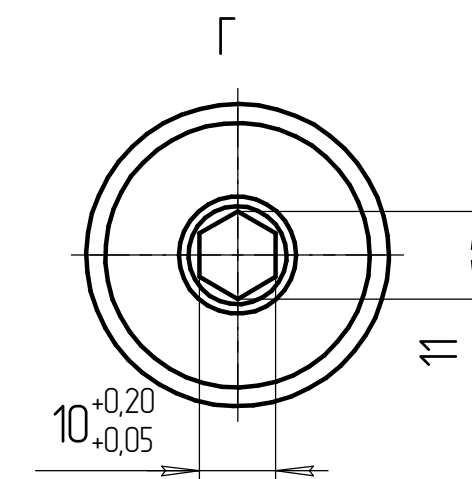
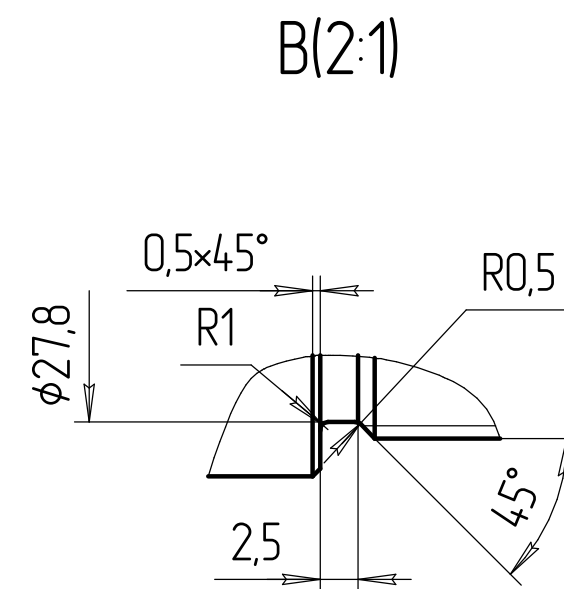
