

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
(підпис) (ініціали, прізвище)
“ _____ ” _____ 2022 р.

Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра
за освітньо-професійною програмою
«Технології комп'ютерного конструювання верстатів, роботів і машин»
зі спеціальності 131 Прикладна механіка

на тему: Модернізація верстата-автомата призначеного для зварювання металевої сітки

Виконав (-ла): студент (-ка) II курсу, групи МВ – 11 мп
Савичев Антон Васильович
(прізвище ім'я по батькові) (підпис)

Науковий керівник к.т.н., доцент, Новік М.А.
(посада, науковий ступінь та вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультант з розділу _____
(посада, науковий ступінь та вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент: к.т.н., доцент Кореньков В.М.
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає
запозичень з праць інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ - 2022

Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”
Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут
Кафедра конструювання машин

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Технології комп'ютерного проектування верстатів, роботів і машин»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2022 р.

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ

Савичеву Антону Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Модернізація верстата-автомата призначеного для зварювання металевої сітки

науковий керівник дисертації Новік Микола Андрійович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від **“04” листопада 2022 року № 4055-с**

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження Верстат для багатоточкового контактного зварювання металевої сітки

4. Вихідні дані Параметри сітки ширина 1000 мм довжина 2000 мм, розміри клітинки 64 мм х 64 мм, кількість циклів зварювання за хвилину 30.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити Розробка робочого інструменту зварювання, розробка кінематичних вузлів, проектування корпусу.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу 10 креслень 6 специфікацій

8. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
	Патентний огляд по проблематиці створення верстатів багатоточкового контактного зварювання металеві сітки	2 тижні	
	Розробка елементів зварювання	2-3 тижні	
	Розробка рухомих органів верстату	4-6 тижні(в)	
	Проектування корпусу верстата	2-3 тижні	
	Збірка верстату багатоточкового контактного зварювання	2 тижні	

Студент

Науковий керівник дисертації

Савичев А.В.

к.т.н. доцент Новік М.А.

Реферат

Структура і обсяг роботи Магістерського проекту складається з вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаних джерел, додатків. Робота містить 63 сторінки, 34 рисунків і 7 таблиць, список літератури 6 джерел.

Актуальність теми. Металева сітка є незамінним ресурсом будівництва і в сьогоденнішніх реаліях відіграє важливу роль у відбудові шляхопроводів зруйнованих будівель укріплень та для зведення фундаментів. Тому розробка машин, що може ефективно продукувати цей ресурс здатна значно поліпшити ситуацію і відбудовувати ще швидше і ще ефективніше не відчуваючи дефіциту із поставками на тому чи іншому етапі.

Зв'язок роботи з планами підприємства. Було отримано завдання із розробки відповідної машини під багатоточкове зварювання сталевोї сітки розмірами 1000мм х 2000мм та розмірами клітинки 64 мм х 64 мм із подальшим впровадженням у виробництво.

Мета та задачі дослідження. Метою є отримання готового рішення для виготовлення машини на підприємстві, що запросило відповідно до вихідних даних. Задачами є розробка поетапна розробка машини використовуючи дані про існуючі рішення та загальні принципи зварювання.

Об'єкт дослідження. Зварювальний верстат-автомат призначений для багатоточкового контактного зварювання металевोї сітки.

Методи дослідження :

- Пошук аналогічних рішень поставленої проблеми;
- Визначення та проектування робочого інструменту верстата;
- Складання кінематики верстату;
- Проектування кінематичних вузлів;
- Проектування корпусу;
- Створення конструкторської документації;
- Виготовлення прототипу;

Практичне значення отриманих результатів. Запропонована компоновка верстату готового до виготовлення та впровадження у виробництво металевої сітки.

Ключові слова: Верстат багатоточкового контактного зварювання, точкове зварювання сітки, верстати, верстат-автомат.

Annotation

The structure and scope of work of the Master's project consists of an introduction, five sections, conclusions, a list of used sources, appendices. The work contains 63 pages, 34 figures and 7 tables, a bibliography of 6 sources.

Actuality of theme. Metal mesh is an indispensable construction resource and in today's realities plays an important role in the reconstruction of overpasses of destroyed buildings of fortifications and for the construction of foundations. Therefore, the development of machines that can effectively produce this resource can significantly improve the situation and rebuild even faster and more efficiently without experiencing a shortage of supplies at one or another stage.

Connection of work with enterprise plans. The task of developing a suitable machine for multi-point welding of steel mesh with dimensions of 1000 mm x 2000 mm and cell dimensions of 64 mm x 64 mm was received, with further introduction into production.

The purpose and objectives of the research. The goal is to obtain a ready-made solution for the manufacture of the machine at the requested enterprise according to the initial data. The tasks are the step-by-step development of the machine using data on existing solutions and general principles of welding.

Object of study. The automatic welding machine is designed for multi-point contact welding of metal mesh.

Research methods :

- Search for similar solutions to the given problem;
- Definition and design of the working tool of the machine;
- Compilation of machine kinematics;
- Design of kinematic nodes;
- Body design;
- Creation of design documentation;
- Production of a prototype;

Practical significance of the obtained results. The proposed layout of the machine ready for production and implementation in the production of metal mesh.

Keywords: multi-point contact welding machine, grid spot welding, machines, automatic machine.

Зміст

Вступ	3
Розділ 1	4
Патентний огляд по проблематиці створення верстатів багатоточкового контактного зварювання металевої сітки.	4
1.1 Верстат для контактного зварювання сітки «Brick force mesh machine» від компанії «CANDID»	5
1.2 Верстат для контактного зварювання сітки «WELDED WIRE MESH MACHINE MODEL – BW2M01» від компанії «BOKADIA WIRES»	6
Висновок до розділу	7
Розділ 2	8
Розробка елементів зварювання	8
2.1 Розробка та підбір матеріалів робочого інструменту зварювального верстату.	8
2.2 Розробка верхньої траверси для базування верхніх електродів	13
2.3 Розробка нижньої траверси для базування нижніх електродів.	15
Висновок до розділу	16
Розділ 3	17
Розробка рухомих органів верстату	17
3.1 Створення кінематичної схеми верстату	17
3.2 Вибір електродвигуна	19
3.3 Розрахунок ланцюгової передачі	20
3.3.1 Підбір ланцюга	21
3.3.2 Розрахунок зірочок для приводних втулкових ланцюгів	22
3.4 Проектування головного валу	29

3.5 Розрахунок підшипників валу на довговічність.	33
3.6 Проектування механізму переміщення верхньої траверси	35
3.7 Механізм переміщення каретки	38
3.8 Механізм подачі прутків	42
Висновок до розділу	44
Розділ 4	45
Корпус верстата	45
4.1 Проектування корпусу верстату	45
Висновки до розділу	46
Розділ 5	47
Збірка верстату	47
5.1 Опис елементів верстату	47
5.2 Виготовлення першого прототипу	50
Висновки до розділу	52
Висновки	53
Список використаних джерел	54
Додатки	55

Вступ

Сьогодні проблеми в майбутньому будуть потребувати вирішень. І тому в перспективі під час відбудови країни знадобиться багато ресурсів. Наша задача полягає в тому, щоб вже зараз замислюватись над цим. Одним із таких ресурсів є металева сітка, яка використовується як каркас бетонних конструкцій, без яких в свою чергу неможливо уявити сьогоденне містобудування. Тому було запропоновано створити проект із розробки сучасного обладнання для її ефективного виготовлення. Стримуючим фактором в розвитку ринку таких машин в Україні є недостатні об'єми будівництва, а також майже занепаде машинобудування, але це і є викликом для інженера сьогодення. Необхідно зробити максимально ефективну машину витративши при цьому мінімальну кількість ресурсів.

Отже метою проекту було розробити механічну частину верстата для зварювання сітки різного поперечного кроку, причому залишити можливість змінювати ширину між поздовжніми прутками. Це потрібно для проходження різних будівельних стандартів. В роботі

Розділ 1

Патентний огляд по проблематиці створення верстатів багатоточкового контактного зварювання металевої сітки.

Мета проведення аналізу готових виробів та патентного аналізу це виявити тенденції розвитку машин контактного зварювання. Це можливо лише за умови ґрунтовного пошуку аналогів поставленій проблемі та пошук можливих ідей та рішень для розв'язання поставлених проблем.

Для складання якісного аналізу необхідно виокремити всі конкретні переваги та недоліки і вже на основі отриманих даних необхідно зробити аналіз всіх виокремлених характеристик для подальшого пошуку оптимального рішення в поставленій проблемі розробки верстату багатоточкового контактного зварювання металевої сітки.

1.1 Верстат для контактного зварювання сітки «Brick force mesh machine» від компанії «CANDID»



Верстат є повністю автоматизованим від початку подачі прутка до виходу готової сітки. Основні характеристики заявлені виробником зазначені у таблиці 1.1

Табл.1.1

Кількість електродів	8 чи 6
Максимальна ширина сітки	780 мм
Діаметр прутка	1.5-3.0 мм
Ширина клітинки сітки між поздовжніми прутками	75, 115, 150, 230 мм
Швидкість зварювання	30-40 зварювань/хв
Система керування	PLC control

Із таблиці ми бачимо що основною перевагою такого верстату це висока швидкість зварювання та можливість змінювання ширини між поздовжніми прутками сітки що є важливим для гнучкості виробництва. Також є перевагою що діаметр прутка є в межах широкої номенклатури діаметрів прутків визначених стандартами будівництва. Недоліками даної машини є те що ширина сітки залишається статичною причому є досить вузькою всього 780мм, також недоліком є кількість електродів всього 6 або 8 це означає що проміжок між поздовжніми прутками сітки буде великим на максимальній ширині сітки майже 100мм, недопустимим для поставленого завдання.

1.2 Верстат для контактного зварювання сітки «WELDED WIRE MESH MACHINE MODEL – BW2M01» від компанії «BOKADIA WIRES»

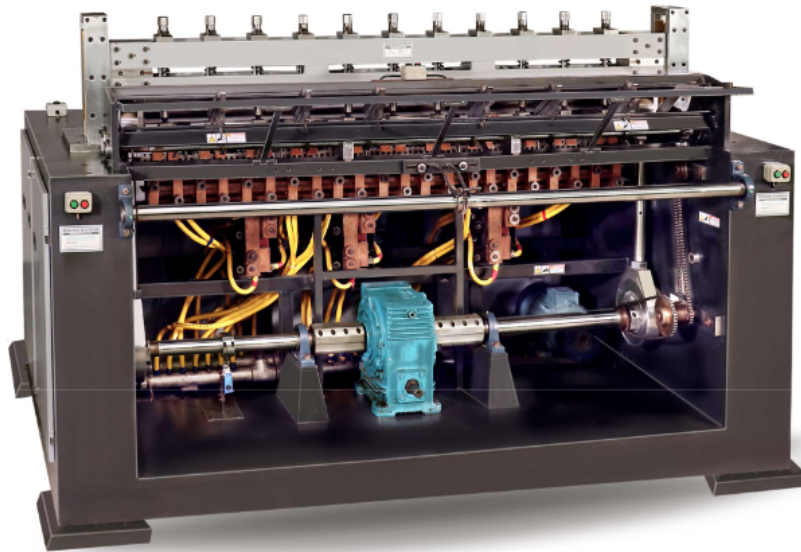


Табл.1.2

Кількість електродів	22
Максимальна ширина сітки	2000 мм
Мінімальна ширина сітки	500 мм
Діаметр прутка	1.6-6 мм
Ширина клітинки сітки між поздовжніми прутками	від 25 до 250мм
Ширина клітинки сітки між поперечними прутками	від 10 до 150мм
Швидкість зварювання	70 зварювань/хв
Система охолодження	
Тиск	4 бар
Вхідна температура	30°C max

В таблиці наведені основні характеристики машини заявлені виробником. Основними перевагами є максимальна ширина сітки та широкий спектр діаметрів

зварюваних прутків причому із можливістю зварювати різні за діаметром прутки одночасно. Також значущою перевагою є те що дана модель верстату дозволяє змінювати необхідну ширину і висоту клітинки у відповідному діапазоні. Також хотілось би відокремити швидкодію даного верстату порівняно із конкурентами вона досить висока і складає трохи більше одного зварювання в секунду, це є результат до якого потрібно прагнути. Хоча і цей верстат має безліч переваг які стосуються нашої задачі, проте є й суттєвий недолік це вартість цієї машини, що для заданих об'ємів виробництва є зовеликою. Тому представлений агрегат є скоріше як взірєць аніж конкурент, покищо.

Висновок до розділу

Провівши аналіз готових виробів можна зробити наступний висновок, що ринок верстатів багатоточкового контактного зварювання є недостатнім і постійно потребує нових більш ефективних рішень особливо це видно там де прогресує будівництво і постійно збільшуються його обсяги. Тому ця тема є наріжним каменем для України в цілому, тому що розвиток і фундаментальне будівництво це завжди наслідки сильного економічного зросту, який ще передувє українській історії.

Розділ 2

Розробка елементів зварювання

2.1 Розробка та підбір матеріалів робочого інструменту зварювального верстату.

Робочим інструментом машин контактного зварювання є різноманітні пристрої та пристосування, які забезпечують підвід струму та стиснення зварюваних деталей разом в процесі зварювання.

Елементи цих пристосувань та пристроїв, які безпосередньо підводять електричний струм до зварюваних деталей, об'єднуються під загальною назвою електроди контактних машин.

Конструкція електродів визначається видом зварювання. Однак необхідність виконання функцій підведення струму і передачі механічних зусиль з деталі, що зварюються, має єдині вимоги до матеріалу електродів. Електроди повинні мати високу електричну провідність, високу механічну міцність при великих температурах, достатню теплопровідність і високу стійкість до нагріву.

Виконання цих вимог зустрічає величезні труднощі. Щоб уникнути великих температур у контакті електрод-деталь і забезпечити стійкість електродів, останні, як правило, мають водяне охолодження.

Підбір матеріалів для контактів повинен виконуватись чітко що до поставлених умов.

Таблиця 2.1

Матеріал	Склад легуючих елементів	Електро-провід ність відносно міді %	Твердість НВ при 20°C	Призначення
----------	--------------------------------	---	-----------------------------	-------------

Мідь кадмієва (МК)	0,9-1,2Cd	85-95	60(відпалена) 95-115 (деформована)	для точкового та шовного зварювання легких сплавів
Хромована бронза БрХ	0,4-0,7 Cr	82-85	50-70(відпалена) 130-150 (термооброблена)	для точкового зварювання вуглецевих, низьколегован их сталей та титану
Сплави з цирконієм	0,1-0,3 Zr	90-95	125-130	Для точкового зварювання низьковуглеце вих сталей та легких сплавів
Нікель-берил ова бронза БрНБТ	1,4-1,6 Ni 0,2-0,4Be 0,05-0,15Ti	50-55	170-240	Для точкового та повного зварювання нержавіючих сталей та титану

Користуючись рекомендаціями які наведені у таблиці 2.1[1] визначаємо, що найбільш підходящим для задач, які буде виконувати верстат а саме зварювання сталльної проволочки діаметром від 2 до 5 мм є хромована бронза БрХ, тому в подальшому у якості матеріалу контакту електрода буде використовуватись саме вона.

Тепловідвід від контакту буде реалізований за допомогою міді це також покращить провідність струму в самому контакті. Хоч така конструкція є затратною, але вона є і вимушеною оскільки через опір який спричиняє високий потік струму виділяється багато тепла що може призвести до теплових деформацій цілої конструкції. В наслідок чого робочі органи можуть зазнати значних пошкоджень і відповідно поломки верстату. А цього допустити неможна. Тому необхідно проробити важливу роботу із пошуком рішення охолодження контактів верстата.

Нижче наведено принципову схему циклу зварювання.

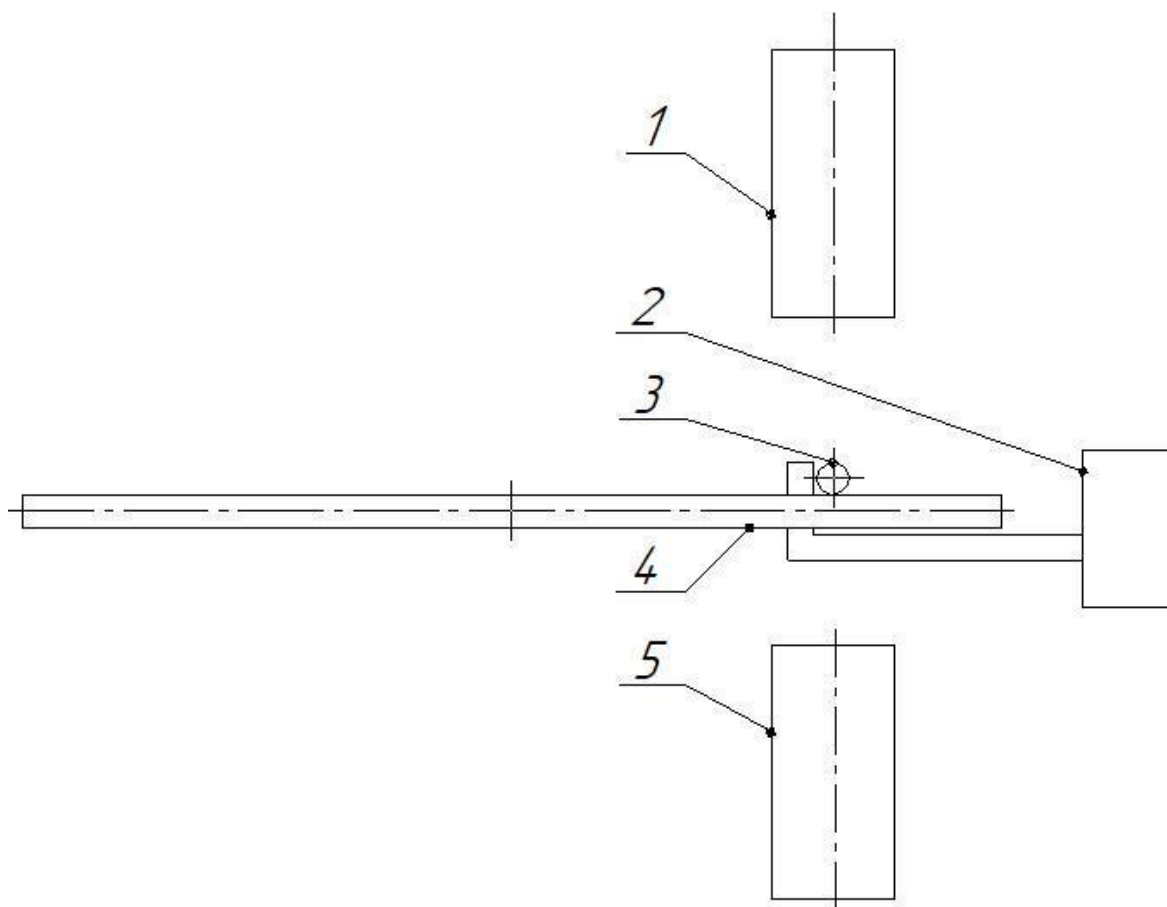


Рис.2.1. Схема зварювання

На схемі зображено електроди 1 та 5 верхній і нижній відповідно, сталеві прутки 3 та 4, а також каретка 2. Принцип роботи наступний пруток 4 та пруток 3 встановлюються у положення для зварювання так, щоб пруток 3 був в зачепленні

із гаком каретки 2. Після того як прутки будуть встановлені електроди 1 та 5 починають рухатись на стиснення із прутками 3 та 4, стискаючи відбувається зварювання після чого електроди розтискаються та каретка 2 починає рухатись на крок сітки. Далі подається новий пруток на місце прутка 3 і цикл повторюється.

Наступним етапом є розробка електродів. Із завдання відомо що електродів потрібно 32 штуки 16 верхніх та 16 нижніх також їх потрібно розмістити на рівній відстані в 64мм для цього знадобиться місце кріплення електродів під назвою траверса. Конструкцію електродів наведено нижче

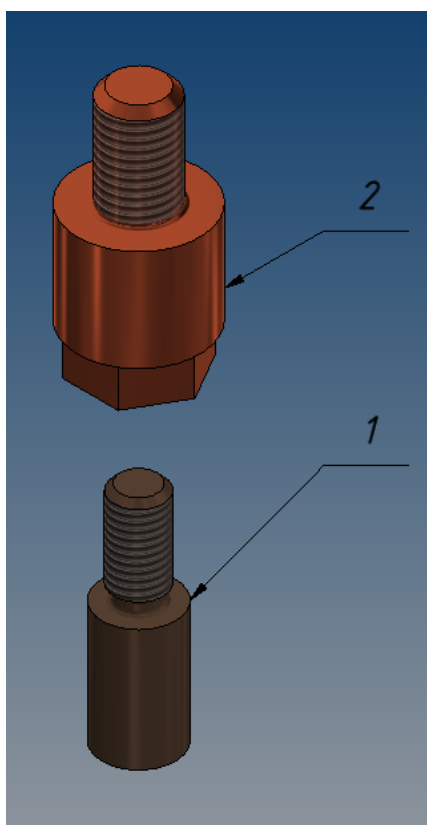


Рис.2.2. 3д модель верхнього електроду

На рис зображена схема верхнього електроду він складається з бронзового контакту поз.1 та мідного провідника поз.2 що відводить тепло та є провідником струму. Ця конструкція обумовлена тим, що в подальшому буде використовуватись активне охолодження рідиною. Схема та креслення наведені в додатках та в розділі 2.2.

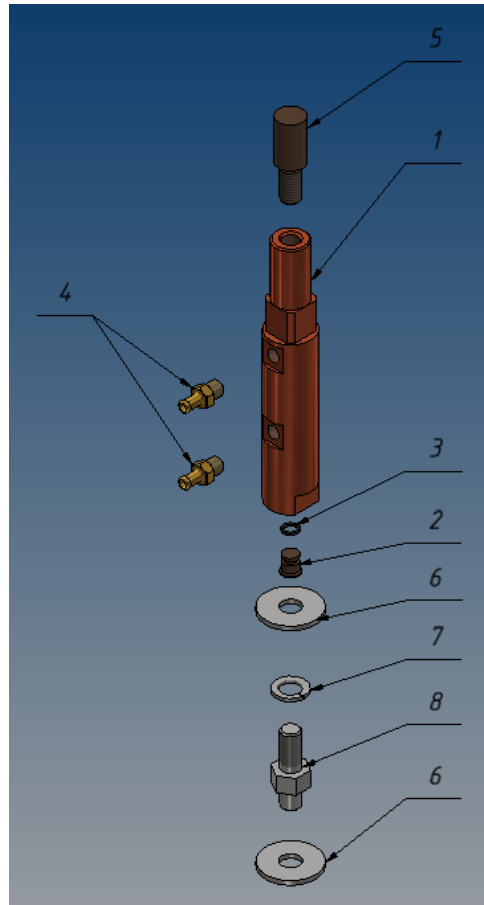


Рис. 2.3. 3д модель компонування нижнього електроду

На рис зображена схема складання нижнього електроду як ми бачимо конструкція дещо відрізняється від верхнього а саме зміненим мідним провідником поз.1 до якого кріпляться штуцера поз.4 для подачі охолоджуючої рідини. Кільце поз.3 і заглушка поз.2 кріпляться у вихідний канал мідного провідника поз.1 задля унеможливлення протікання охолоджуючої рідини. Шайба поз.6 служить притискачем для клеми що передає електричний струм. Упор поз.8 затискає шайбу поз.6 та служить кріпленням пружини що використовується в якості демпфера осьових зміщень. Загалом конструкція електроду є зумовленою необхідністю безпосереднього охолодження контакту та самого електроду оскільки він буде розміщений в поліамідних направляючих для яких висока температура є неприпустимою. Доцільність таких направляючих обумовлена в пункті траверси.

2.2 Розробка верхньої траверси для базування верхніх електродів

Після підбору матеріалів та основної конструкції електродів потрібно подумати над тим де їх розміщати і до чого кріпити, оскільки завданням чітко вказано що ширина сітки має становити 1 метр, а відстань між поперечними прутками сітки повинна становити 64 мм. Розробляємо наступну конструкцію яка зветься траверсою.

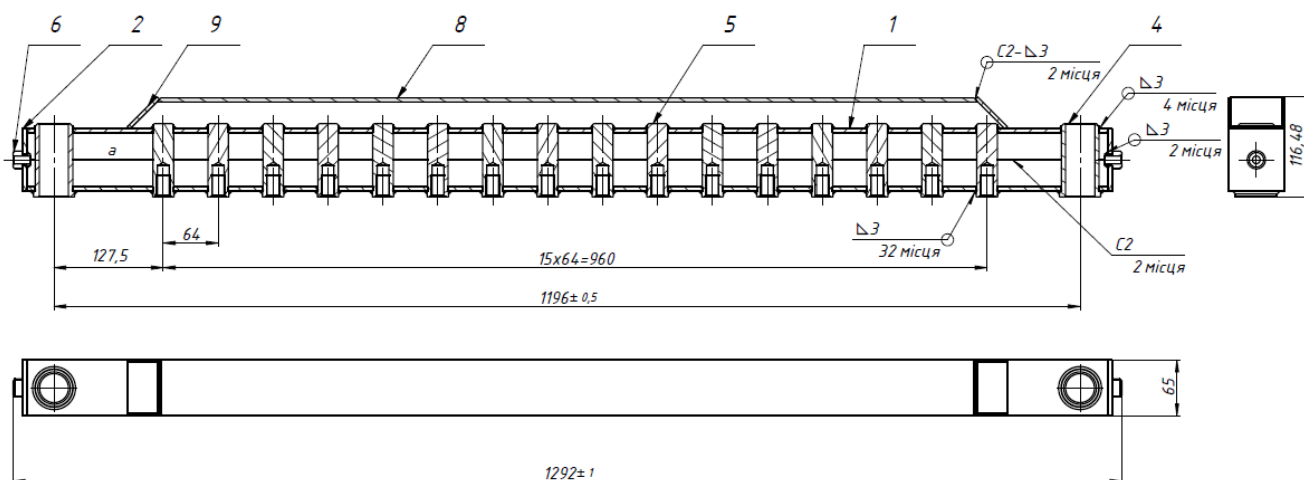


Рис.2.4. Кресленик верхньої траверси кріплення електродів

На рис зображена конструкція траверси для кріплення електродів основною вимогою до виконання є герметичність камери а та співвісність втулок 5. Втулки 4 призначені для встановлення траверси на направляючих що реалізують вертикальне переміщення і відповідно процес зварювання металевої сітки. Корпусом траверси є 2 швелери 6,5П поз.1 їх використання зумовлене рішенням про зменшення номенклатури при виробництві і відповідно здешевленням виробничого процесу, оскільки це є стандартною позицією на ринку металу, що також не малозначиме при виготовленні траверси необхідна мінімальна механічна обробка. Штуцера 6 виконують роль підводу і відводу охолоджуючої рідини з камери а для охолодження втулок 5 до яких під'єднується верхній електрод розглянутий вище.

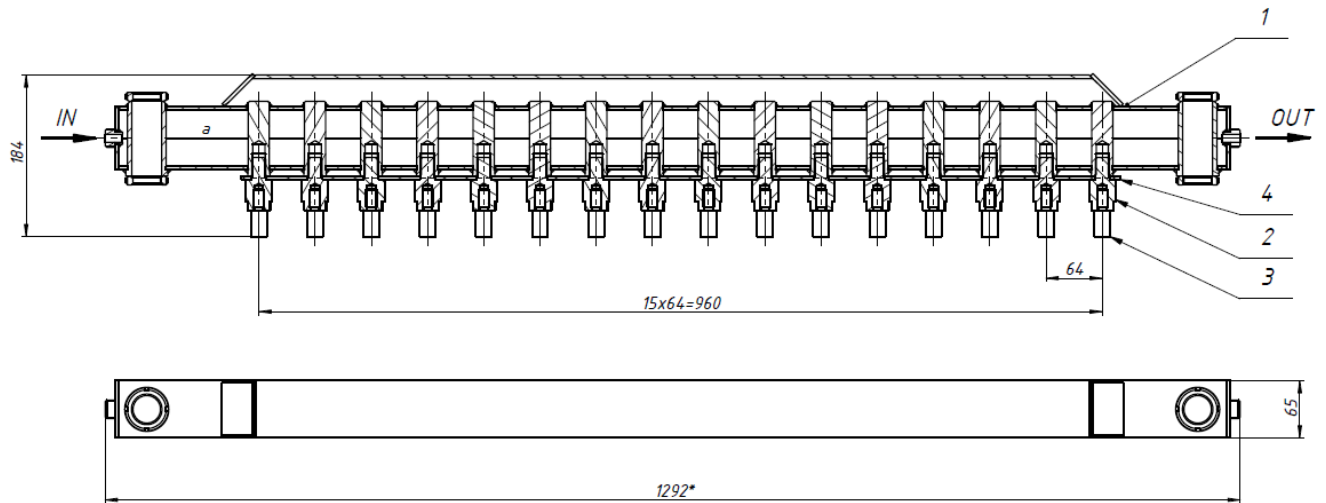


Рис.2.5 Кресленик траверси верхньої в зборі

На рис зображено верхню траверсу зі вже встановленими контактами 3 тілом електрода 2 та мідною шиною 4 все це встановлюється на зварну конструкцію 1 після механічної обробки. Стрілками із показниками IN та OUT показано під'єднання шлангів входу та виходу охолоджуючої рідини відповідно. Мідна шина потрібна для підведення струму для всіх електродів таким чином 16 електродів перетворюються у 1 із виходом на трансформатори замість того щоб тягнути великий джгут кабелів, хоч це і здорожчує конструкцію але врахувавши усі інші варіанти цей виявився найоптимальнішим для виконання поставлених задач. Штуцера мають різьбу G1/2, що дозволяє використовувати для підводу охолоджуючої рідини звичайні сантехнічні шланги номенклатура яких є розповсюдженою і доступною.

2.3 Розробка нижньої траверси для базування нижніх електродів.

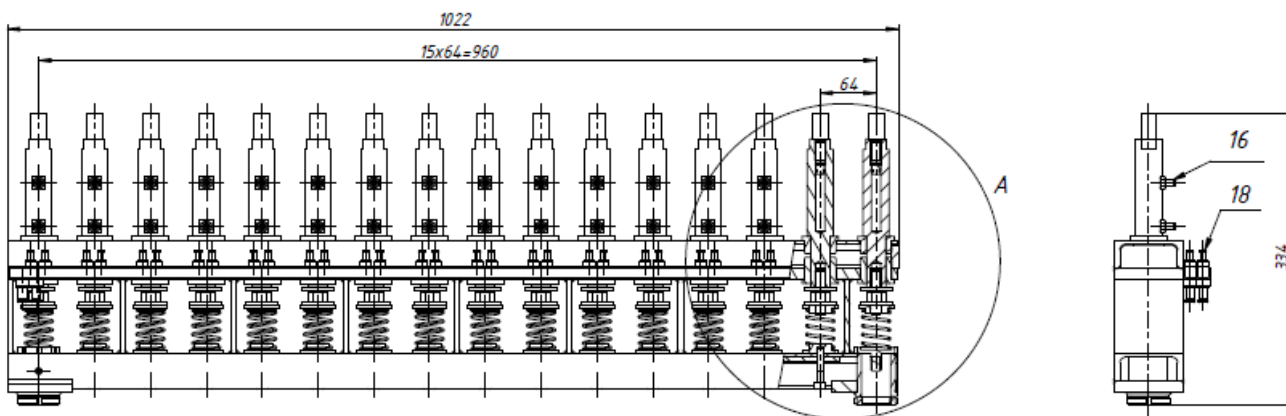


Рис.2.6 Загальний вигляд нижньої траверси із встановленими електродами

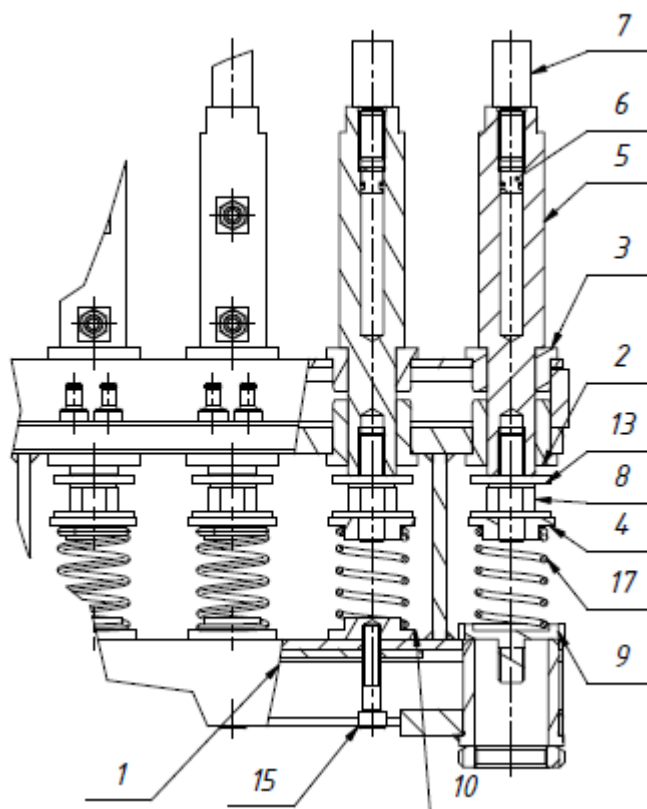


Рис.2.7 Вид А

На рисунках зображено креслення встановлення нижніх електродів що складаються із бронзових контактів 7 заглушки 6 тіла електроду 5 яке входить в поліамідні направляючі 3 та 2 які в свою чергу запресовуються в корпус траверси 1

до електродів кріпиться гвинт 8 що служить як притискач клеми та кріпленням для фланця 4 до якого кріпиться пружина 17 яка в свою чергу вставляється у фланець 9 або 10 в залежності від положення гвинт 15 слугує механічним стискачем пружини для утворення необхідної пружності. Штуцери 16 під'єднуються до штуцерів розміщених на вхідному і вихідному резервуарі 18 відповідно один на вхід один на вихід. Що дозволяє оптимізувати під'єднання до основної магістралі. Доцільність конструкції зумовлена необхідністю компенсації неточності конструкції при вертикальних переміщеннях оскільки є ймовірність що при зімкненні верхніх електродів з нижніми може бути зазор або навпаки його відсутність що може призвести до пошкодження робочих органів звідси можна спробувати відрегулювати положення траверс точно на необхідну висоту, але при зміні товщини проволони подібну операцію потрібно буде виконувати знову. Тоді було запропоновано компенсувати неточності осьових переміщення демпфером у вигляді пружини це дозволить налаштувати необхідну висоту перед стартом роботи та не змінювати її у процесі, що значно підвищить продуктивність та зносостійкість робочого інструменту.

Висновок до розділу

Запропоновані конструкції електродів у сукупності із спроектованими траверсами для їх надійного кріплення забезпечують надійну експлуатацію при вертикальних переміщеннях, на та від, напрямку зварювання. А система охолодження дозволить зварювати ефективно та з великою швидкістю, причому зберігаючи робочі елементи від перегрівання.

Розділ 3

Розробка рухомих органів верстату

3.1 Створення кінематичної схеми верстату

Даний розділ присвячений розробці кінематичної схеми головних рухів верстату. Опис принципу дії та конструкції. Розрахунок головних валів на статичне навантаження.

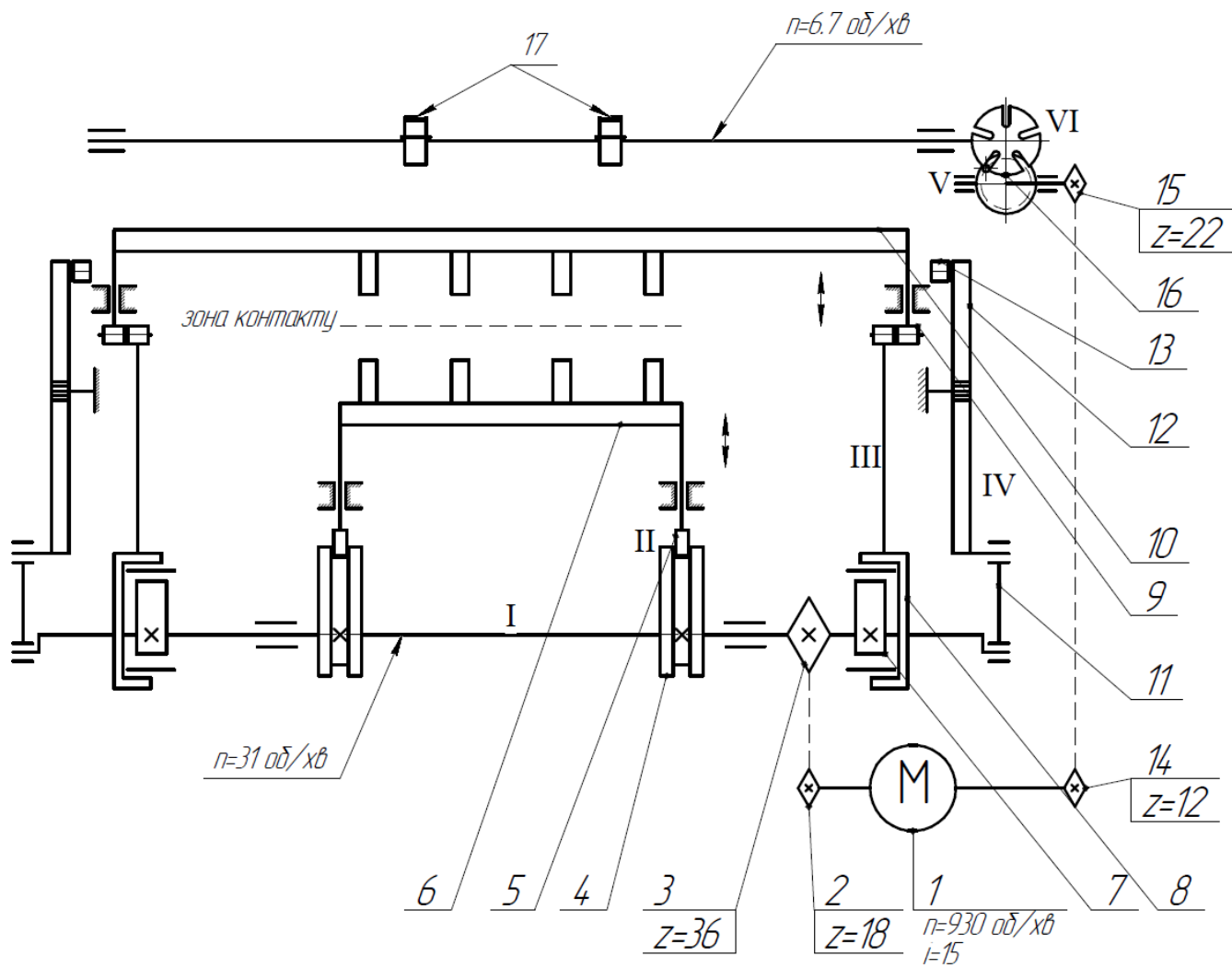


Рис.3.1. Кінематична схема рухомих органів верстата

На кінематичній схемі зображено мотор-редуктор оберти вихідного валу якого становлять 62 об/хв. Через ланцюгову передачу 2 3 момент від мотор-редуктора передається на вал головного руху I на якому розміщені кулачки 4

та штовхач 5 що перетворюють обертальний рух валу I у поступальні рухи у вертикальному напрямку змушуючи рухатись траверсу електродів 6 в напрямку до і від зони контакту таким чином виконуючи цикл зварювання. На валу I також розміщений кулачок 7 на якому вже розміщений підшипник на який в свою чергу одягається шатун 8 який виконує роль кривошипно-шатунного механізму і служить для перетворення обертового руху валу I у зворотно-поступальний. Шарнір 9 служить для з'єднання шатуна із вертикальною направляючою до якої кріпиться верхня траверса електродів 10. Також на кінцях валу I розміщені ексцентрики до яких приєднується шатун 11 який з'єднує вал I із кулісою 12 та кулісним каменем 13, а разом вони утворюють кулісний механізм. Кулісний механізм це шарнірний механізм, що перетворює обертовий рух у зворотно-поступальний. Від валу мотор-редуктора відходить також за допомогою ланцюгової передачі 14, 15 крутний момент на вали V та VI які з'єднуються між собою *мальтійським механізмом* 16 із зовнішнім зачепленням 16 який служить для перетворення постійного обертального руху в переривчастий. Це потрібно для синхронізації подачі сталевих прутків з живильника за допомогою ротора 17 у *зону контакту* для подальшого безперебійного зварювання під час виконання циклу.

Принцип роботи

Для обертання валу I вихідному валу мотор-редуктора необхідно зробити 2 обороти стільки і потрібно для того щоб пруток із живильника за допомогою ротора потрапив у зону контакту. При повному обертанні валу I відбувається цикл зварювання тобто стиснення верхньої та нижньої траверси до зони контакту де вже підготовлені прутки для зварювання. При стисненні контактами прутків між собою подається електричний струм і прутки зварюються утворюючи сітку далі траверси розтискаються і кулісний механізм IV штовхає каретку тим самим просуваючи сітку на задану заздалегідь за допомогою копіру відстань вона може варіюватись в залежності від необхідності в нашому випадку сітка має внутрішній квадрат розміром 64х64мм після того як траверси розжались каретка пройшла необхідну

дискрету та живильник подав прутки цикл повторюється доки не буде досягнуто крайнього положення після чого верстат зупиняє свою роботу тим самим даючи змогу зняти готову сітку і підготувати до зварення наступної.

3.2 Вибір електродвигуна

Розрахунок необхідної потужності привода

$$P_{\text{дв.сп.}} = \frac{P_{\text{вих}}}{\eta_{\text{заг}}}; \quad (3.1)$$

де, $P_{\text{вих}}$ – необхідна потужність на вихідному валу Вт:

$$P_{\text{вих}} = 430 \text{ Вт};$$

$\eta_{\text{заг}}$ – загальний ККД приводу:

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_1^2 \cdot \eta_{\text{п}}^{14}; \quad (3.2)$$

де η_1 – ККД ланцюгової передачі, $\eta_1 = 0,98$;

$$\eta_{\text{п}} – \text{ККД підшипників } \eta_{\text{п}} = 0,995$$

Загальний ККД буде рівним:

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_1 \cdot \eta_2^2 \cdot \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{п}}^4 = 0,98^2 \cdot 0,995^{14} = 0,895$$

Отже споживча потужність двигуна рівна:

$$P_{\text{дв.сп.}} = \frac{P_{\text{вих}}}{\eta_{\text{заг}}} = \frac{430}{0,895} = 480,4$$

За споживчою потужністю обираємо черв'ячний мотор-редуктор NMRV 050 потужністю 0,55 кВт, крутним моментом $T_{\text{дв}} = 49 \text{ Нм}$ з паралельним видом збудження та діапазоном частот обертання 900-1000 об/хв це дасть змогу плавно

змінювати частоту обертання і досягти високої точності при синхронізації вихідних валів.

3.3 Розрахунок ланцюгової передачі

Вихідні данні для розрахунку:

- Передатне число $u = 2$;
- Частота обертання ведучої зірочки $n_1 = 64 \text{ хв}^{-1}$;
- Обертальний момент на ведучій зірочці $T_1 = 49 \text{ Нм}$;

Ланцюгова передача відноситься до механізму з гнучкими ланками, в якому рух відбувається завдяки зачепленню. Найпростіша ланцюгова передача складається з основної і веденої зірочки і ланцюга, що їх охоплює. Така передача називається подвійною зіркою.

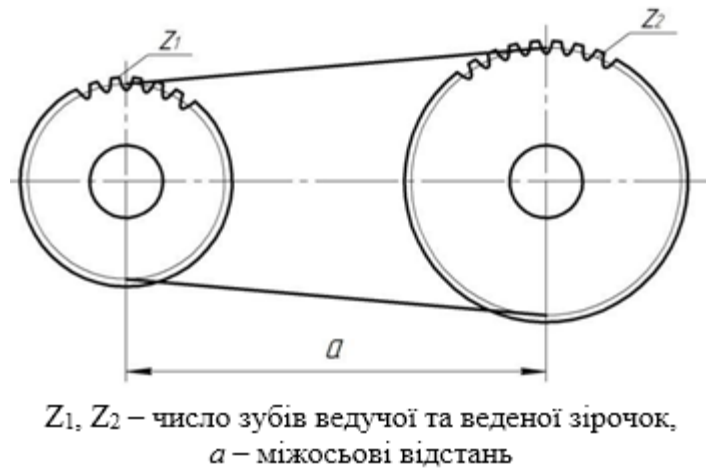


Рис. 3.2. Схема ланцюгової передачі

Окрім перерахованих основних компонентів, ланцюгові передачі включають натяжні елементи, мастила та захисні кожухи.

Недоліками ланцюгових передач є:

- Неминучість зносу шарнірів ланцюга через відсутність умов рідинного тертя;
- Варіабельність швидкості руху ланцюга, особливо з невеликими зірочками;
- Вимагає більш точної установки валу, ніж клинопасові передачі;
- Змащення та регулювання за потреби.