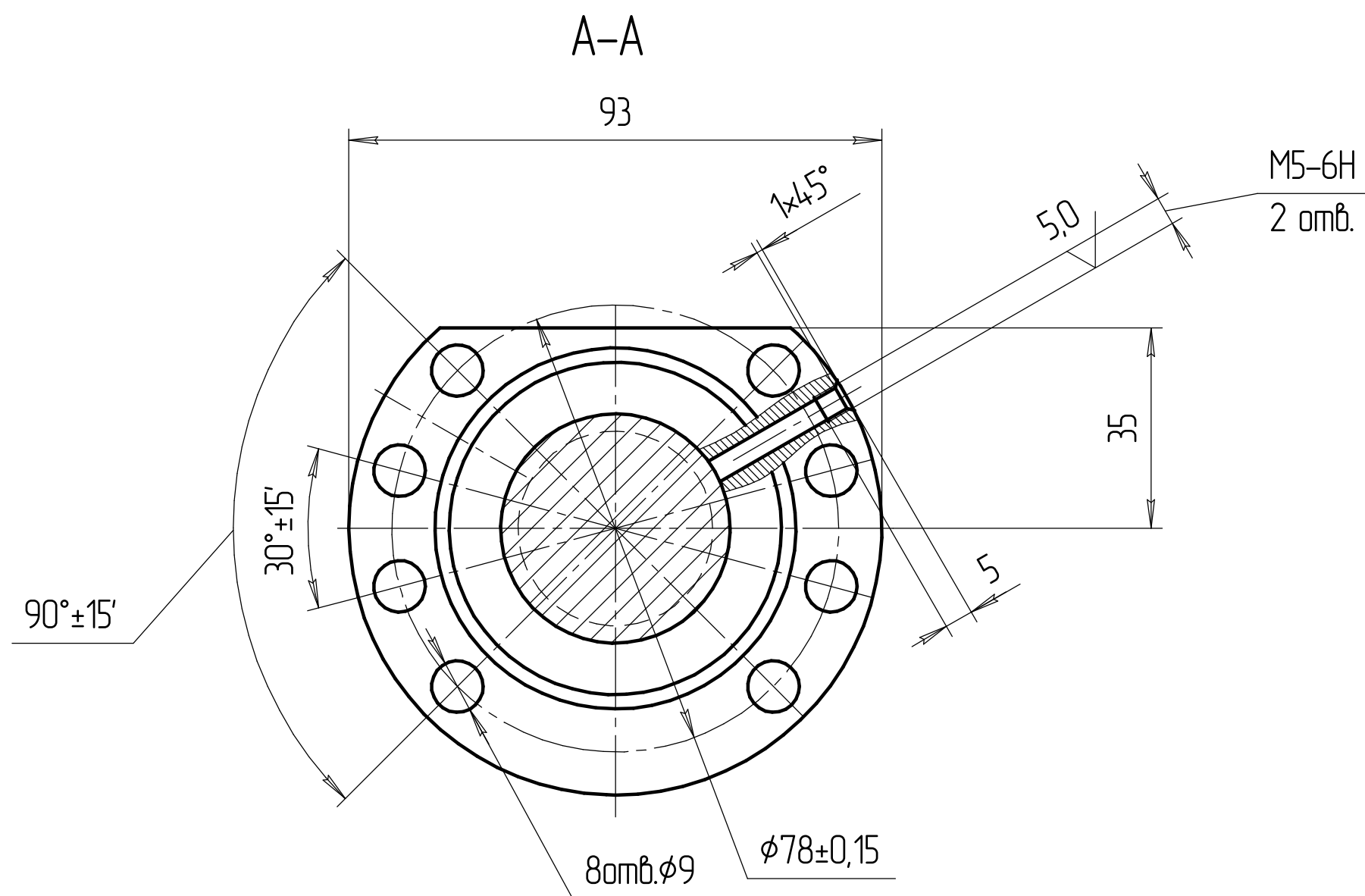
МД.НН ММ.МК-31мп.01.03 СК