Багаторядні ланцюги від двох до чотирьох рядів збираються з деталей того ж розміру, що й однорядні, але з відповідно довгими роликами. Вантажопідйомність ланцюга майже пропорційна кількості рядів, що зменшує крок, діаметр зірочки та динамічне навантаження кількох рядів зірочок.

3.3.1 Підбір ланцюга

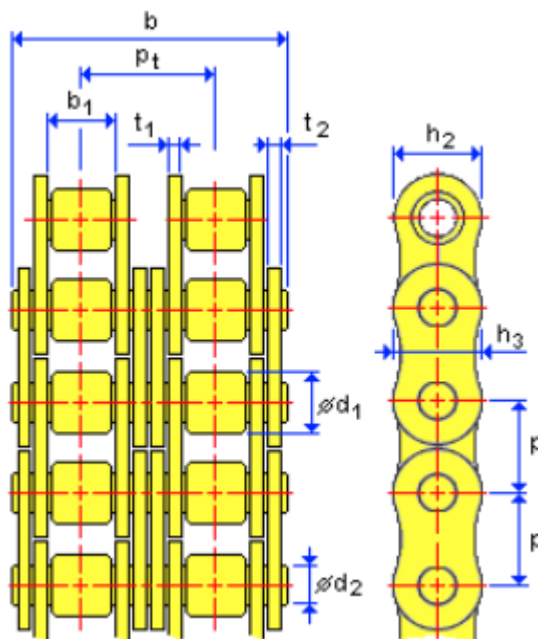


Рис. 3.3 Ланцюг приводний дворядний втулковий

1 – внутрішня ланка; 2 – зовнішня ланка; 3 – з'єднувальна ланка;

4 – проміжна пластина

Вибір даного ланцюга був обґрунтований необхідністю компактного розміщення зірочок в корпусі верстату для цього ідеально підходить дворядний ланцюг головною характеристикою якого більший момент передачі при менших габаритах що дозволить вирішити проблему із розміщенням в середині верстату тим самим зекономивши місце та збільшивши час до моменту втомленості ланцюга. Такий принцип перетинається із основною метою проекту зробити оптимізовану машину для виконання поставлених задач.

Ланцюгова пластина повинна мати високу стійкість до втоми, тому середньо вуглецева або легована сталь 40, 45, 50, 40Х, 40ХН, 30ХН3А, термічна обробка – об’ємне закалювання із низьким відпуском, твердість зазвичай 40-50 HRC.

Таблиця 3.1

Типорозмір ланцюга	t	b ₁ , не менше	d ₂	d ₁ , d ₄	A	h	b ₇	b	Навантаження на розрив, кН
						не більше			
2ПВ-9,525-20	9,52 5	5,20	4,4 5	5,0 8	10,7 5	9,8 5	27, 5	8,5	20

Типорозмір ланцюга наведеного у таблиці був обраний користуючись рекомендаціями виходячи з режиму роботи та навантажень, що передаються від двигуна.

3.3.2 Розрахунок зірочок для приводних втулкових ланцюгів

Головною характеристикою зірочок є профіль їх зубів який відрізняється від профілю зубчастих коліс. Форма та розмір профілю зірочки залежить від типу ланцюга. За призначенням зірочки поділяються на ведучі ведені та допоміжні(відтяжні натяжні та інші). За конструктивним виконанням зірочки поділяють на ті що мають спиці, без спиць, цільні, на ті, що складаються з диску та маточини.

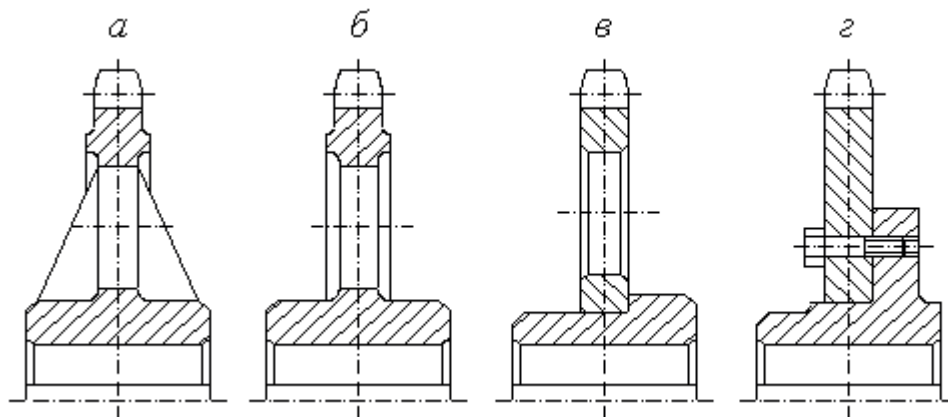


Рис. 3.4 Зірочки: а – лита зі спицями; б – лита з диском;

в – зварна; г – складальна

Для виготовлення зірочок передачі яких працюють в умовах динамічних навантажень виконують із сталей марок 20Х, 40Х, 40ХН. Оскільки приводні зірочки будуть постійно в умовах динамічних навантажень доцільно було б обрати матеріал для виготовлення сталь марки 40Х, як для ведучої так і для веденої зірочки, оскільки ця марка забезпечує високий рівень твердості при термічній обробці, а це значно підвищує зносостійкість механізму.

Розрахунок здійснений за методикою [6]

Мінімальне число зубів для ведучої зірочки

$$z_{1min} = 20 - 2 \cdot u = 20 - 2 \cdot 2 = 16. \quad (3.3)$$

Приймаємо $z_1 = 18$.

Визначення числа зубів для веденої зірочки

$$z_2 = u \cdot z_1 = 2 \cdot 18 = 36. \quad (3.4)$$

Визначення коефіцієнта експлуатації.

За помірних ударних навантажень приймаємо коефіцієнт, динамічності навантажень $K_d = 1.0$; коефіцієнт, числа рядів $K_r = 1.7$; коефіцієнт, регулювання міжцентрової відстані $K_{рег} = 1.25$; коефіцієнт, міжосьової відстані $K_A = 1.0$; коефіцієнт, режиму роботи $K_{реж} = 1.0$; коефіцієнт, кута лінії центрів до лінії горизонту $K_H = 1.0$; коефіцієнт, способу змащування $K_{зм} = 1.3$; [3]

$$\begin{aligned} K_E &= K_d \cdot K_A \cdot K_H \cdot K_{рег} \cdot K_{зм} \cdot K_{реж} = \\ &= 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.25 \cdot 1.3 \cdot 1.0 = 1.625 \end{aligned} \quad (3.5)$$

Середній допустимий тиск $[p_0]$ в шарнірах при $n_1 = 64 \text{ хв}^{-1}$

$$[p_0] = 35 \text{ Мпа}$$

Тоді крок ланцюга повинен бути не менше

$$p \geq 20 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_1 K_E}{(z_1 [p] K_T)}} = 20 \cdot \sqrt[3]{\frac{49 \cdot 1.625}{18 \cdot 35 \cdot 1.7}} = 8,4 \text{ мм} \quad (3.6)$$

Приймаємо дворядний ланцюг 2ПВ-9,525-20 з кроком $p = 9,525$ мм і силою на розрив 20кН.

Основними параметрами зірочки є: крок ланцюга p , діаметри ділильного кола d_d , кола виступів D_e і впадин D_i , ширина зуба зірочки b_f , ширина вершини зуба b . (Рис 3.2)

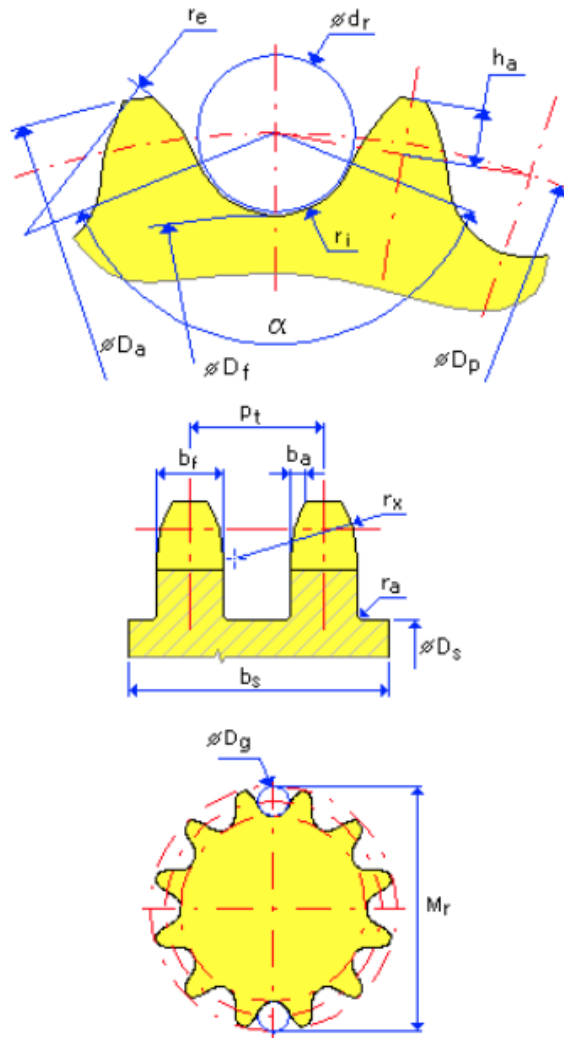


Рис. 3.5. Зірочка втулкового ланцюга.

Діаметр ділительного кола ведучої зірочки

$$d_{d1} = \frac{p}{\sin\left(\frac{180^\circ}{z_1}\right)} = \frac{9.525}{\sin\left(\frac{180^\circ}{18}\right)} = 54.85\text{мм}; \quad (3.7)$$

Діаметр ділительного кола веденої зірочки

$$d_{d2} = \frac{p}{\sin\left(\frac{180^\circ}{z_2}\right)} = \frac{9.525}{\sin\left(\frac{180^\circ}{36}\right)} = 109.28\text{мм}; \quad (3.8)$$

Діаметр кола виступів для зірочок визначається по формулі

для ведучої

$$D_{e1} = p \left[K + \operatorname{ctg} \left(\frac{180^\circ}{z} \right) \right] = 9.525 \left[0.565 + \operatorname{ctg} \left(\frac{180^\circ}{18} \right) \right] = 59.4 \text{ мм}; \quad (3.9)$$

для веденої

$$D_{e2} = p \left[K + \operatorname{ctg} \left(\frac{180^\circ}{z} \right) \right] = 9.525 \left[0.565 + \operatorname{ctg} \left(\frac{180^\circ}{36} \right) \right] = 114,25 \text{ мм}; \quad (3.10)$$

де K – коефіцієнт висоти зуба, який обирається враховуючи геометричні характеристики зачеплення $\lambda = \frac{p}{d_1}$; $d_1 = 5,08$ – діаметр втулки.

Таблиця 3.2

λ	1.6-1.7	1.7-1.8	1.8-2.0
K	0.555	0.575	0.565

Діаметр кола западин

для ведучої зірочки

$$D_{i1} = d_{d1} - 2r = d_{d1} - 2(0.5025d_1 + 0.05) \quad (3.11)$$
$$54.85 - 2(0.5025 \cdot 5.08 + 0.05) = 49,64;$$

для веденої

$$D_{i2} = d_{d2} - 2r = d_{d2} - 2(0.5025d_1 + 0.05) \quad (3.12)$$
$$109,28 - 2(0.5025 \cdot 5.08 + 0.05) = 109,28;$$

де r – радіус западини, $r = 0.5025d_1 + 0.05$, мм.

Визначення середньої швидкості ланцюга

$$v = \frac{(z_1 p n_1)}{(60 \cdot 10^3) = \frac{(18 \cdot 9.525 \cdot 64) \text{ м}}{(60 \cdot 10^3) = 0.183 \text{ с}}} \quad (3.13)$$

Колова сила, яка передається ланцюгом

$$F_t = \frac{2000 T_1}{d_{д1} = \frac{2000 \cdot 49}{54,85 = 1786 \text{ Н}}} \quad (3.14)$$

Тиск в шарнірах ланцюга.

$$p_0 = \frac{(K_E \cdot F_t)}{(A \cdot K_T) = \frac{(1.625 \cdot 1786)}{(52,8 \cdot 1.7) = 32,3 \text{ МПа}}} \quad (3.15)$$

Де $A = 52,8 \text{ мм}^2$ площа опорної поверхні шарніра. Допустимий тиск був обраний вище і становить $[p_0] = 35 \text{ МПа}$. Тому умова $p_0 \leq [p_0]$ виконується.

Попередній розрахунок міжосьової відстані.

$$a = (30 - 50) \cdot p = (30 - 50) \cdot 9.525 = (285.75 - 476.25) \text{ мм} \quad (3.16)$$

Приймаємо $a = 300 \text{ мм}$.

Необхідна кількість ланок ланцюга.

$$L_p = \frac{2a}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{p}{a} =$$

$$\frac{2 \cdot 300}{9.525} + \frac{18 + 36}{2} + \left(\frac{36 - 18}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{9.525}{300} = 62.99 + 27 + 0.26 = 90.2 \quad (3.17)$$

Округлюємо до найближчого цілого парного числа $L_p = 92$, для покращення взаємозамінності обираємо найближчу стандартизовану кількість ланок дворядного ланцюга це $L_p = 98$.

Уточнюємо міжосьову відстань.

$$a = \frac{p}{4} \cdot \left[L_p - \frac{z_1 + z_2}{2} + \sqrt{\left(L_p - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \cdot \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right] = \quad (3.18)$$

$$\frac{9.525}{4} \cdot \left[98 - \frac{18+36}{2} + \sqrt{\left(98 - \frac{18+36}{2} \right)^2 - 8 \cdot \left(\frac{36-18}{2\pi} \right)^2} \right] = 337 \text{ мм.}$$

Для забезпечення необхідного провисання ланцюга потрібно зменшити міжосьову відстань на $(0,002-0,004)a = (0,674 - 1,348)$. Зменшуємо a на величину 1 мм. Тоді $a = 336$ мм.

Перевірка ланцюга по числу ударів по зубам зірочок.

$$U = \frac{4z_1 n_1}{60L_p} = \frac{4 \cdot 18 \cdot 64}{60 \cdot 98} = 0.78 \text{ с}^{-1} < [U] = 60 \text{ с}^{-1}. \quad (3.19)$$

Де $[U] = 60 \text{ с}^{-1}$ допустиме число ударів в секунду для кроку втулкового ланцюга $p = 9.525$ мм

Перевірка ланцюга на міцність

Розрахунок коефіцієнта запасу міцності

$$S = \frac{F_p}{K_d \cdot F_t + F_{\text{ц}} + F_0} \geq [S] \quad (3.20)$$

де $F_{\text{ц}}$ – натяг ланцюга від відцентрових сил.

$$F_{\text{ц}} = m \cdot v^2 = 1 \cdot 0.183^2 = 0.033 \text{ Н} \quad (3.21)$$

m – маса ланцюга.

F_0 – натяг ланцюга від сили тяжіння.

$$F_0 = K_f m g a = 6 \cdot 1 \cdot 9.81 \cdot 0.336 = 19.77 \text{ Н}; \quad (3.22)$$

$[S]$ – допустимий коефіцієнт запасу міцності, $[S] = 7.1$

$$S = \frac{20000}{1 \cdot 1786 + 0.033 + 19.77} = 11.075 > [S] = 7.1$$

Умови міцності зберігаються.

Проектування ланцюгової передачі проведене в середовищі Autodesk Inventor із застосуванням інструменту генератора ланцюгових передач. Відповідно

до вхідних параметрів та було підібрано зірочки та виконано перевірні розрахунки. Результати наведені в таблиці.

Таблиця 3.3

Швидкість ланцюга	V	0.184 м/с
Ефективне навантаження	F_p	1786,616 Н
Відцентрова сила	F_c	0,034 Н
Максимальний натяг ділянки ланцюга	F_{Tmax}	1786,650 Н
Статичний запас міцності	$S > S_{min}$	11,194 > 7
Номінальна потужність ланцюга	P	0.269 кВт
Строк служби ланцюга	t	95185 год

Із отриманих результатів можна побачити що розрахункові та програмні результати збігаються що свідчить про правильність розрахунків. Розрахований запас міцності ланцюга переважає допустимий що дозволяє експериментувати в подальшому із геометрією ланцюга та зірочок.

3.4 Проектування головного валу

Перш за все проектування валу потрібно розпочати із вирішенням розміщення елементів та сил які вони спричиняють на цей вал. Нижче наведено схему навантажень валу.

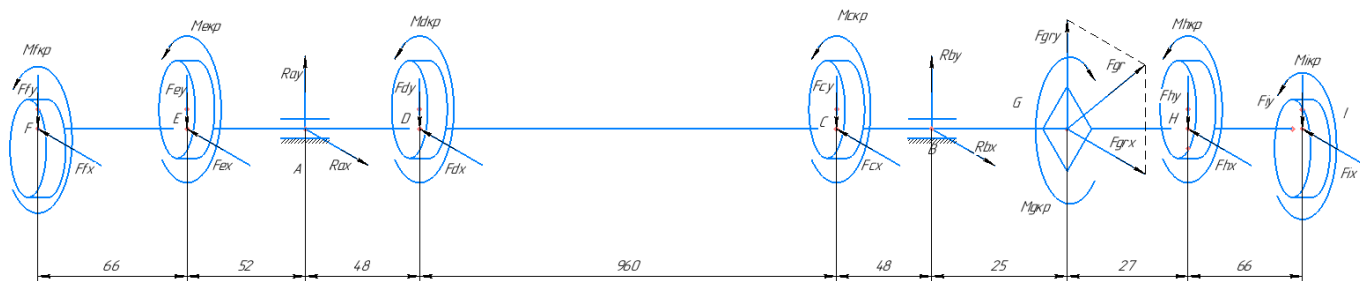


Рис.3.6. Схема прикладання сил що діють на вал

Таблиця 4.1

№ Н	F	E	A	D	C	B	G	H	I
F_x	0	500	799	250	250	1079	0	500	0
F_y	270	750	1580	500	500	1554	1786	750	270
F_r	0	0	0	0	0	0	1786	0	0
$M_{кр}$	10,4	25	0	12,625	12,625	0	96	25	10,4

Дані наведені у таблиці отримані виходячи із характеристик розроблених вузлів які приєднуються до валу. Основними складовими осьових і радіальних сил є маса механізмів та напрям прикладання їх до валу.

Вибір матеріалу валу:

Для виготовлення валу вибираємо середньо вуглецеву Сталь 45 за ДСТУ 1050-2013 з характеристиками: *HB350*

$$\sigma_M = 750 \text{ Мпа};$$

$$\sigma_{\Pi} = 800 \text{ Мпа};$$

$$\sigma_{-1} = 300 \text{ Мпа};$$

$$\tau_{-1} = 160 \text{ Мпа};$$

$$\psi_{\sigma} = 0,1;$$

$$\psi_{\tau} = 0,05; \frac{\sigma_{\Pi}}{\sigma_M} = 0,6;$$

$$[n_M] = 1,4 \dots 1,6.$$

На етапі проектування визначають діаметри валу у характерних перерізах за умови міцності на кручення.

$$d \geq 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 \cdot [\tau]}} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{98}{0,2 \cdot 25}} = 26,9 \text{ мм}, \quad (3.23)$$

де T – крутний момент, Н·м;

$[\tau]$ – допустиме напруження на кручення, Мпа.

$$[\tau] = (25 \dots 30) \text{ Мпа}.$$

Округлюємо число до цілого та приймаємо за рядом нормальних значень, тому $d = 28$ мм. Визначивши діаметр перерізу на місці кріплення веденої зірочки ланцюгової передачі.

Діаметри валу:

$$\text{- Під підшипники: } d_2 = d_1 + 2 \cdot t = 28 + 2 \cdot 1 \text{ мм} = 30 \text{ мм},$$

де $t = 1$ мм – висота бортика.

- Під кулачки C, D(див. рис.): $d_3 = 1,2d_1 = 1,2 \cdot 28 = 33,6$ мм,
Приймаємо $d_3 = 35$ мм
- На ділянці між кулачками C, D приймаємо діаметр $d_4 = 38$ мм, виходячи з нормальних розмірів круга сталі 45 40мм, та припуску на механічну обробку.
- На ділянці ексцентриків F,I приймаємо діаметр із конструктивних міркувань $d_5 = 22$ мм.

Виконуємо вибір підшипників кочення []. Вибираємо кульковий підшипник закритого типу 180306 Геометричні характеристики підшипника: $d = 30$ мм; $D = 72$ мм; $B = 19$ мм статична вантажопідйомність $C_0 = 16000$ Н; динамічна вантажопідйомність $C = 22900$ Н.

Перейдемо до компоновання валу

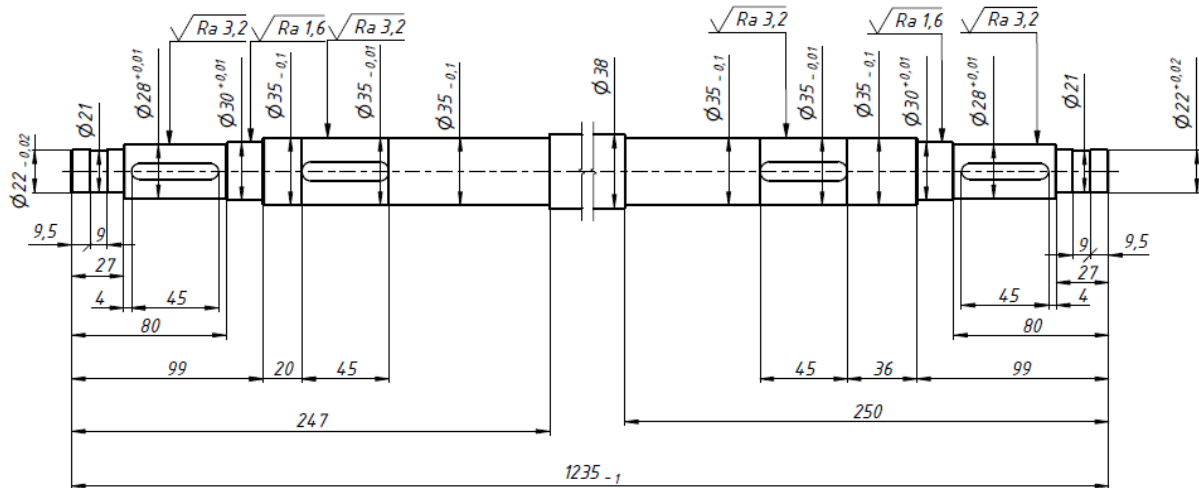


Рис.3.7 Креслення головного валу

Розрахунок валу виконувався у середовищі Autodesk Inventor за допомогою майстру проектування валів за методикою[4].

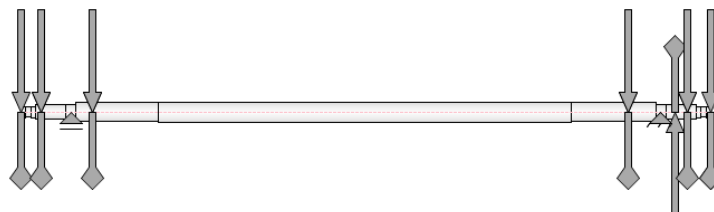


Рис.3.8. Ескіз прикладання сил.

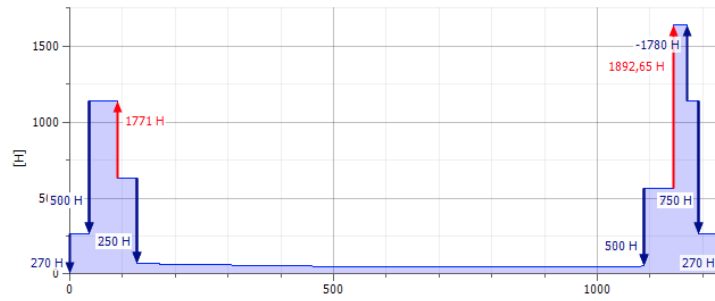


Рис.3.9. Епюра сумарної сили зсуву

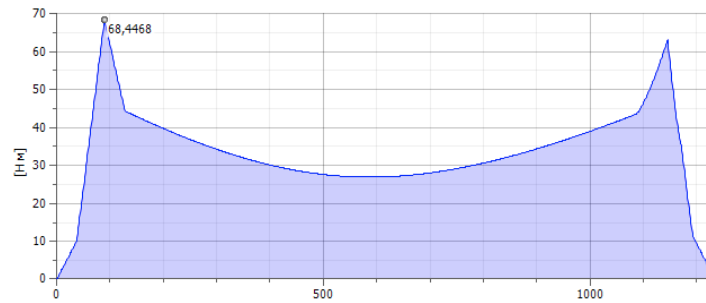


Рис.3.10. Епюра сумарного згинаючий моменту

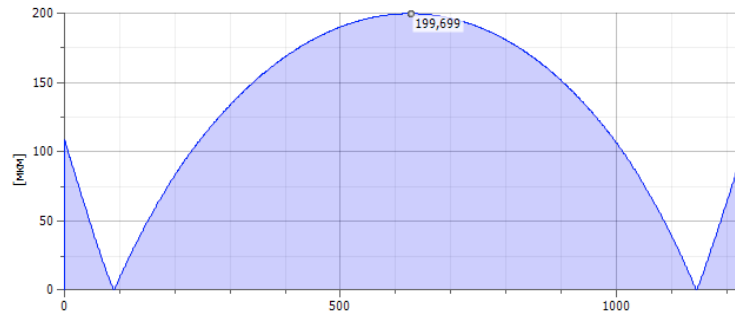


Рис.3.11. Епюра відхилень від осі валу

Результати розрахунку

Таблиця 4.2		
Довжина	L	1235,0 мм
Маса	m	9,7 кг
Максимальне напруження при вигині	σ_B	26,7 Мпа
Максимальне напруження при зсуві	T_S	2,7 Мпа

Максимальне напруження при крученні	T	14,1 Мпа
Максимальне напруження при розтягуванні	σ_T	0,0 Мпа
Максимальне приведені напруження	σ_{red}	34,1 Мпа
Максимальне відхилення	f_{max}	199,7 мкм
Кут закручування	φ	-0,23 град

Проаналізувавши отримані результати від розрахунку можна сказати, що максимальні напруження знаходяться в допустимих межах встановлених для відповідних діаметрів та властивостей матеріалу, що задовольняє умовам міцності. Отже конструкція валу підібрана правильно. Прогин складає майже 0,2 мм що є допустим для такої довжини та навантажень.

3.5 Розрахунок підшипників валу на довговічність.

Розрахунок підшипників на довговічність визначається по формулі розрахункової довговічності $L[5]$:

$$L = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P} \right)^3; \quad (3.24)$$

де C – динамічна вантажопідйомність підшипника;

n – частота обертання кільця підшипника в хвилину;

P – еквівалентне динамічне навантаження визначається по емпіричним формулам і залежить від діючих на підшипник сил, характеру навантаження та температури.

Еквівалентне динамічне навантаження P для однорядних радіальних шарикопідшипників визначається по формулі:

$$P = V \cdot Fr \cdot K\delta \cdot Kt; \quad (3.25)$$

де $K\delta$ – коефіцієнт, що враховує вплив динамічних умов роботи ($K\delta = 1$);

Kt – коефіцієнт, що враховує вплив температурного режиму роботи на довговічність підшипника ($Kt = 1$);

V – коефіцієнт, що враховує яке кільце підшипника обертається, при обертанні внутрішнього кільця приймаємо $V = 1$;

F_r – радіальне навантаження; Визначається, як найбільша величина отримана з наступних рівнянь:

$$F_{r1} = \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Bx}^2} = \sqrt{799^2 + 1079^2} = 1342 \text{ Н} \quad (3.26)$$

$$F_{r2} = \sqrt{R_{Ay}^2 + R_{By}^2} = \sqrt{1580^2 + 1554^2} = 2216 \text{ Н} \quad (3.27)$$

Оскільки $F_{r2} > F_{r1}$, то $F_r = F_{r2} = 2216 \text{ Н}$.

Визначаємо еквівалентне динамічне навантаження по формулі

$$P = 1 \cdot 2216 \cdot 1 \cdot 1 = 2216 \text{ Н}$$

Використовуючи розраховані значення визначимо номінальну довговічність.

$$L = \frac{10^6}{60 \cdot 32} \cdot \left(\frac{22900}{2216} \right)^3 = 574 \cdot 10^3 \text{ год.}$$

3.6 Проектування механізму переміщення верхньої траверси

Перш за все необхідно розпочати з кінематичної схеми механізму на якій будуть показані усі ланки та рухи. Верхня траверса повинна переміщуватись вертикально на 20 мм для того, щоб звільнити місце для подачі проволочки. Механізм переміщення повинен розміщуватись на основному валу та перетворювати обертовий рух головного валу у зворотно-поступальний рух траверси. Нижче наведено кінематичну схему механізму.

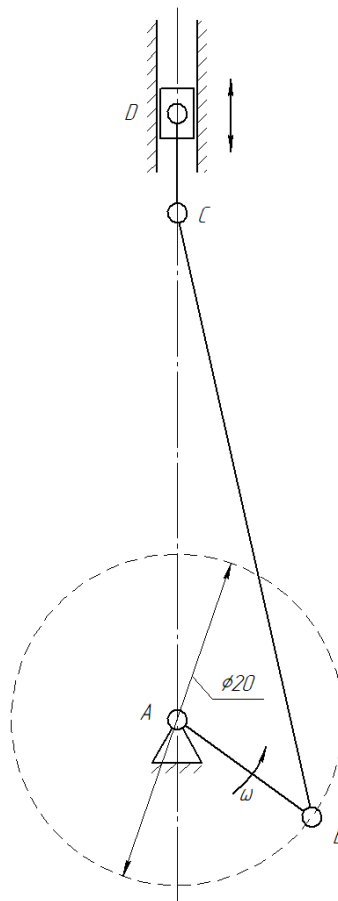


Рис.3.12. Кінематична схема механізму переміщення верхньої траверси

На рисунку.3.12 зображена кінематична схема механізму переміщення верхньої траверси, що є кривошипно повзунним механізмом. При обертанні кривошипу АВ повзун D переміщується на 20 мм від початкового положення до кінцевого і навпаки від кінцевого до початкового здійснюючи переміщення траверси в зону і від зони зварювання.

Наступним етапом буде проектування відповідного механізму у CAD середовищі.

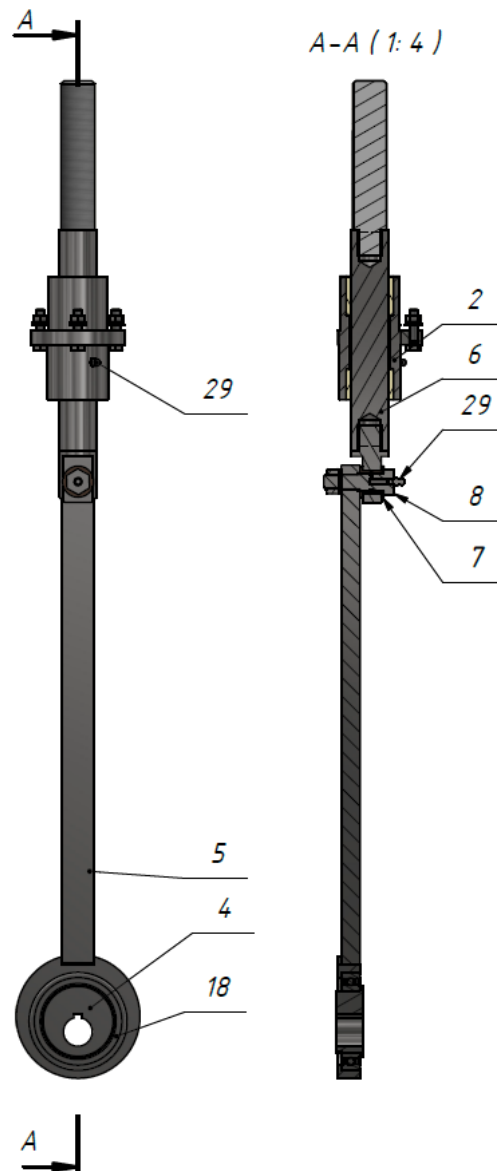


Рис.3.13 CAD модель механізму переміщення верхньої траверси

На рисунку 3.13 зображено спроектовану 3Д модель механізму переміщення траверси. В цьому механізмі роль кривошипу виконує ексцентрик 4 який фіксується на валу за допомогою шпонки, на ексцентрик 4 надягається підшипник 18 який з'єднує ексцентрик 4 та шатун 5 який в свою чергу з'єднується із повзуном 6 за допомогою пальця 8 та бронзових втулок 7. В пальці 8 зроблений

отвір для змащування та кріпиться маслянка 29. Повзун 6 ковзає у напрямній 2 яка в свою чергу має також отвори для змащування та маслянку 29.

Матеріал ексцентрика Сталь 45 [2] прийнято виходячи із конструктивних особливостей та властивостей даної сталі. Підшипники кулькові радіальні 180112 [3] підібрані по діаметру ексцентрика та способу прикладання навантаження. Шатун виготовлений зі сталі кільце якого є також ексцентричне відносно осі та приварюється до ніжки яка кріпиться до повзуна за допомогою сталюого болта на якому утворюючи пару ковзання Сталь Бронза кріпляться бронзові кілечка які запресовуються у відповідний отвір сталюого повзуна 6.

3.7 Механізм переміщення каретки

Для переміщення сітки і тим самим зварювати поперечні прутки із поздовжніми утворюючи необхідний крок між поперечним прутками. Отже необхідно спроектувати механізм, що буде під'єднуватись до головного валу та отримувати від нього обертальний рух в свою чергу перетворюючи цей обертальний рух у зворотно-поступальний рух для переміщення каретки в якій буде розміщена сітка на крок 64 мм, як задано в завданні, при чому необхідно забезпечити можливість зміни кроку. Нижче наведена кінематична схема спроектованого механізму.

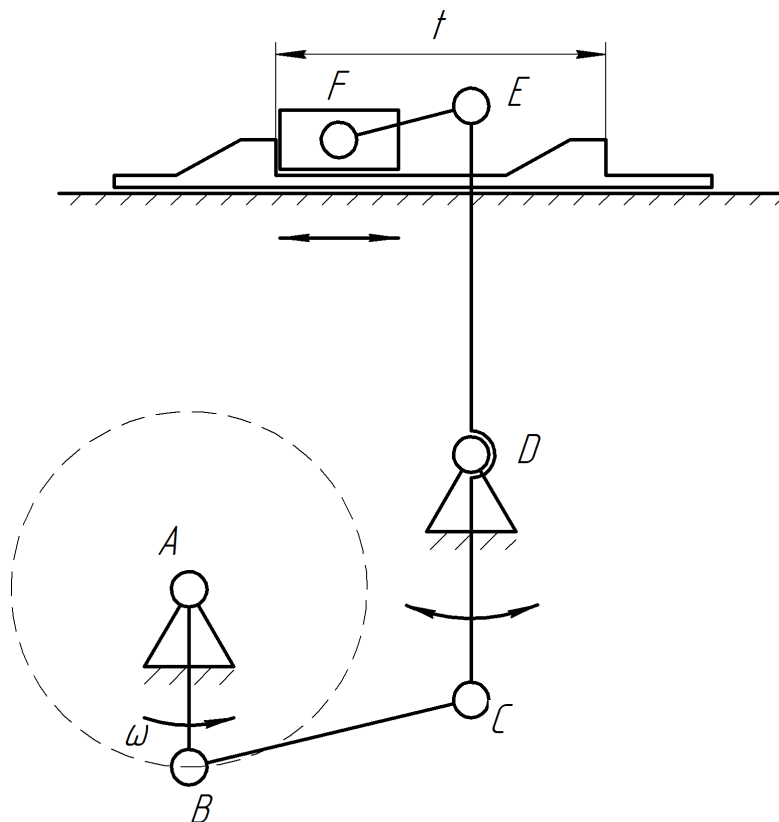


Рис. Кінематична схема механізму переміщення каретки

На рисунку зображена кінематична схема переміщення каретки із сіткою. АВ є кривошипом який здійснює передачу обертального руху від головного валу величина ланки АВ повинна змінюватись за необхідності зменшення або збільшення кроку переміщення каретки. При обертанні кривошипа проти за

напрямок руху приводиться у рух ланка ВС яка є шатуном і перетворює обертальний рух від кривошипу в хитний рух куліси СЕ яка фіксується в точці D. В свою чергу куліса перетворює хитний рух у зворотно-поступальний рух повзуна F на крок t для переміщення каретки вперед на цей крок.

Проектуємо механізм у CAD середовищі.

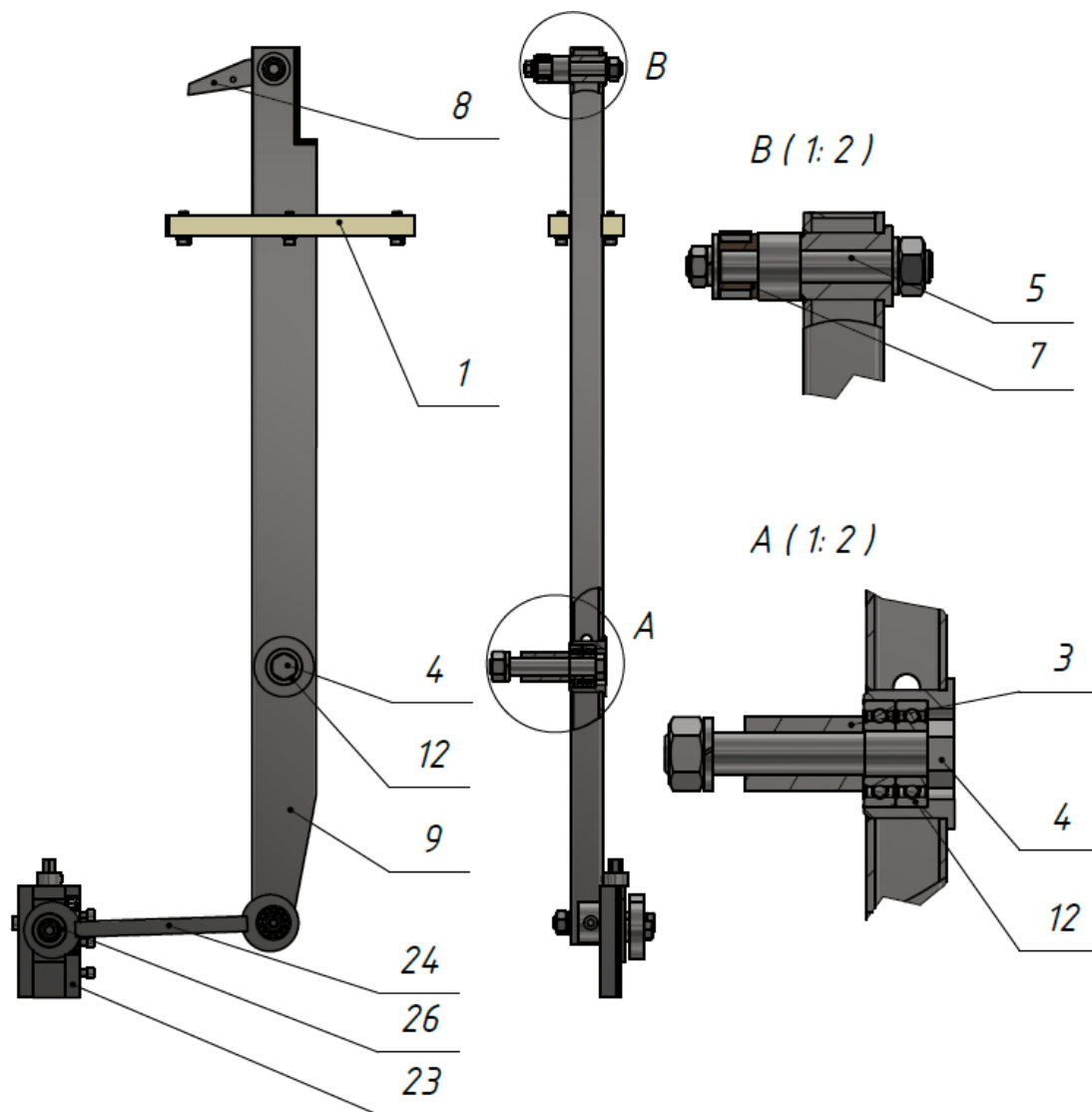


Рис.3.14 Механізм переміщення каретки.

На рисунку зображено механізм переміщення каретки який кріпиться до головного валу за допомогою рухомого ексцентрика 23, який в свою чергу з'єднується із кулісою 9 за допомогою шатуна 26. Куліса 9 кріпиться до корпусу верстату за допомогою болта 4 та підшипників 12. Втулка 3 фіксує кулісу на

потрібній відстані від корпусу. Обмежувальні напрямні 1 по яким рухається куліса 9 кріпляться до корпусу. Роль кулісного каменя виконує штовхач 8 який кріпиться до куліси 9 за допомогою валу 5 та бронзової втулки 7 утворюючи пару ковзання Сталь/Бронза. Механізм здійснює зворотно-поступальний перетворюючи обертовий рух. Тим самим здійснює переміщення каретки вперед на крок заданий копіром або зміни величини рухомого ексцентрика будова якого наведена нижче.

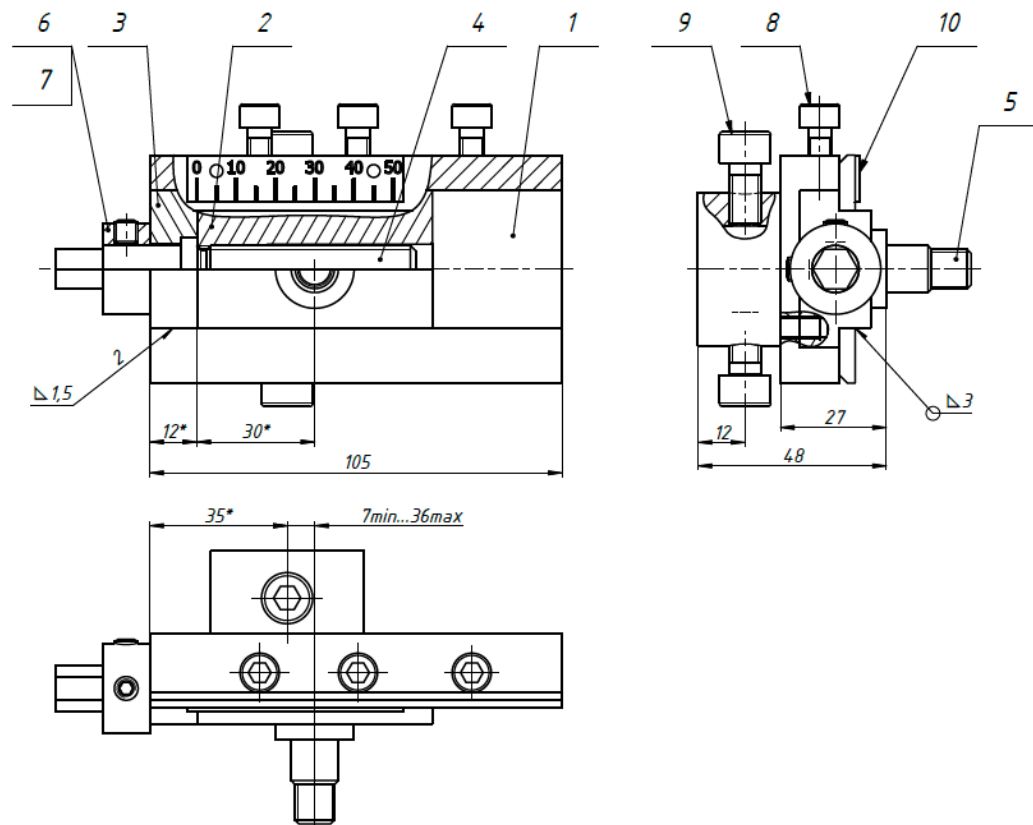


Рис.3.15 Складальний кресленик рухомого ексцентрика

На рисунку зображений складальний кресленик механізму рухомого ексцентрика. Який складається із корпусу 1 в якому ходить каретка 2 до якої приварюється палець 5, каретка 2 рухається за допомогою гвинта 4 який в свою чергу обертається в осі отвору пластини 3 та кільця 6 для фіксації радіального переміщення використовуються установочні гвинти 7. Для фіксації каретки використовуються гвинти із внутрішнім шестигранником 8, а для фіксації

ексцентрика на валу використовуються гвинти із внутрішнім шестигранником 9. Принцип роботи при обертанні гвинта 4 відбувається переміщення каретки 2 на крок 1.5 мм при повному оберті гвинта. Відповідно відбувається зміщення пальця 5, до якого кріпиться шатун, відносно головного валу що призведе до збільшення кроку штовхача куліси. Нижче наведена CAD модель ексцентрика у розрізі.