Num	Marca	Matrícula
		12

Архив	Архив	1
КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Формат А3		

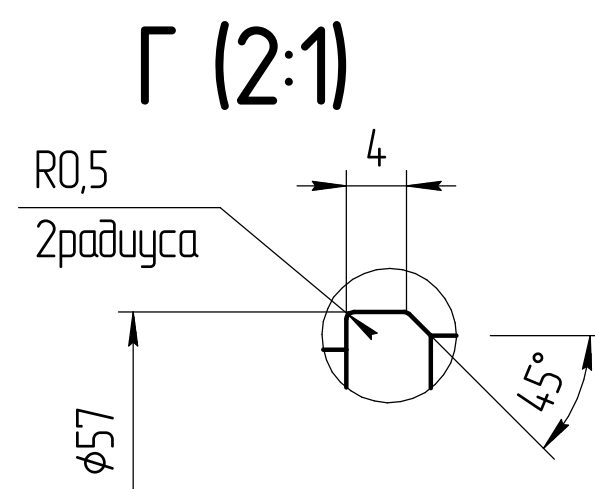
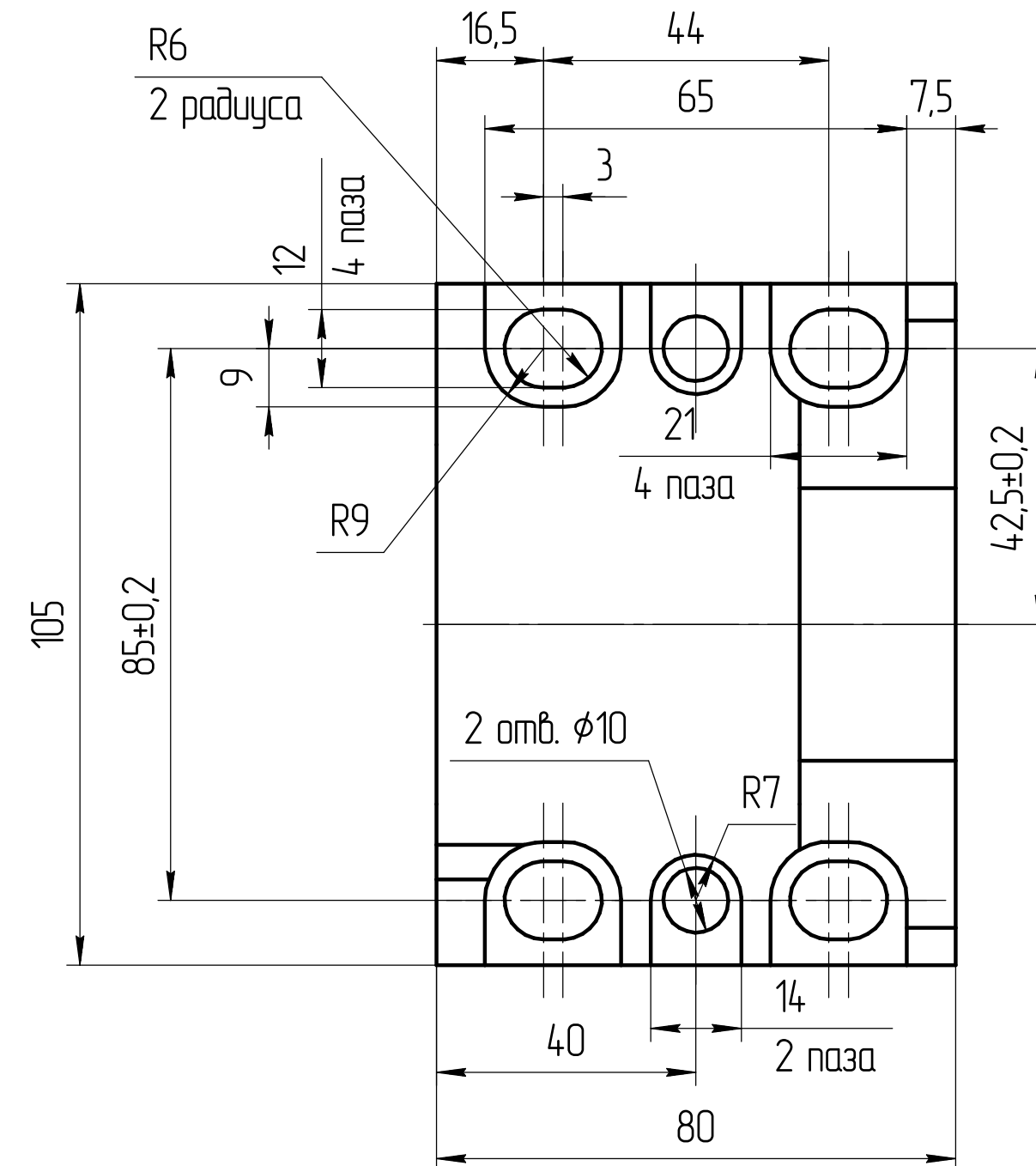
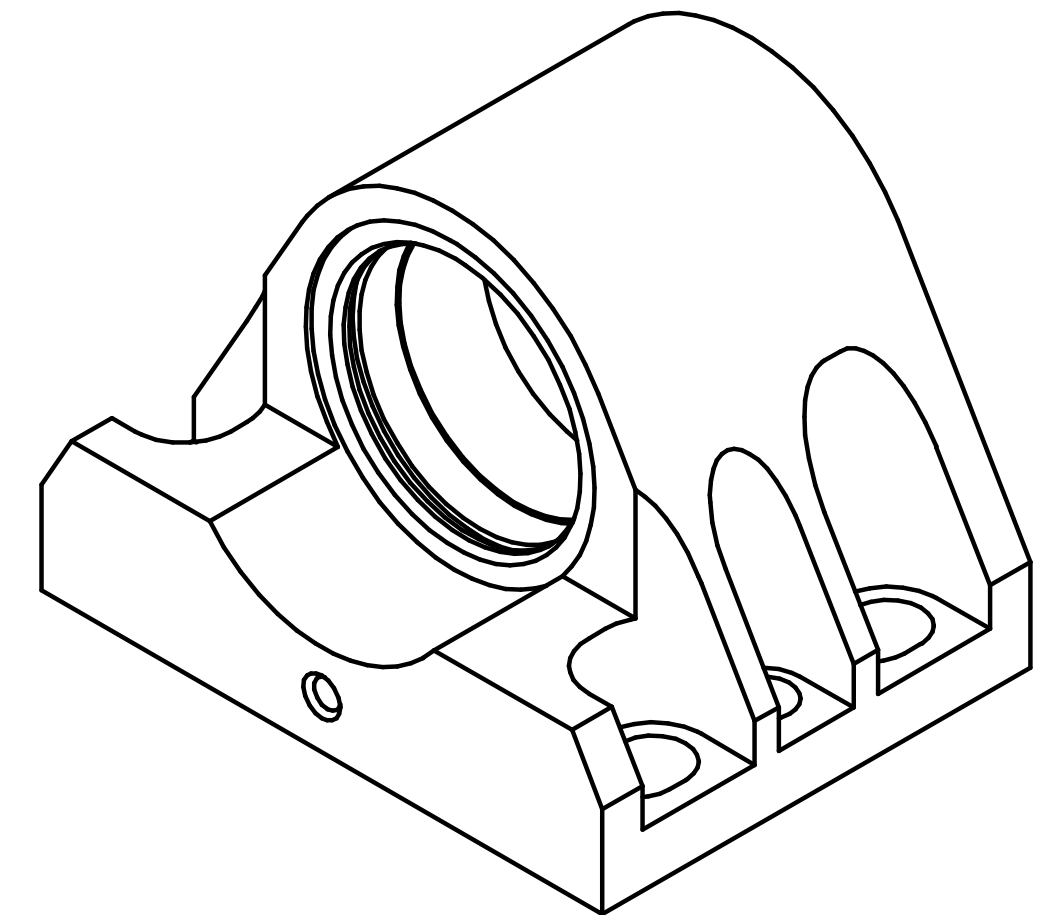
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим-ітка
БК		18	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.65	Щиток	1	
БК		19	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.66	Щиток	1	
БК		20	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.67	Ніпель	2	
БК		21	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.68	Пробка	3	
БК		22	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.69	Подкладка	1	
БК		23	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.70	Фланець	1	
БК		24	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.71	Ущільнення	1	
БК		25	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.72	Ущільнення	1	
БК		26	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.73	Гайка	1	
БК		27	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.74	Ущільнення	1	
БК		28	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.75	Ущільнення	2	
БК		29	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.76	Ущільнення	2	
БК		30	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.77	Ущільнення	2	
БК		31	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.78	Буфер	1	
БК		32	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.79	Буфер	1	
БК		33	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.80	Гвинт	2	
БК		34	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.81	Фланець	1	
БК		35	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.82	Планка	1	
БК		36	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.83	Планка	1	
БК		37	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.84	Трубка	2	
БК		38	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.85	Прокладка	1	
A2		39	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.06	Кронштейн	1	
БК		40	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.86	Фланець	1	
БК		41	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.87	Фланець	1	
БК		42	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.88	Компенсатор	1	
БК		43	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.89	Компенсатор	1	
БК		44	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.90	Кронштейн	1	
БК		45	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.91	Лінійка	1	
БК		46	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.92	Планка	1	
БК		47	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.93	Кулачок	5	
БК		48	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.94	Сальник	2	
БК		49	МД.НН ММІ.МК-31мп.01.95	Прокладка	3	
Ивб. № подл.						
Взам. ивб. №						
Ивб. № доп.						
Подп. и дата						
Подп. и дата						
Ивб. № подл.						
Изм.						
Лист						
№ докум.						
Подп.						
Дата						
МД.НН ММІ.МК-31мп.01.03 С						Лист
						2