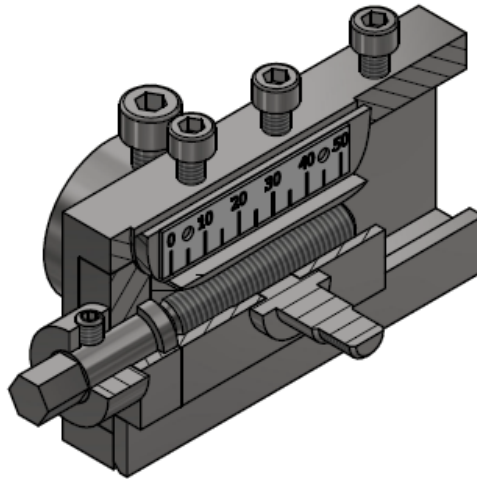


Рис. 3.16. 3д модель рухомого ексцентрика у розрізі

3.8 Механізм подачі прутків

Механізм подачі прутків у зону зварювання кінематична схема якого зображена на основній кінематичній схемі верстату. Головною функцією цього механізму є утворювати буфер прутків та подавати їх по одному у зону зварювання. Обертальний рух до цього механізму передається від приводу за допомогою ланцюгової передачі вал подачі приводиться у рух мальтійським механізмом.

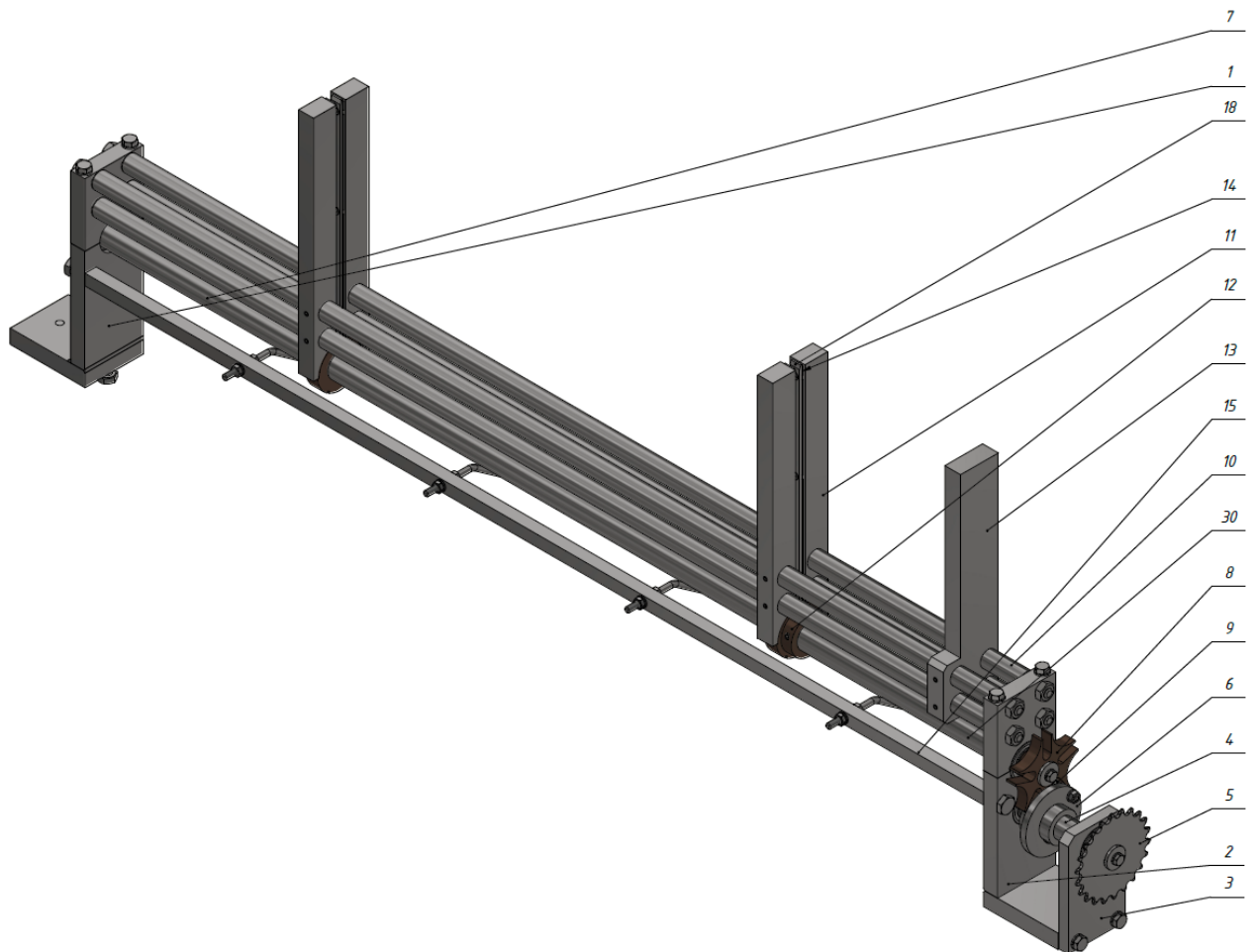


Рис.3.17 Модель механізму подачі прутків

Механізм кріпиться до корпусу верстата за допомогою стоек 2 та 1 так, щоб схід 15 був над зоною зварювання. Це потрібно для того, щоб прутки сходили правильно. Обертальний рух передається від приводу за допомогою ланцюгової передачі зірочка 5 обертає вал 4 на якому розміщений кривошип 6 мальтійського

механізму який рухає мальтійський хрест 8 у відношенні 5 до 1. Мальтійський хрест обертає вал 7 на якому розміщені ротори 12 над роторами розміщений магазин прутків на осях 10, який складається із стійок 11 пластин 18 та підставок 14. Також на осях 10 розміщений упор 13. Нижче наведений розріз механізму подачі.

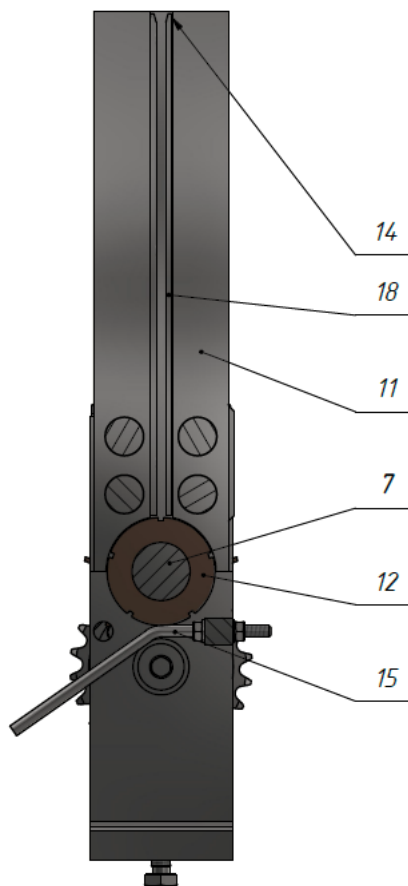


Рис.3.18 Розріз механізму подачі прутків

На рисунку зображено розріз механізму подачі для наглядного пояснення як відбувається процес подачі прутків. У порожнину між пластинами 18 вкладаються прутки ширина між пластинами регулюється вставками 14 які мають товщину 0,5 мм. В залежності від діаметру проволочки насаджується ротор розміри пазів ротора варіюються від 2 мм до 5 мм. Див додатки. При обертанні валу 7 пруток потрапляє в паз ротора 12 пройшовши 2 положення мальтійського хреста пруток випадає з

пазу ротора та скочуючись по сходу 15 у зону зварювання. Отже за 1 оберт головного валу подається 1 пруток.

Висновок до розділу

Метою розділу було розробити механізм перетворення обертального моменту від двигуна у зворотно поступальні рухи траверс забезпечити їхнє переміщення на необхідні 20 мм для верхньої та 11 мм для нижньої, зі швидкістю 30 циклів зварювання за хв, провівши конструкторсько-розрахункову роботу по розрахункам змогли досягти 32 цикли за хвилину, також потрібно було реалізувати механізм переміщення сітки та механізм подачі прутків у зону зварювання. Для цього було розроблено кінематичну схему за допомогою якої було розбито весь механізм на кінематичні вузли із подальшим проектуванням і розрахунком відповідно кожного. Що дозволило підійти конкретніше до кожного вузла і розв'язати комплексне завдання більш ефективно. В результаті було отримано модель механізму готовою до імплементації у відповідний корпус та під'єднання до траверс.

Розділ 4

Корпус верстата

4.1 Проектування корпусу верстату

Спроектвавши усі кінематичні вузли необхідно розмістити їх у корпусі. Корпус являє собою зварну конструкцію розділену на зони див. рис.4.1. II Зона для електричної складової. I зона для механізму переміщення каретки. III зона для трансформаторів, головного валу та нижніх електродів.

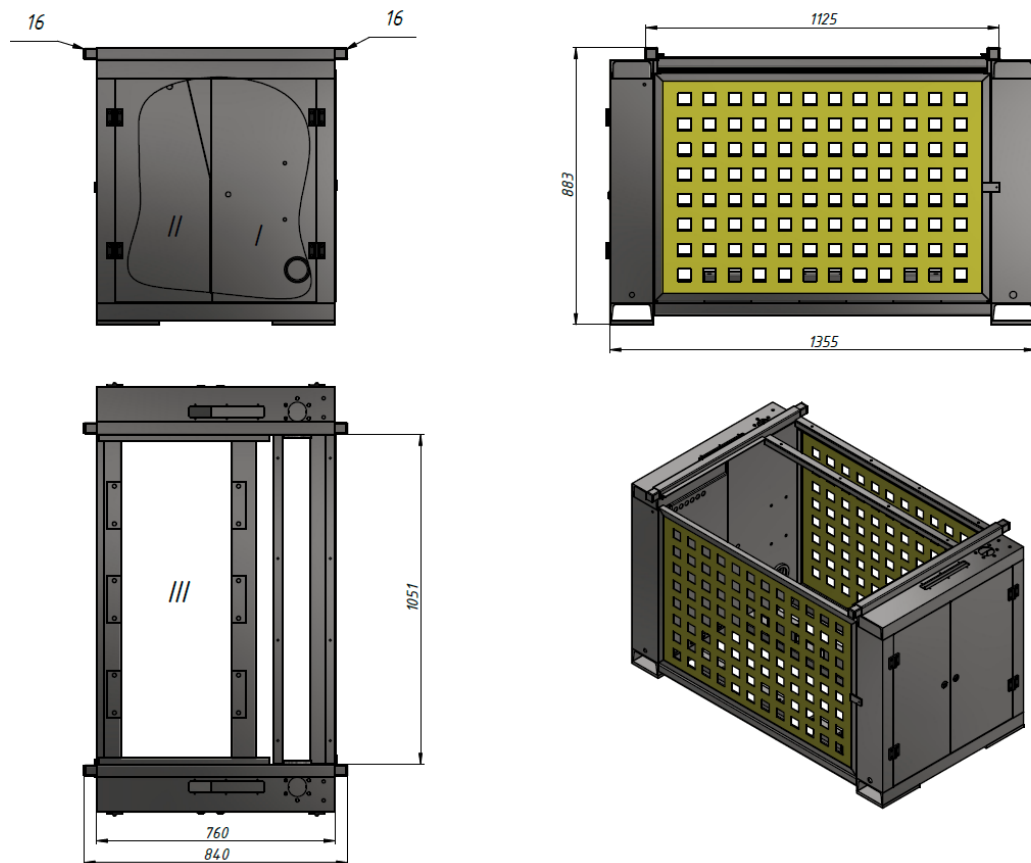


Рис.4.1 Модель корпусу верстата

Корпус верстата складається із сталюого листа товщиною 12мм виконує роль станини верстата до якої кріпляться усі нерухомі частини рухомих механізмів наприклад підшипники головного валу чи болт куліси механізму переміщення каретки (див. розділ 3). Навколо зони I та II утворений каркас із сталюих швелерів марки 14У ДСТУ 8240. Вони утворюють основний каркас конструкції та з'єднані між собою розпірними трубами для витримки необхідної відстані між стінками

каркасів. З кожної із сторін під'єднуються столи подачі і видачі у відповідні вставки 16 які розміщені зверху. Основною складністю у виготовленні запропонованого варіанту корпусу є зварювання із відповідними допусками співвісності стаканів під підшипники головного валу, для чого потрібно було розробити спеціальні пристосування наприклад фальш-вал.

Висновки до розділу

Виконавши синтез корпусу верстату було розроблено обрамлення для кінематичних механізмів із стальними плитами для фіксації нерухомих частин рухомих механізмів, жорсткість верстату забезпечують швелерна конструкція яка зварюється між собою та сталі листи товщиною 12 мм. У корпусі наявні двері із перфорацією для візуального доступу до елементів верстату, підшипники закриті в бокових панелях для обмеження попадання бруду із навколишнього середовища, також передбачено відділи для електрики.

Розділ 5

Збірка верстату

5.1 Опис елементів верстату

Ізометрія моделі головного виду верстату в зборі наведена нижче. Модель є результатом інженерної діяльності із розрахунку кінематичних вузлів підбору приводів, матеріалів та проектування механізмів та корпусних елементів верстату.

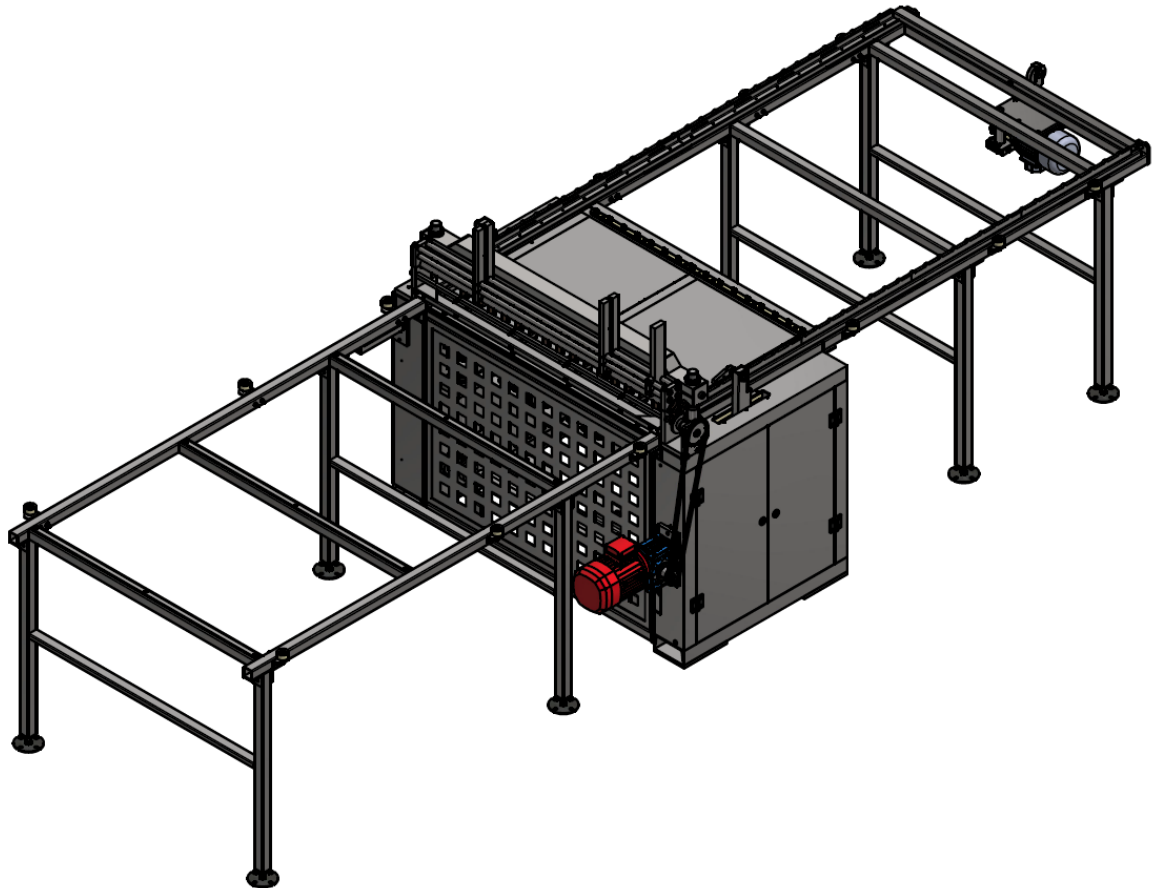


Рис.5.1. Ізометричний вигляд моделі верстату

На рисунку зображений вигляд верстату в ізометрії. Дана модель є фінальним варіантом перед виготовлення прототипу. Відповідно після виготовлення можуть вноситись певні зміни та доопрацювання для кращого впровадження у виробництво. Нижче буде наведено вид збоку вид спереду та вид зверху із описом основних вузлів верстату. Для наглядного пояснення принципу роботи певних вузлів.

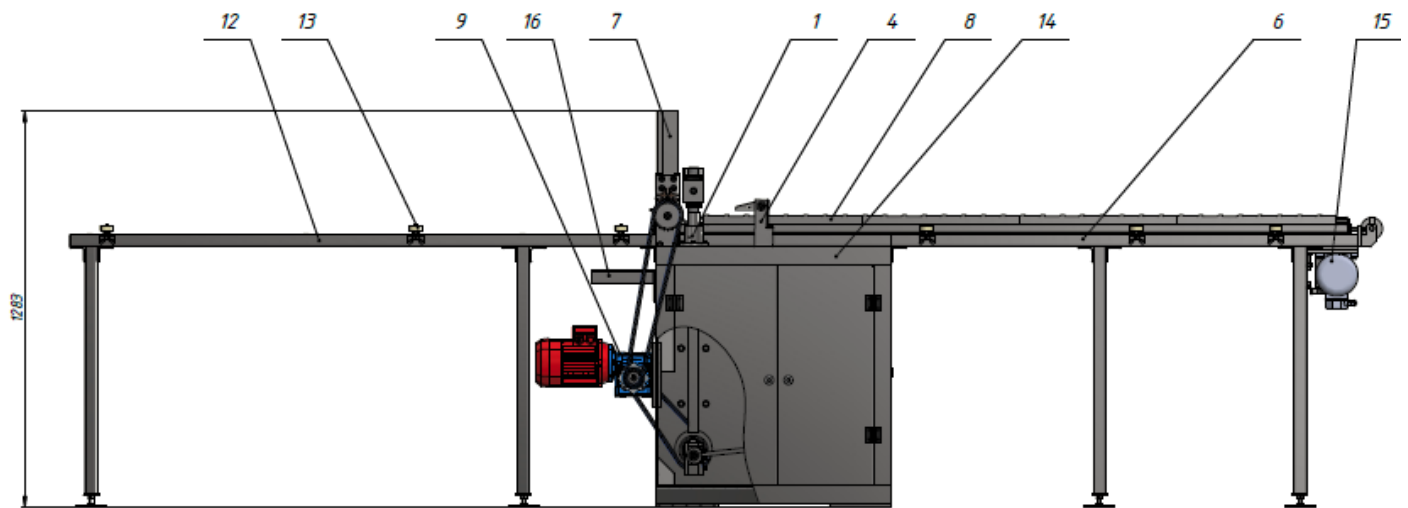


Рис.5.2. Модель верстату вид збоку

На виді збоку показано вузол приводу 9, вузол кінематики 1, живильник 7, куліса зі штовхачем 4, каретка 8, стіл подачі 6 і видачі 12, механізм повернення каретки 15, напрямні ролики 13, корпус 14, консоль управління 16.

Принцип роботи, вал двигуна обертає вали редуктора які в свою чергу обертають ведучі шестерні ланцюгових передач, обертаючи головний вал і вал подачі прутків після процесу зварювання відбувається переміщення каретки на крок заданий на копії каретки та на ексцентрику куліси. Після завершення повного циклу зварювання сітки, коли каретка дійшла крайнього положення та спрацював датчик присутності відповідно подавши сигнал що цикл завершений, робота верстату зупиняється та очікується вилучення сітки. Після вилучення сітки запускається механізм повернення каретки який повертає каретку у вихідне положення.

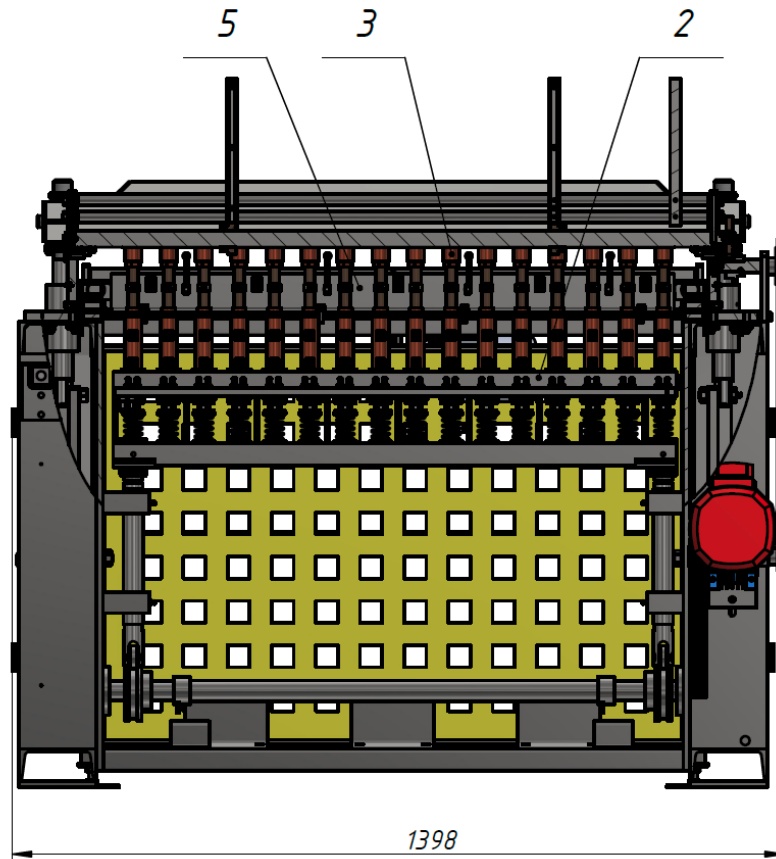


Рис.5.3. Модель верстату вид спереду

На виді спереду зображено панель із філь'єрами та магнітами 5, верхньою траверсою електродів 3 та нижньою траверсою електродів. Через філь'єри розміщені на панелі подається поздовжній пруток, а магніти утримують поперечний пруток перед зварюванням і відповідно базують його у потрібному положенні. Під час виконання циклу контакти на траверсах 2 та 3 стикаються виконуючи зварювання прутків між собою.

5.2 Виготовлення першого прототипу

Під час виконання роботи було також розроблено конструкторську документацію (див. Додатки) за якою відповідно було виготовлено перший прототип верстату. Список основних робіт проведених при виготовленні першого прототипу:

- Створення керуючих програм для фрезерного верстату з ЧПК.
- Відповідне виготовлення на фрезерному 3-х координатному верстаті з ЧПК фірми HAAS Automation.
- Виготовлення деталей обертання на токарному верстаті 1K62.
- Листові деталі та деталі виготовлені із швелерів вирізались на лазерному верстаті Bodor
- Гнуті деталі були виготовлені на згинальному верстаті AMADA
- Роботи із зварювання
- Слюсарні роботи

Створення керуючих програм для фрезерного верстату з ЧПК. Необхідно було для виготовлення складних деталей та деталей які мають важливі допуски. Створення керуючої програми відбувалось у середовищі SolidWorks за допомогою плагіна SolidCam.

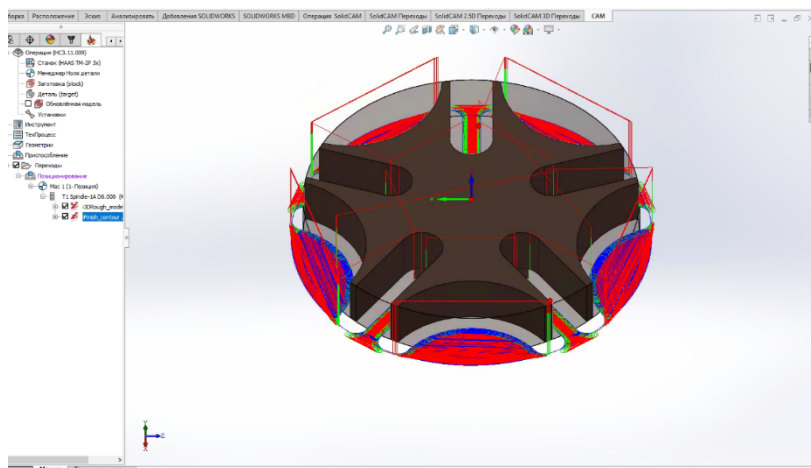


Рис.5.4 Зображення із згенерованою траєкторією обробки деталі
Мальтійський хрест

Деталь оброблюється фрезою діаметром 8мм режими різання підібрані програмою відповідно до матеріалів інструменту та заготовки. Виконуючи спочатку чорновий прохід залишаючи припуск 1 мм для чистового, після завершення чорнового проходу виконується чистовий прохід виводячи поверхню до необхідних розмірів та шорсткості поверхні. Фрагмент керуючої програми наведений у Додатках.

Після проведення усіх вище перелічених робіт отримали в результаті механічну частину верстату, далі необхідно обладнати електричною складовою. Нижче наведені фотографії із прототипом.



Рис.5.5. Зображення виготовленого прототипу



Рис.5.6. Зображення виготовленого прототипу

На даному етапі верстат очікує доукомплектування та подальших тестів.

Висновки до розділу

Після проведення усіх підготовчих робіт із проектуванням проект перейшов у стадію виготовлення першого прототипу. На мою думку це найцікавіша частина оскільки є багато факторів які важко передбачити і тільки після початку виготовлення вони з'являються. Але завдяки якісній конструкторській роботі глобальних проблем вдалось уникнути. Найскладнішим елементом було витримати осі контактів електродів оскільки це завдання полягає не тільки в позиціонуванні на траверсі а ще й правильного зварювання корпусу та співвісності основного валу із стаканами під підшипники що вимагає ретельного контролю на певних етапах виробництва.

Висновки

Проект із розробки такої комплексної машини виявився дещо складнішим ніж на папері, але за допомогою системного підходу та вдалого менторства дійсно складну задачу як розробка багато точкового верстату контактного зварювання було вирішено. А саме було розроблено інструмент контактного зварювання який являє собою траверси із електродами в кількості 16 штук верхніх та нижніх відповідно до завдання. Відповідно для переміщення траверс було розроблено кінематику а саме розрахунок валу та приводної ланцюгової передачі та підібрано двигун. Для подачі поперечних прутків було спроектовано механізм подачі прутків який має ротори та пул для прутків щоб забезпечити безперебійну подачу, ширина пулу регулюється так само як і ротор під діаметр прутка який варіюється від 2 мм до 5 мм. Також важливим елементом в роботі була проектування механізму штовхання каретки та механізму повороту назад для успішного завантаження прутків на початку циклу роботи та вивантаження готово сітки після завершення. Що до можливих перспектив покращення проєкту то є декілька напрямків це реалізація безперебійної подачі прутка шляхом розмотування катушок та нарізання на необхідні відрізки потім після зварювання утворювати рулон із сітки. Наступним напрямком є реалізація регулювання шири між електродами що дозволить робити більш гнучке виготовлення сітки.

В загалом мета проекту досягнута всі поставлені задачі були виконані та очікують на перевірку в живу.

Список використаних джерел

1. Глебов Л.В., Пескарев Н.А., Файгенбаум Д.С. Расчет и конструирование машин контактной сварки. 1981. 424с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора –машиностроителя: в 3-х т. Т.1. 9-е изд., перераб. И доп./ под. ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006.-928 с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора –машиностроителя: в 3-х т. Т.2. 9-е изд., перераб. И доп./ под. ред. И.Н. Жестковой. М.: Машиностроение, 2006.-960 с.
4. Даниленко О.В. Вербa І.І. Використання сучасних CAD/CAE систем у розрахунках деталей машин. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2020. 53с.
5. Розрахунок та конструювання валів. Вибір підшипників кочення за динамічною вантажопідйомністю. Методичні вказівки до розрахунково-графічних робіт з курсу «Деталі машин» для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання (Уклад.: Стадник, А.К. – К.: НТУУ КПІ 2014 – 128 с.)
6. Приклади розрахунку механічних передач та їх елементів: Методичні вказівки до розрахунково-графічних робіт з курсу «Деталі машин» для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання (Уклад.: В.А. Стадник, А.К. К.: НТУУ КПІ, 2012 57 с.

Додатки

Фрагмент виконавчої програми з обробки деталі Мальтійський хрест
O1000 (MB-11мп.10.МРП.011.009)

(TOOL 1 - DIA 8.)

N1 G00 G90 G94 G17 G40 G80

T1 M06()

(J,)

S2613 M03

G00 G54 G90 X-39.085 Y-18.663

G43 H1 Z100.

M08

Z5.

Z1.

G01 Z-12.82 F10000.

G03 X-39.058 Y-18.604 Z-12.836 I-0.734 J0.372 F976.

X-39.036 Y-18.543 Z-12.851 I-0.76 J0.314

X-39.019 Y-18.481 Z-12.864 I-0.783 J0.253

X-39.006 Y-18.417 Z-12.877 I-0.8 J0.191

X-38.999 Y-18.353 Z-12.887 I-0.813 J0.127

X-38.996 Y-18.288 Z-12.894 I-0.82 J0.063

X-38.999 Y-18.224 Z-12.899 I-0.823 J-0.002

X-39.007 Y-18.16 Z-12.9 I-0.82 J-0.067

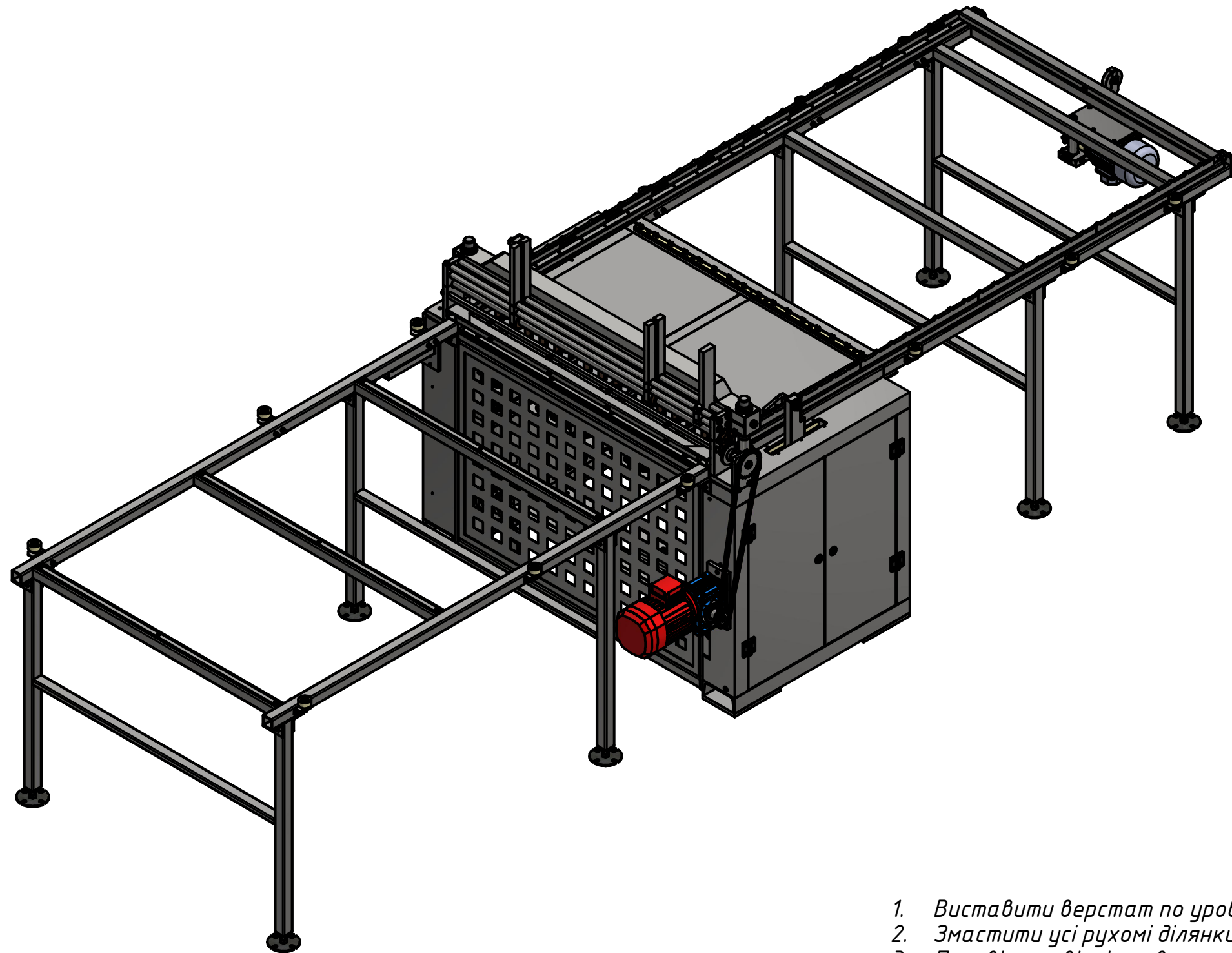
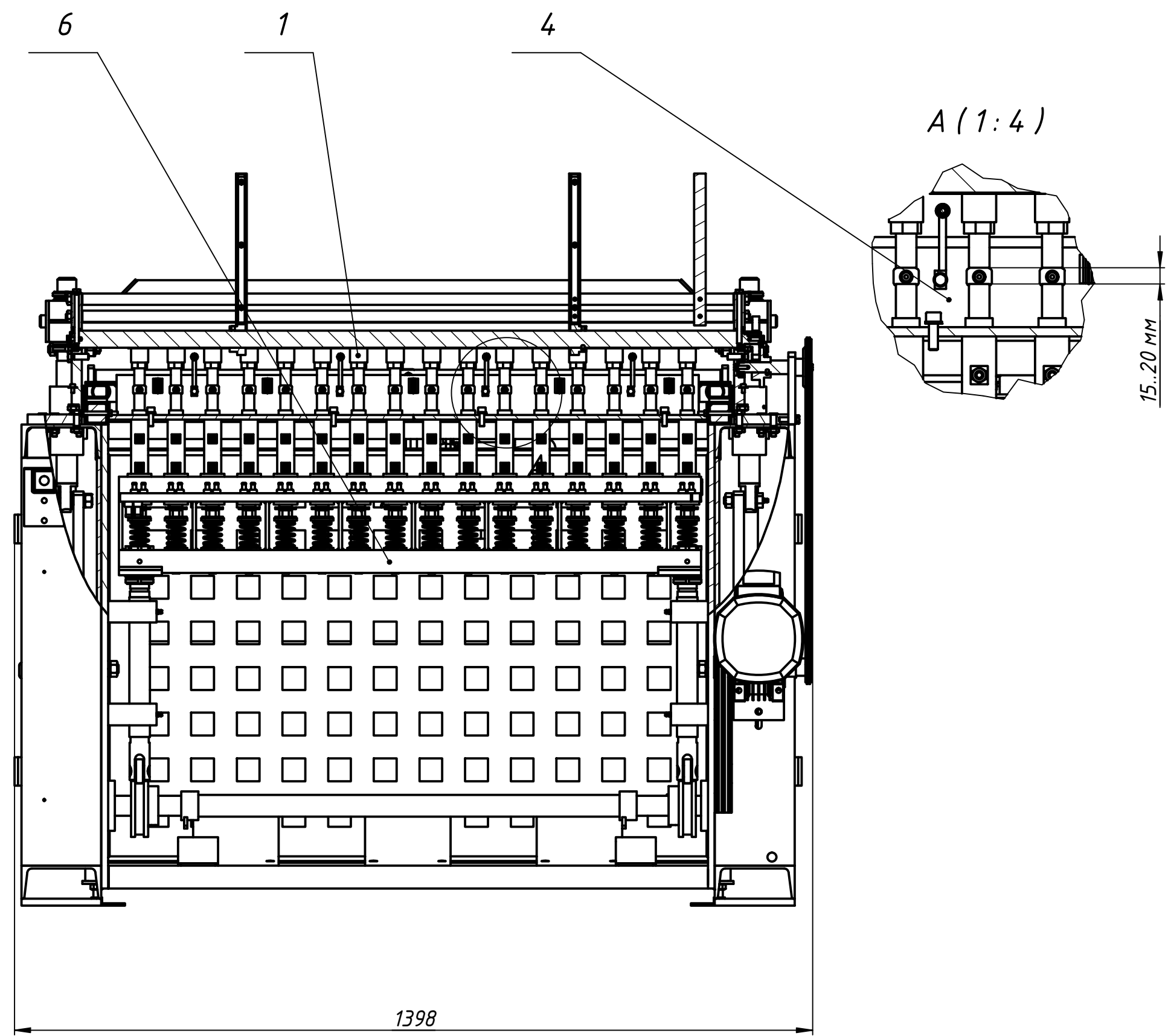
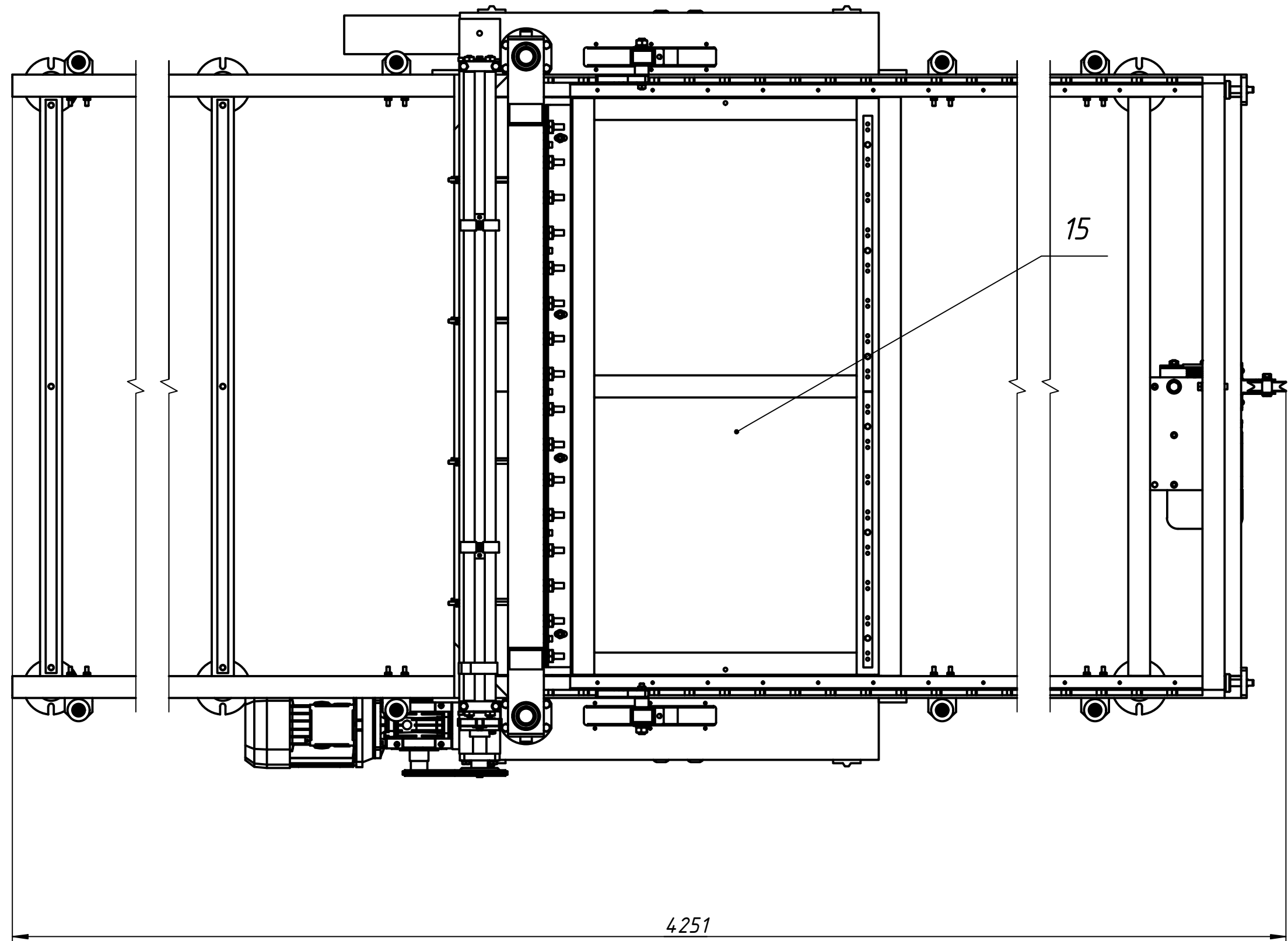
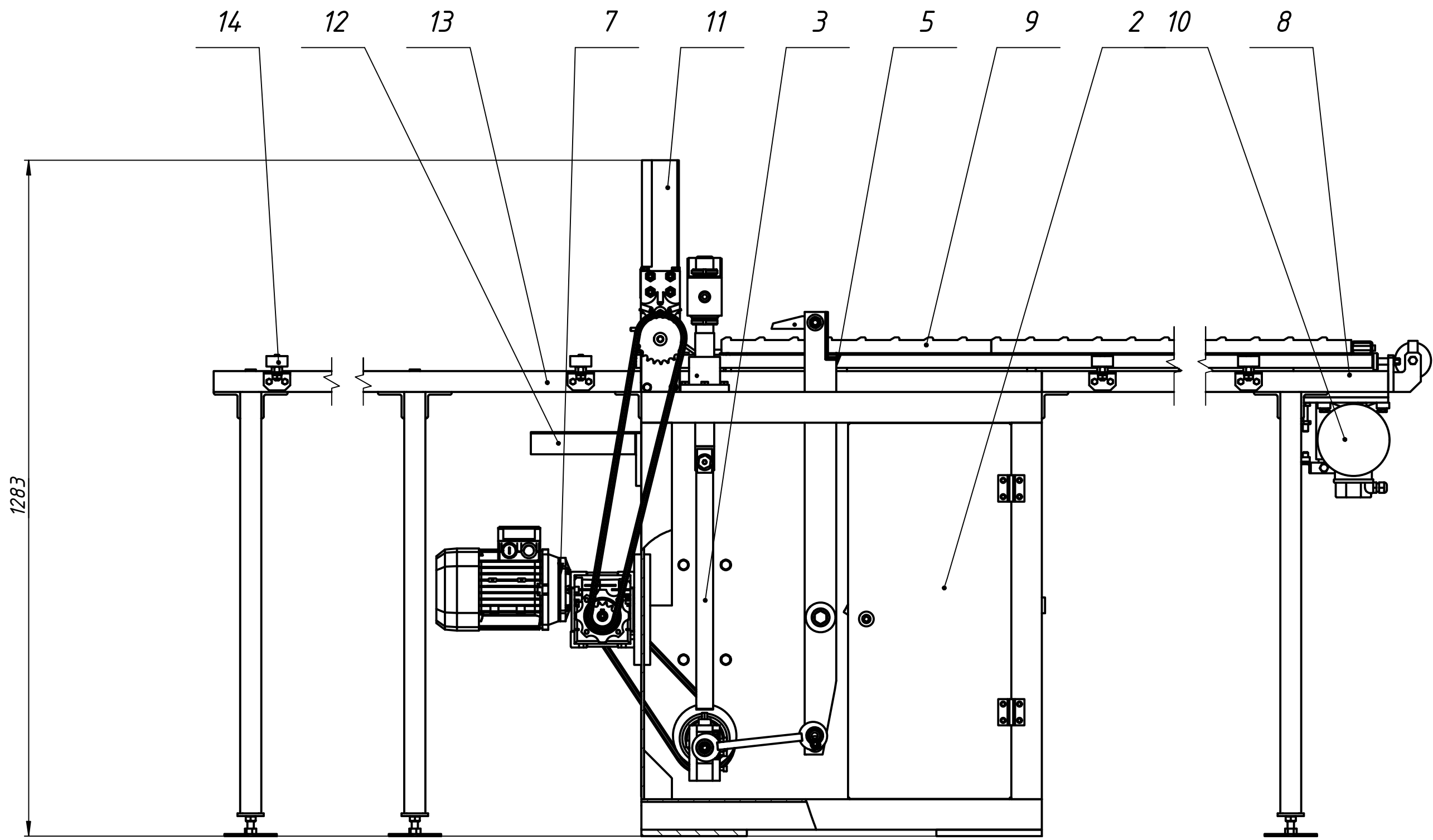
X-39.037 Y-18.035 I-0.812 J-0.13 F212.525