[illegible]



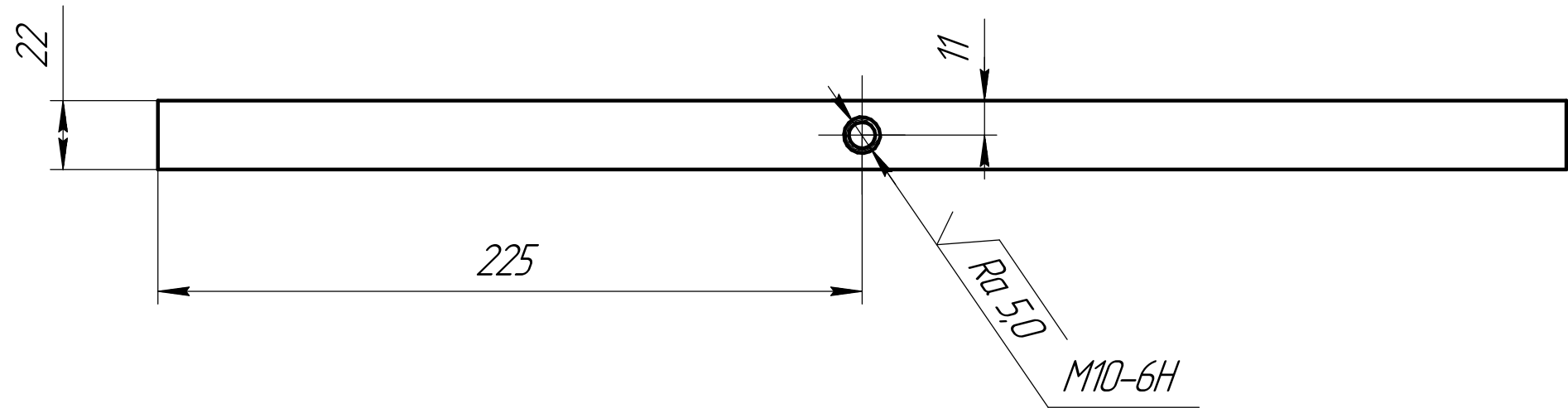
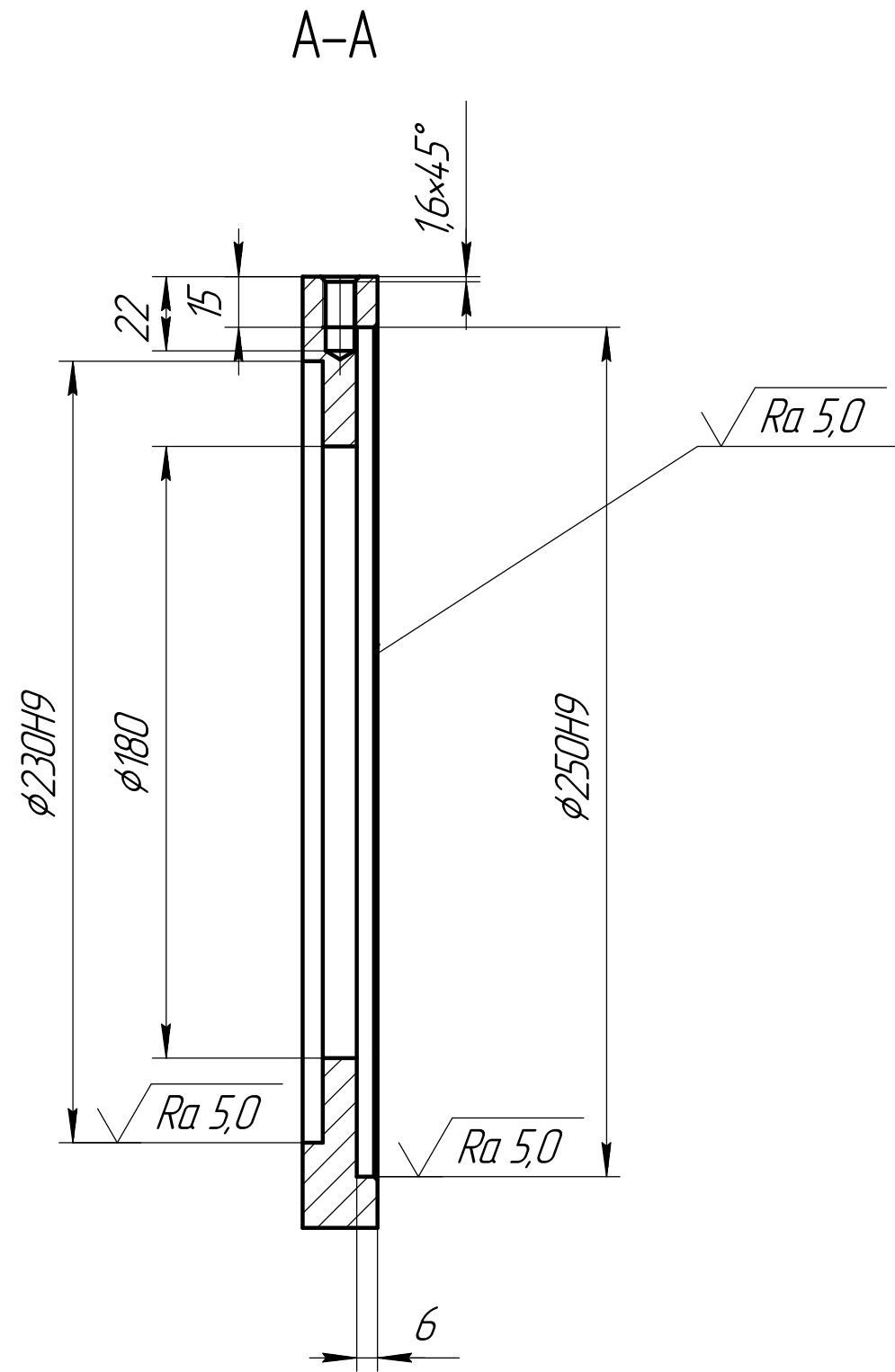