G01 X-39.192 Y-17.56 F990.208

G03 X-39.728 Y-16.145 I-41.851 J-15.059

G01 X-39.906 Y-15.675

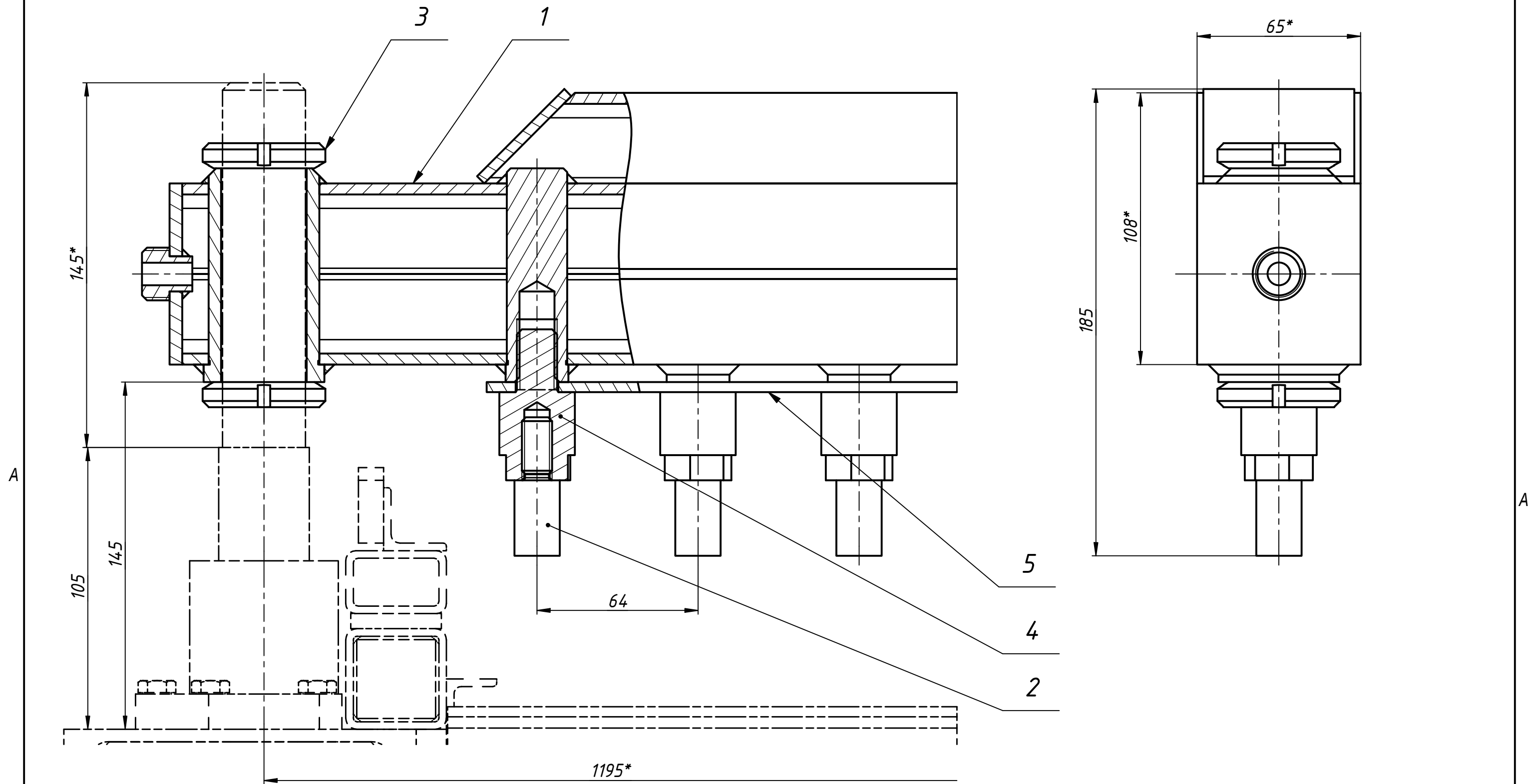
X-40.086 Y-15.208



- Виставити верстат по урівню
- Змастити усі рухомі ділянки
- Перевірити вірність виконання циклу

				МВ-11мп.10.МРП.000.000 СК			
				Верстат в зборі			
				Складальний кресленик			
				ММІ НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського			
				Формат А1			
Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб	
Разраб. Савичев	1173,8	1:10					
Пров. Новік							
Т. контр.							
Нач. отд.							
Н. контр.							
Утв.							

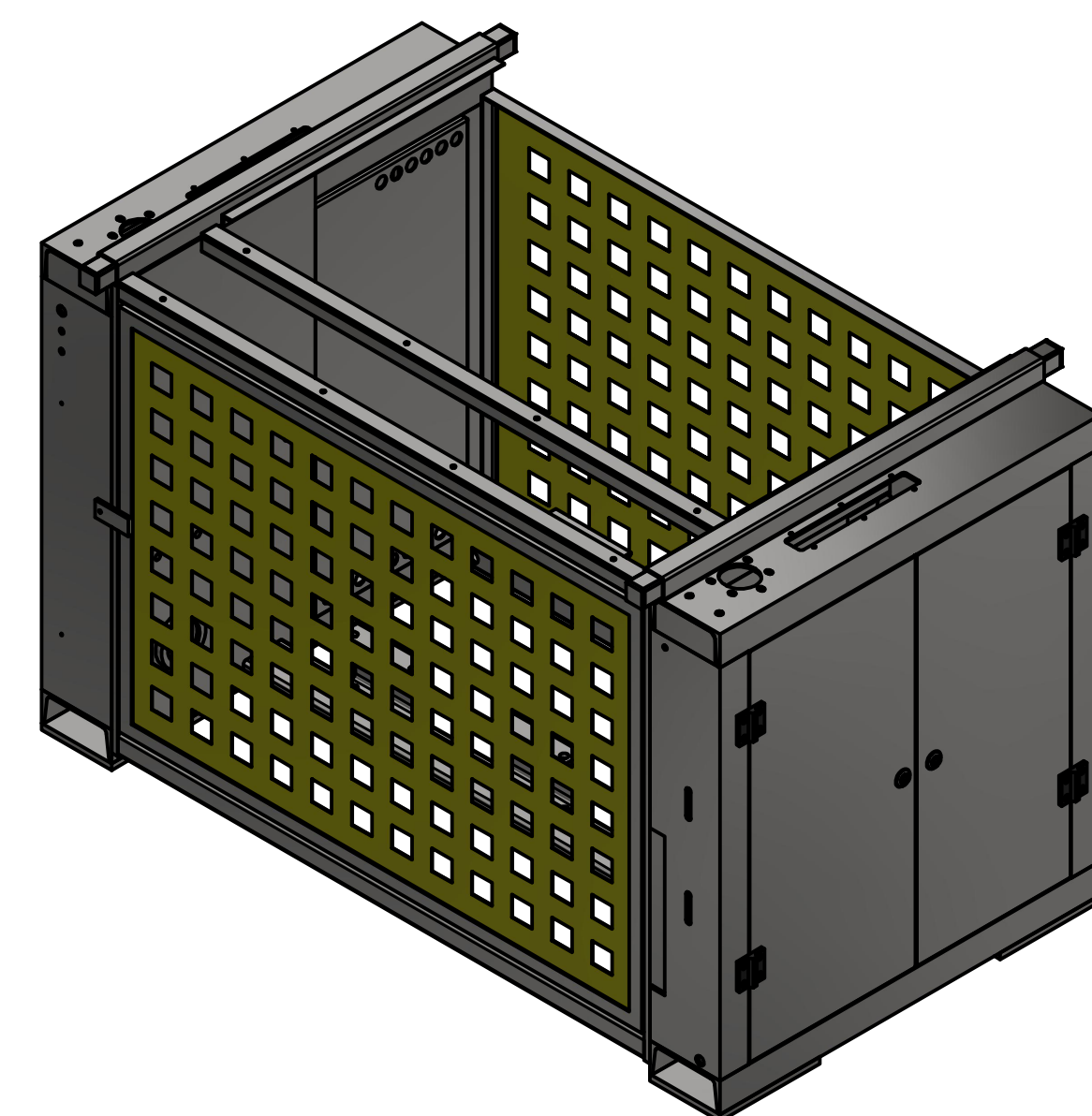
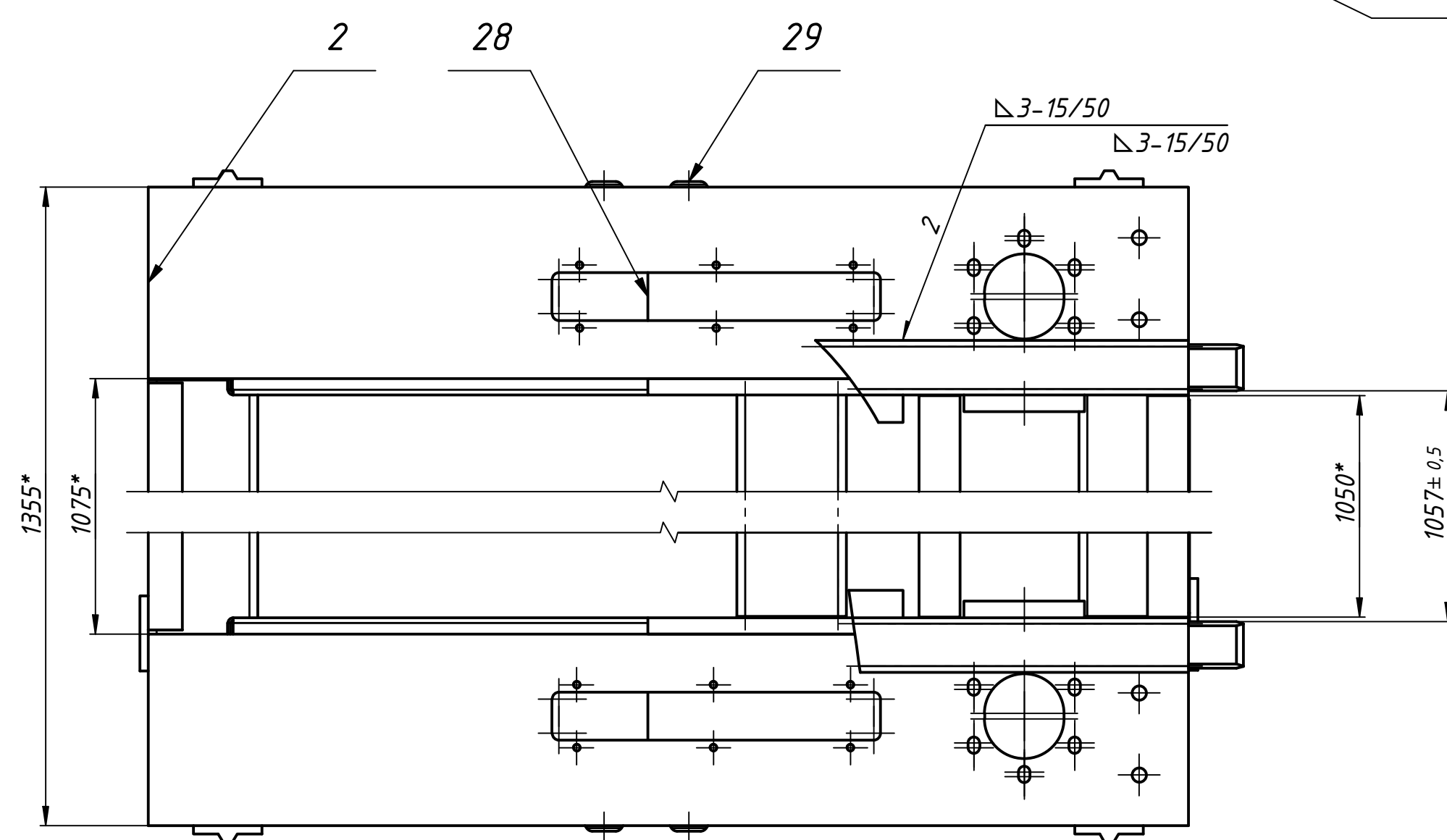
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки		
				Документація				
			МВ-11мп.10.МРП.001.000	Складальний кресленик	1			
				Складальні Одиниці				
		1	МВ-11мп.10.МРП.001.000	Траверса верхня	1			
		2	МВ-11мп.10.МРП.002.000	Станина	1			
		3	МВ-11мп.10.МРП.003.000	Привод	1			
		4	МВ-11мп.10.МРП.004.000	Філь'єри	1			
		5	МВ-11мп.10.МРП.005.000	Куліса	1			
		6	МВ-11мп.10.МРП.006.000	Траверса нижня	1			
		7	МВ-11мп.10.МРП.007.000	Мотор-редуктор	1			
		8	МВ-11мп.10.МРП.008.000	Стіл навантаження	1			
		9	МВ-11мп.10.МРП.009.000	Каретка	1			
		10	МВ-11мп.10.МРП.010.000	Механізм повернення каретки	1			
		11	МВ-11мп.10.МРП.011.000	Механізм подачі прутків	1			
		12	МВ-11мп.10.МРП.012.000	Консоль керування	1			
		13	МВ-11мп.10.МРП.013.000	Стіл вивантаження	1			
		14	МВ-11мп.10.МРП.014.000	Ролики	1			
		15	МВ-11мп.10.МРП.017.000	Люк	1			
Підп. і дата	Інв. № дубл.	Взам. инв. №	МВ-11мп.10.МРП.000.000 СК					
			Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	
Інв. № подл	Розроб.	Савичев			Верстат в зборі	Литера	Лист	Листов
	Перев.	Новік					1	2
	Нач.від.					ММІ НТУУ КПІ ім.		
	Н.контр					Ігоря Сікоського		
	Погодив							



1. * Розміри для довідок
2. Забезпечити щільне прилягання контактів 2 до електродів 4
3. Перевірити систему на герметичність шляхом подачі рідини із тиском 1.5 бар
4. Невказані відхилення прийняти $\frac{IT14}{2}$.

					МВ–11мп.10.МРП.001.000 СК					
					Траверса верхня в зборі	Лист.			Маса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					32,6	1:2
Разраб.	Савичев									
Пров.	Новік									
Т. контр.										
Нач.отд.					Складальний кресленик	Лист			Листов	1
Н. контр.						ММІ НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського				
Утв.						Сікорського				

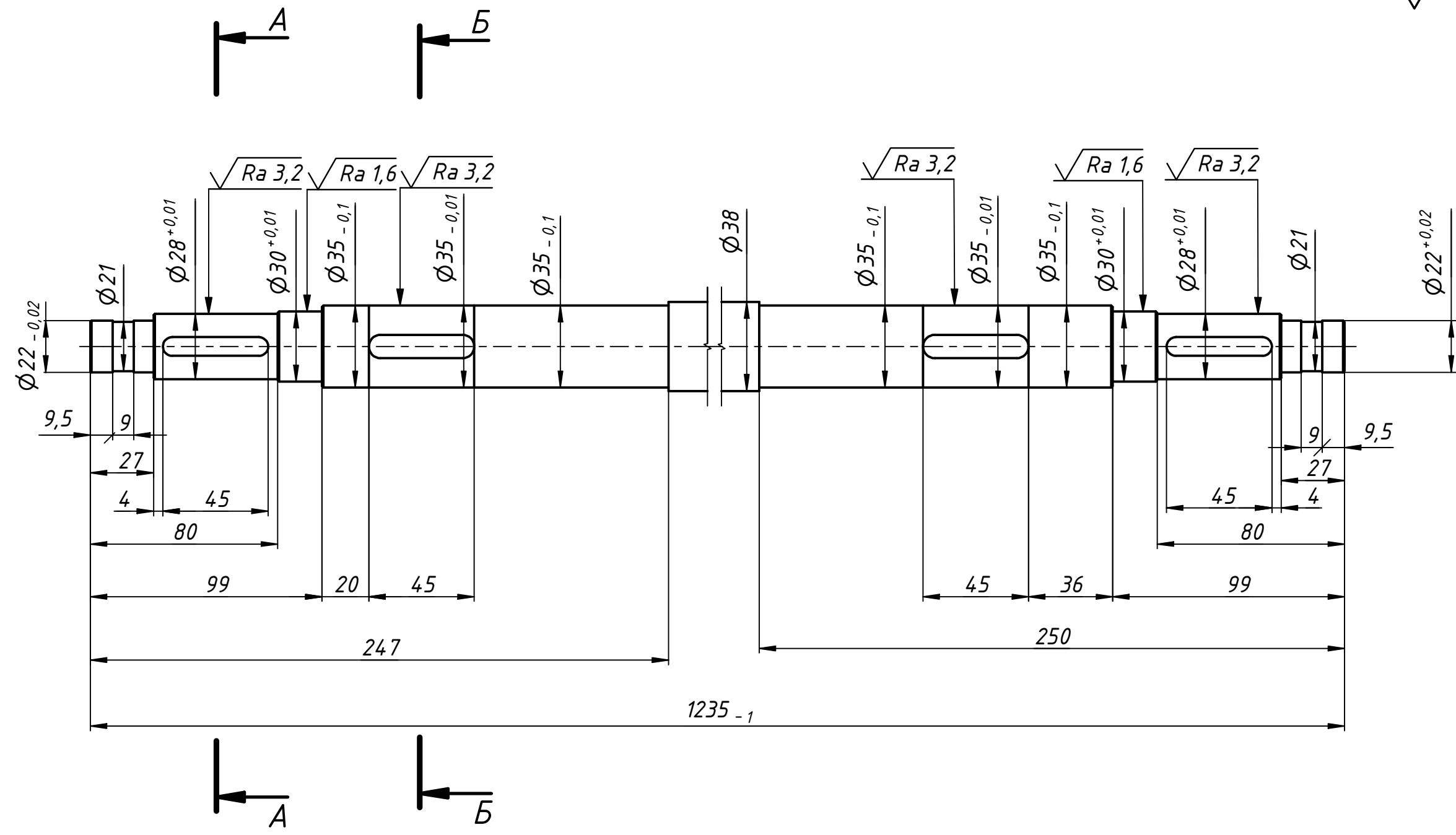
[illegible]



- | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|--------------|-------------|--|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------|--------------|-----------------|
| | | | | | | <i>МВ-11мп. 10. МРП. 002. 000</i> | | | | | |
| | | | | | | <i>Станина</i> | | | <i>Лист.</i> | <i>Масса</i> | <i>Масштб</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подп.</i> | <i>Дата</i> | | | | | | 225,6 | 1:4 |
| <i>Разраб.</i> | <i>Савичев</i> | | | | | | | | | | |
| <i>Пров.</i> | <i>Новик</i> | | | | | | | | | | |
| <i>Т. контр.</i> | | | | | | | | | | | |
| <i>Нач. отд.</i> | | | | | | | <i>Складальный кресленик</i> | | | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> 1 |
| <i>Н. контр.</i> | | | | | | | | ММІ НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського | | | |
| <i>Утв.</i> | | | | | | | | | | | |

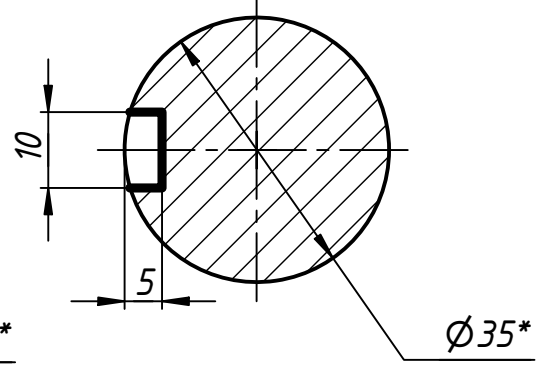
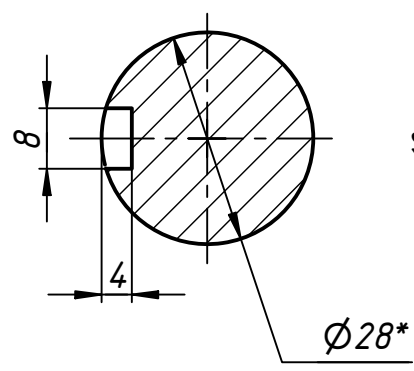
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація</u>		
			МВ-11мп.10.МРП.002.000	Складальне креслення	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	МВ-11мп.10.МРП.002.001	Елемент станини	1	
		2	МВ-11мп.10.МРП.002.001-01	Елемент станини	1	
		3	МВ-11мп.10.МРП.002.003	Поперечина	2	
		4	МВ-11мп.10.МРП.002.003	Поперечина	1	
		5	МВ-11мп.10.МРП.002.004	Кронштейн	6	
		6	МВ-11мп.10.МРП.002.011	Стійка	1	
		7	МВ-11мп.10.МРП.002.012	Стійка	1	
		8	МВ-11мп.10.МРП.002.022	Двері	1	
		9	МВ-11мп.10.МРП.002.022-01	Двері	1	
		10	МВ-11мп.10.МРП.002.026	Поперечина	2	
		11	МВ-11мп.10.МРП.002.400	Напрямна	2	
				<u>Деталі</u>		
		12	МВ-11мп.10.МРП.002.002	Стійка	1	
		13	МВ-11мп.10.МРП.002.002-01	Стійка	1	
		14	МВ-11мп.10.МРП.002.002-01	Стійка	1	
		15	МВ-11мп.10.МРП.002.003	Елемент станини	2	
		16	МВ-11мп.10.МРП.002.005	Стінка	1	
		17	МВ-11мп.10.МРП.002.005-1	Стінка	1	
		18	МВ-11мп.10.МРП.002.006	Стінка	2	
				МВ-11мп.10.МРП.002.000		
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Станина	
Розроб.	Савичев					
Перев.	Новік					
Нач.отд.						
Н.контр						
Утв.						
					Литера	Лист
						1
					Листів	2
					ММІ НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського	

√ Ra 6,3 (✓)



A-A (1:1)

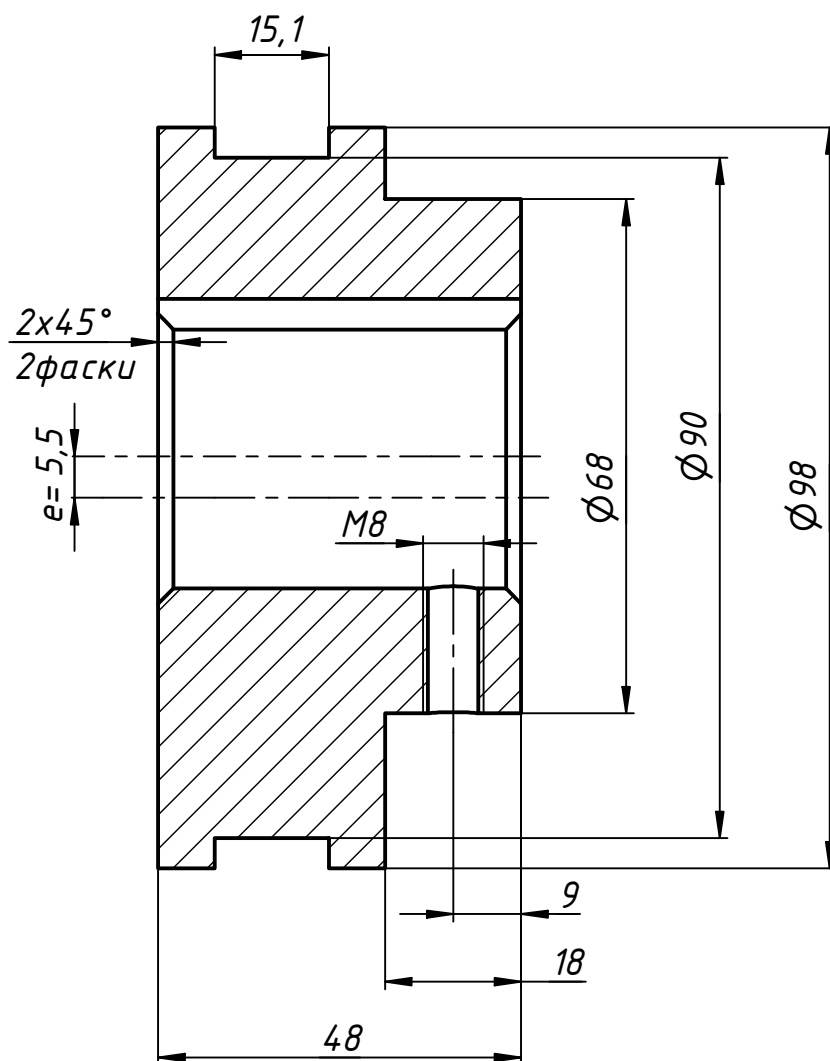
Б-Б (1:1)



- *Розміри для довідок
- Невказані граничні відхилення розмірів прийняти $\pm \frac{IT14}{2}$.

					МВ-11мп.10.МРП.003.004				
					Вал привода	Лист.		Маса	Маштаб
								9,7	1:2
Изм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		Лист		Листів 1	
Розроб.	Савичев				Сталь 45 круг 50	НТУУ КПІ ім Ігоря Сікорського ММІ			
Перевірів	Новік								
Т. контр.									
Нач.отд.									
Н. контр.									
Затв.									

$\sqrt{Ra\ 6,3\ (\checkmark)}$



50...55 HRC.

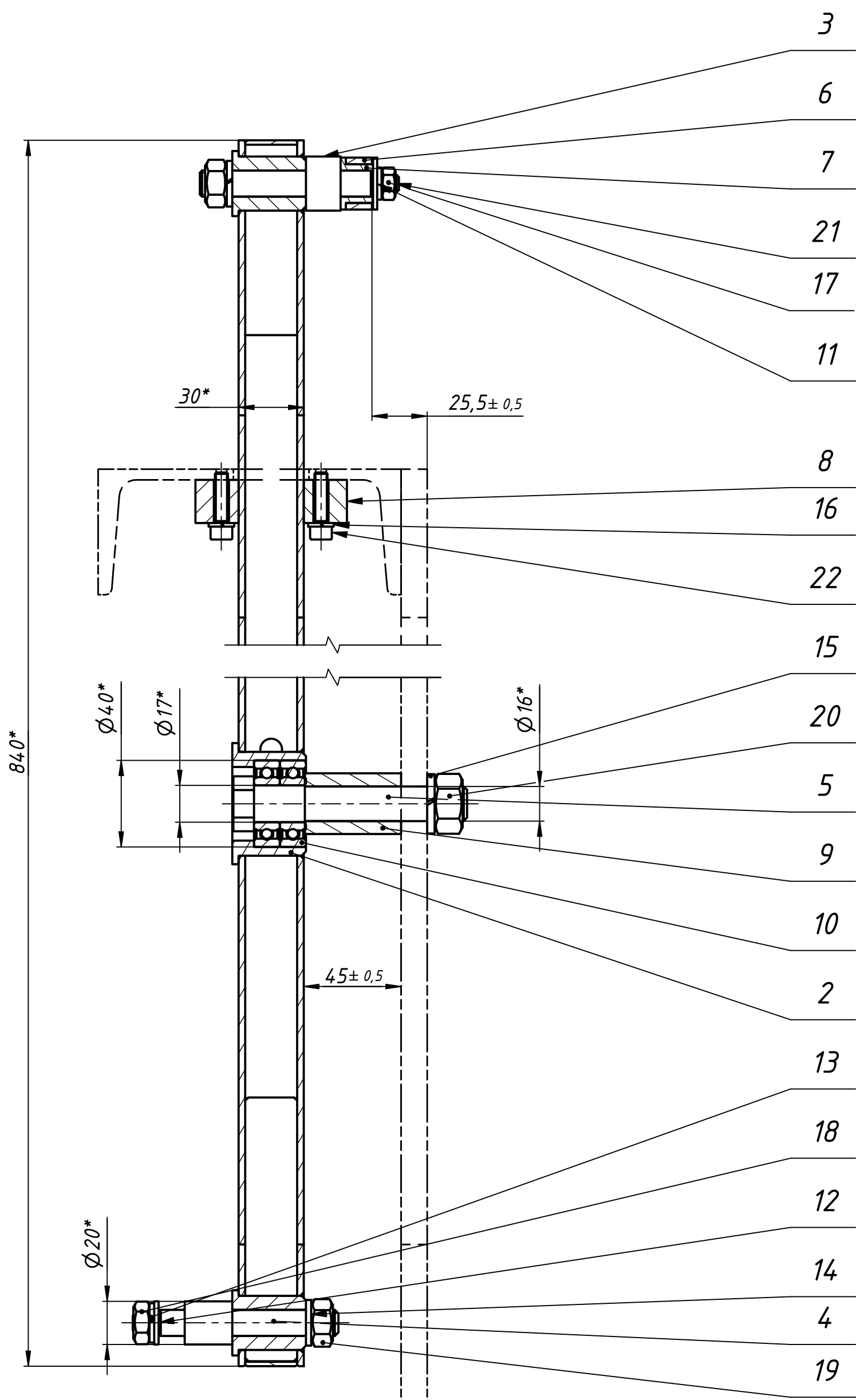
					MB-11мп.10.МРП.003.010			
					Кулачок	Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			1,8	1:1
Разраб.	Савичев							
Пров.	Новік							
Т. контр.					Сталь 40X, ШХ15	Лист	Листов	1
Нач.отд.						ММІ НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. контр.								
Утв.								

Копировал

Формат А4

B

A



- 1. *Розміри для довідок
- 2. Порожини підшипників змастити "Літол-24"
- 3. Перевірити механізм на відсутність заїдань у разі заїдань збільшити зазор між напрямними позиції 8

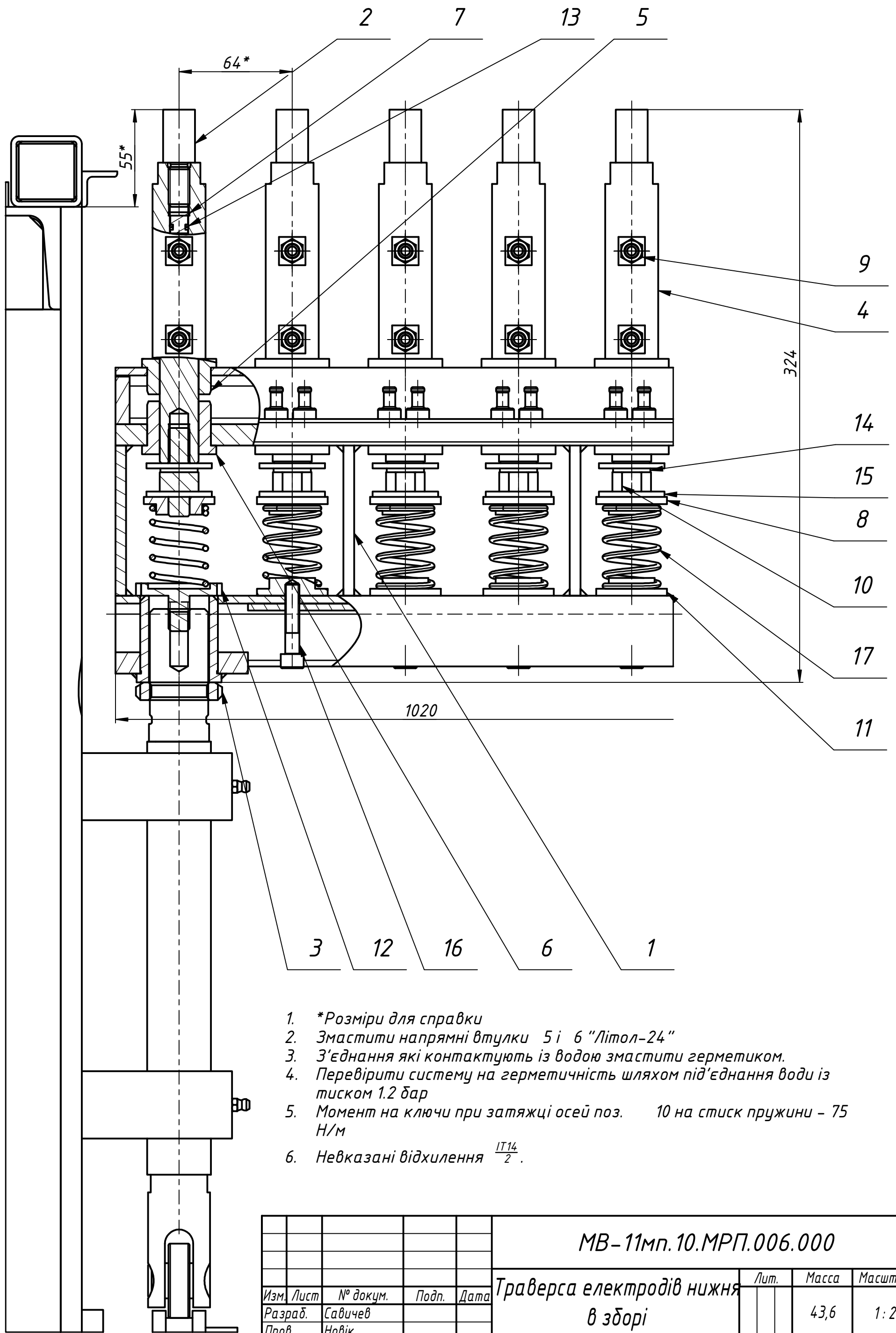
МВ-11мп.10.МРП.005.000					Лит.			Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Куліса в зборі			9,4	1:2
Разраб.	Савичев				Складальний кресленник			Лист	
Пров.	Новік							Листов	1
Т. контр.								ММІ НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського	
Нач.отд.									
Н. контр.									
Утв.									

B

A

B

A



1. *Розміри для справки
2. Змастити напрямні втулки 5 і 6 "Літол-24"
3. З'єднання які контактують із водою змастити герметиком.
4. Перевірити систему на герметичність шляхом під'єднання води із тиском 1.2 бар
5. Момент на ключі при затяжці осей поз. 10 на стиск пружини - 75 Н/м
6. Невказані відхилення $\frac{IT14}{2}$.

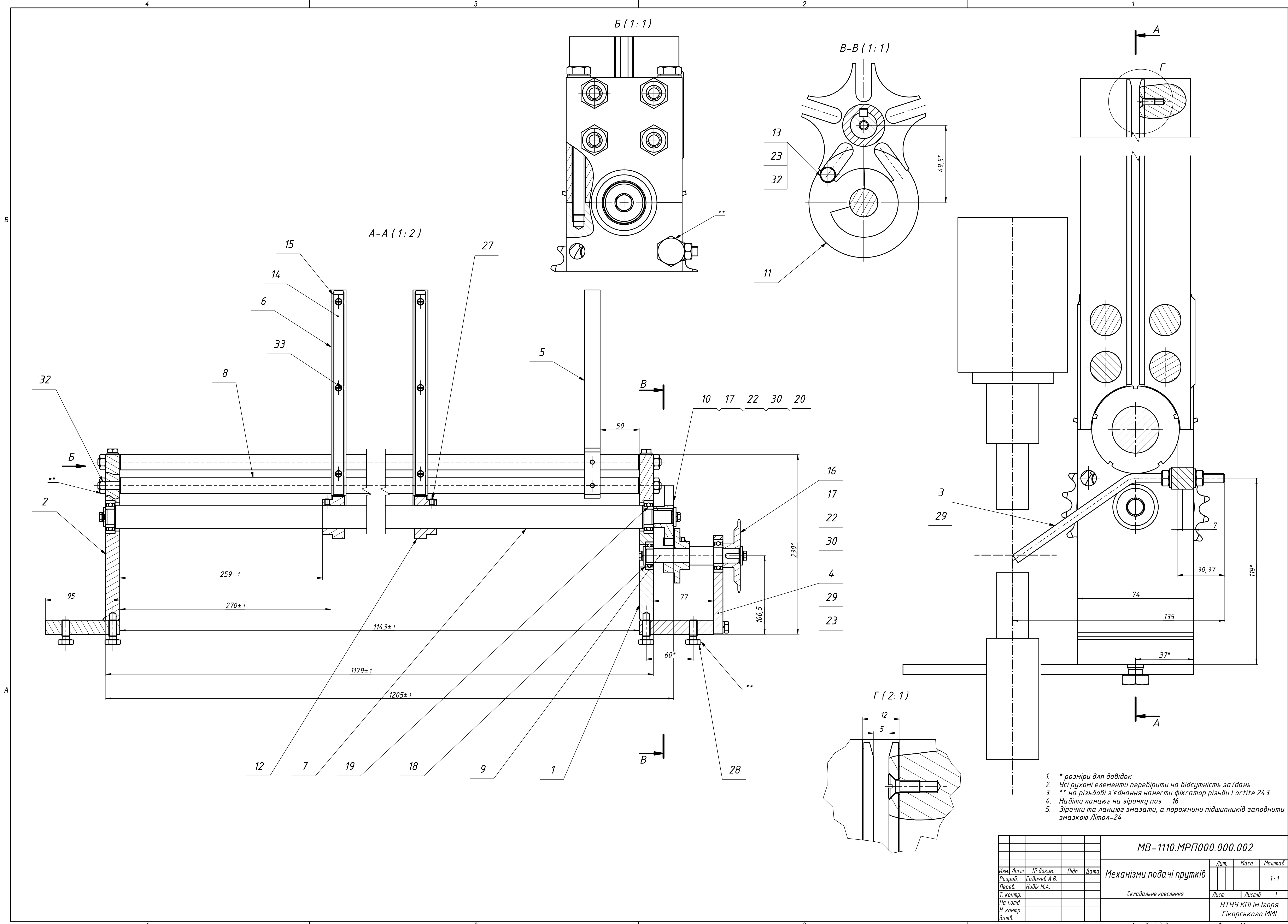
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Савичев			
Пров.	Новік			
Т. контр.				
Нач.отд.				
Н. контр.				
Утв.				

МВ-11мп.10.МРП.006.000

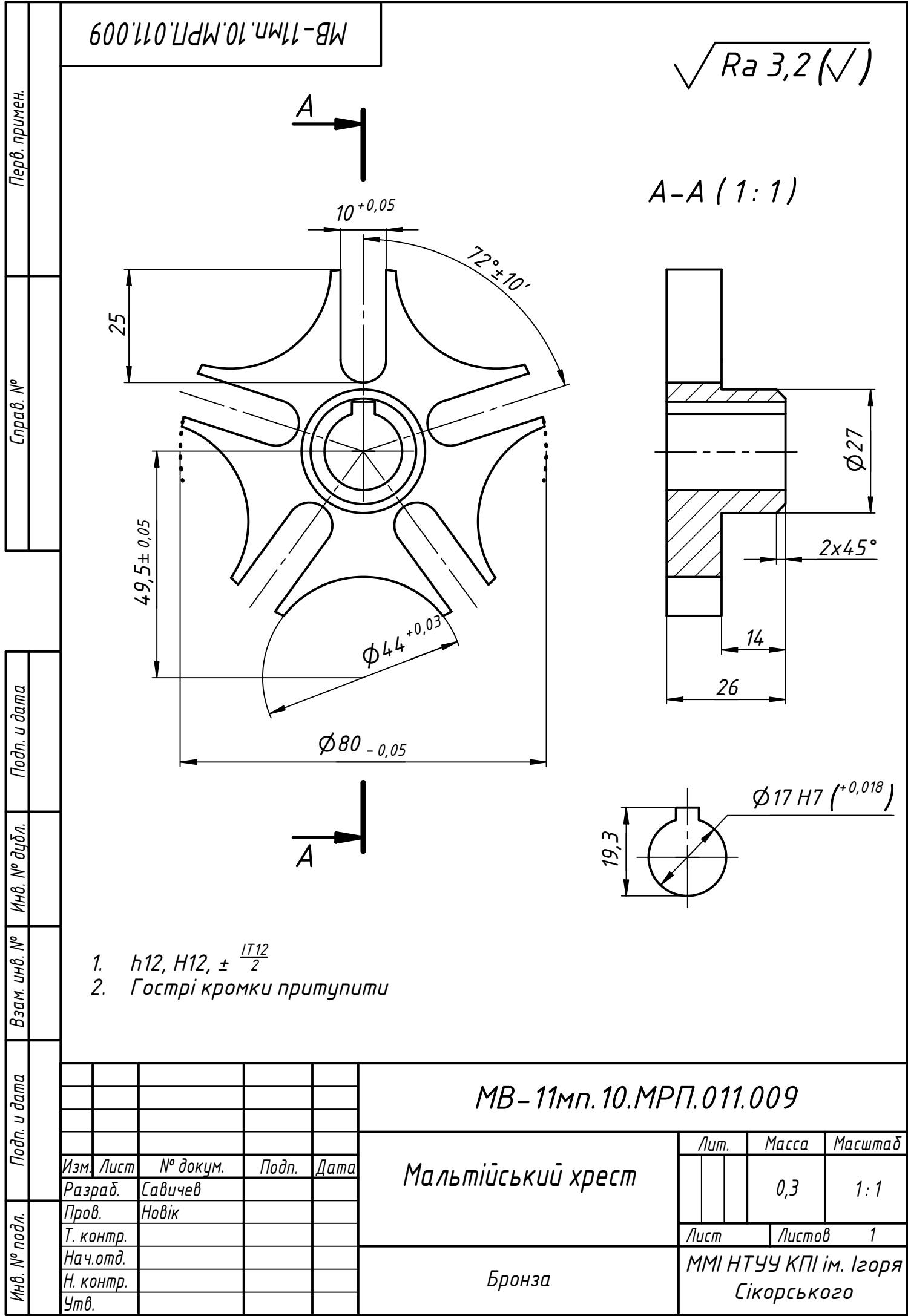
Траверса электродів нижня
в зборі

Складальний кресленник

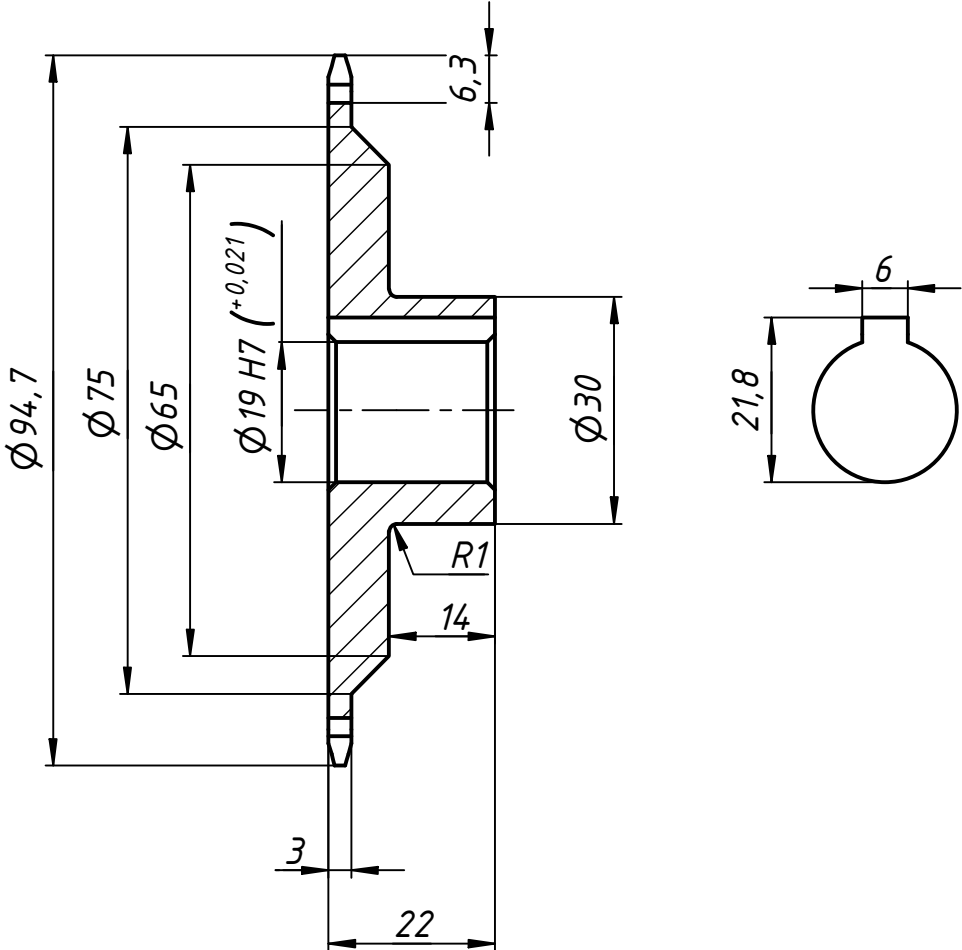
Лит.	Масса	Масштаб
	43,6	1:2
Лист	Листов	1
ММІ НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського		



					МВ-1110.МРП000.000.002		
					Механізми подачі прутків		
Взм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Маштаб
Розроб.	Савичев А.В.						1:1
Перев.	Новік М.А.						
Т. контр.					Лист	Листів	1
Нач. отд.					НТУУ КПІ ім Ігоря Сікорського ММІ		
Н. контр.					Формат А1		
Затв.					1 КопіяВав		



Справ. №	Перв. примен.	МВ-11мп.10.МРП.011.016	Число зубів	Z	22
			Крок	t	12,7
			Діаметр ролика	d1	7,75
			Профіль зуба по ГОСТ 591-69	-	без зміщення
			Діаметр кола впадин	Di	81,35
			Діаметр ділильного кола	dđ	89,24



Термообробка зубчастого вінця 40...45 HRC

Подп. и дата						МВ-11мп.10.МРП.011.016								
						Зірочка	Лит.			Масса		Масштаб		
										0,3		1:1		
Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Сталь 45	Лист			Листов 1			
		Разраб.	Савичев											
		Пров.	Новік											
		Т. контр.												
		Нач.отд.												
		Н. контр.									ММІ НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського			
		Утв.												