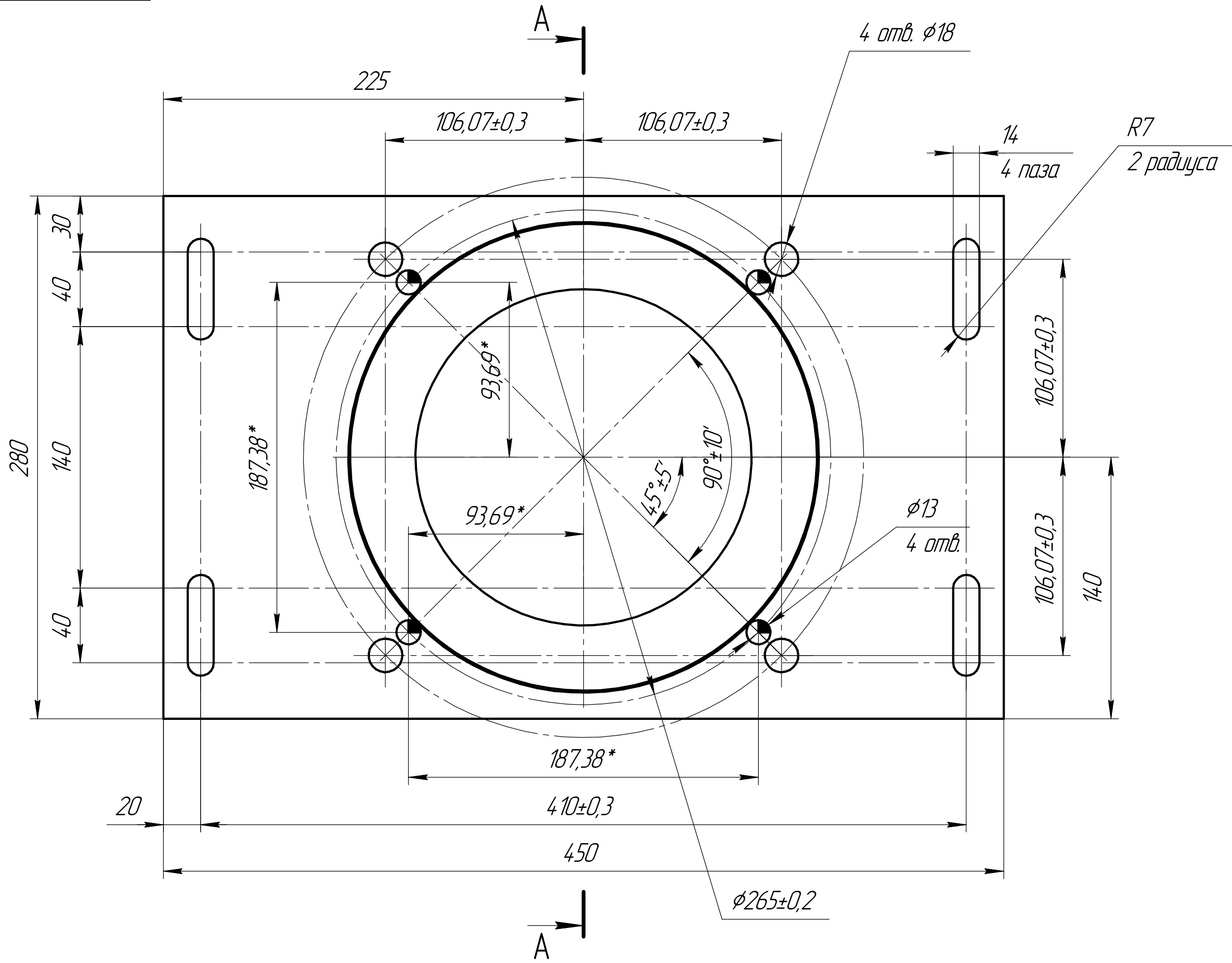
1.*Розміри для довідок.

						МД.НН ММІ.МК-31мп.0151								
						Гвинт поперечний					Лит.		Маса	Маштаб
Зм. Арк	№ док-м.		Підп.	Дата										1:1
Розроб.	Сулима Б.О.													
Перев.	Даниленко О.В.													
Т.контр.											Арқш		Арқшів	1
Н.контр.						Сталь 45 ГОСТ1050-88					КПІ ім.Гора Сікорського			
Затверд.														



1. 24.1...285 НВ.
2. *Розміри для довідок.
3. Невказані допуски Н14, h14, $\pm IT_{\frac{14}{2}}$.
4. Покриття: Хім.Окс.прм.

						МДНН ММІ.МК-31мп.0106					
						Кронштейн			Лит	Маса	Маштаб
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	А					1,83	1:1
Розроб.	Сулима Б.О.										
Перев.	Даниленко О.В.										
Т.контр.											
ОГМет						Аркш		Аркшів		1	
Н.контр.						Сталь 45 ГОСТ 1050-88			КПІ ім.Горія Сікорського		
Затверд.											

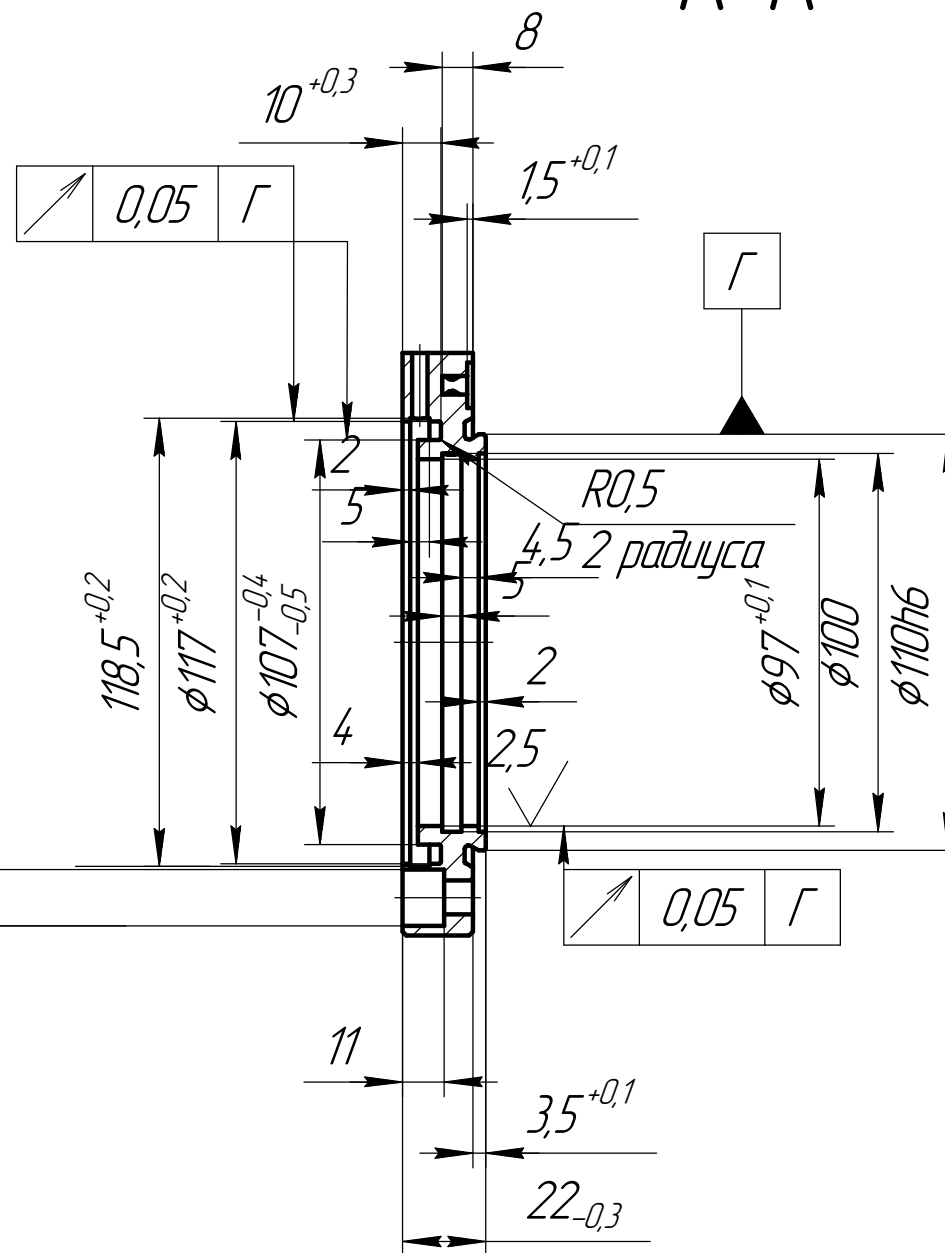
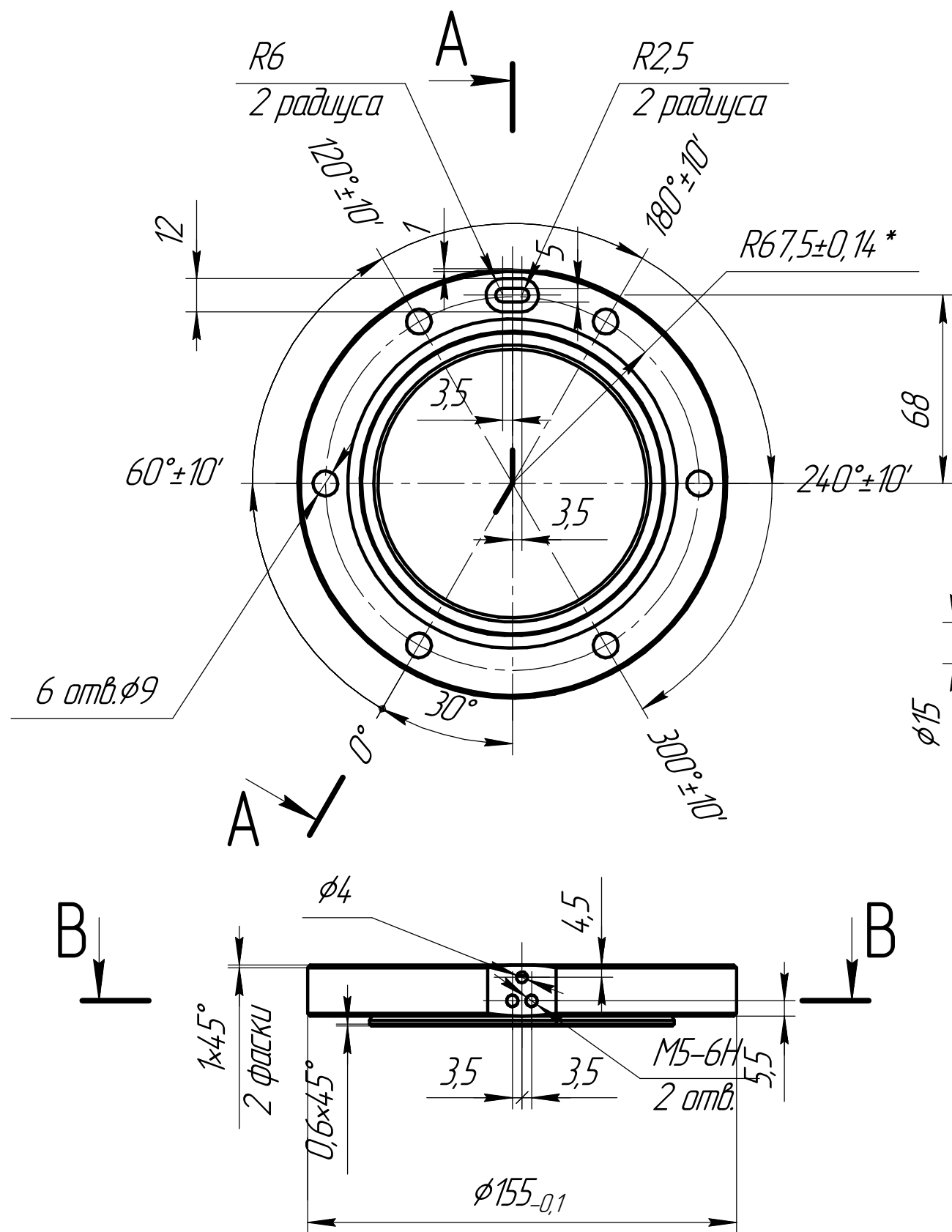


1.*Разміри для довідок.
2. Невказані допуски H14, h14, $\pm IT_{2}^{14}$.

МД.НН ММІ.МК-31м.0109						Лист			Маса		Маштаб	
Плита підмоторна						14,72			1:2			
Б-ПН-25 ГОСТ 19903-74						Лист			СтЗпс ГОСТ 14637-89		КПІ ім.Ізоря Сікорського	
Копіював						Формат			A2			

МД.НН ММ.МК-31мп.01.07

✓ Ra 6,3 (✓)



1 241...285 НВ.
2 Покрыття : Хім. Окс. прм.

МД.НН ММ.МК-31мп.01.07					Лит.			Маса			Маштаб		
Фланець шпинделя											1:1		
Сталь 45 ГОСТ 1050-88					Аркцш 1			Аркцшів 1			КПІ ім.Ігоря Сікорського		
Копіював					Формат			А3					