

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

**«Розробка установки для пресування ємностей з тонко-листового матеріалу»**

Виконав: студент 2 курсу за ОПП «Магістра»,  
групи 1ГМ-21м

спеціальності 133

Галузеве машинобудування

(шифр і назва напрямку підготовки)

Віталій МАКОВІЙЧУК

(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор

Леонід ПОЛІЩУК

(прізвище та ініціали)

Опонент: к.т.н., доцент

Олександр ГАЛУЩАК

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ГМ

д.т.н., професор Поліщук Л.К.

« » \_\_\_\_\_ 2022р.

Вінниця ВНТУ – 2022 року

# ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра галузевого машинобудування  
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)  
Галузь знань – 13 Механічна інженерія  
Спеціальність – 133 – Галузеве машинобудування  
Освітньо–професійна програма – Галузеве машинобудування

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри ГМ  
Леонід ПОЛІЩУК

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 року

## **ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Віталію МАКОВІЙЧУКУ

1. Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Розробка установки для пресування ємностей з тонко-листового матеріалу».  
Керівник магістерської кваліфікаційної роботи: д.т.н. проф. Поліщук Леонід Клавдійович, затверджені наказом вищого навчального закладу від “14” вересня 2022 року №23
2. Строк подання студентом магістерської кваліфікаційної роботи: 12.12. 2022р.
3. Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: 1) Продуктивність пресу, т/год – 5; 2) Швидкість транспортування, м/с – 0,5; 3) Тип сировини – металеві тонколистові відходи; 4) Режим роботи механізмів – середній; 5) Габарити, не більше, мм: – висота – 2200; довжина – 6500; ширина – 1500.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:  
1) вступ; 2) теоретичний аналіз проблематики перероблення твердих побутових відходів та шляхи вирішення; 3) висновки з аналізу та постановка задачі проектування; 4) розробити конструкцію установки для пресування твердих побутових відходів, зокрема і для пресування ємностей з тонколистового матеріалу; 5) проектні та перевірочні розрахунки елементів конструкції; 6) економічне оцінювання доцільності розробки; 7) аналіз умов праці та розробка заходів безпеки життєдіяльності, зокрема заходів віброзахисту під час роботи установки.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):  
1) Огляд установок для пресування твердих побутових відходів (пл. ф.А1); 2) Система автоматизації установки для пресування ємностей з тонко-листового матеріалу (ВЗ – 1 арк. ф.А1) 3) Складальне креслення установки для пресування ємностей з тонко-листового матеріалу (креслення ф.А1 – 1 арк) 4) Складальні креслення конвеєрів (креслення ф.А1 – 2 арк); 5) Складальне креслення приводу (пл. ф.А1 – 1 арк.); 6) Складальне креслення пресу (пл. ф.А1 – 1 арк.); 7) Складальне креслення натяжної станції (пл. ф.А1 – 1 арк.); 8) Робочі креслення (пл. ф.А3 – 2 арк., пл. ф.А2 – 1 арк.).

## 6. Консультанти розділів магістерської кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основний	к.т.н., доц. Леонід ПОЛЩУК		
Економічний	к. т. н., доц. Ольга РАТУШНЯК.		
Охорона праці	д. п. н., проф. Софія ДЕМБІЦЬКА		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	к. т. н., доц. Олександр ПОЛЩУК		

7. Дата видачі завдання 15.09.2022 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів МКР	Примітка
1	Вступ	01.10.2022р	
2	Теоретичний аналіз проблематики перероблення твердих побутових відходів та шляхи вирішення	15.10.2022р	
3	Розробка конструкції установки для пресування ємностей з тонко-листового матеріалу	2.11.2022р	
4	Технологічні розрахунки	9.11.2022р	
6	Конструкторські розрахунки	19.11.2022р	
7	Економічний аудит розробки	22.11.2022р	
8	Розрахунок кількості коштів на впровадження розробки, та строку їх окупності	24.11.2022р	
9	Аналіз умов праці при використанні установки для пресування ємностей з тонко-листового матеріалу	26.11.2022р	
10	Розробка заходів безпеки життєдіяльності та надзвичайних ситуаціях	28.11.2022р	
11	Підготовка графічної частини МКР	10.12.2022р	
12	Попередній захист на кафедрі	15.12.2022р	

Студент Віталій МАКОВІЙЧУК  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи Леонід ПОЛЩУК  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

УДК 656.073.235

Маковійчук В.В. Розробка установки для пресування ємностей з тонколистового матеріалу. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 133 – галузеве машинобудування, освітня програма – галузеве машинобудування. Вінниця: ВНТУ, 2022. 142 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 29 назв; рис.: 18; табл. 9.

В магістерській кваліфікаційній роботі розроблено установку для пресування ємностей з тонколистового матеріалу. Запропоновані покращення конструкції забезпечили підвищення техніко-економічних показників, зокрема покращена продуктивність та якість готового брикету

В конструкторській частині виконано ряд конструкторських розрахунків, які використанні під час побудови конструкції установки для пресування ємностей з тонколистового матеріалу. В роботі представлено складальні креслення і відповідні розрахунки.

Ключові слова: відходи, пресування, брикет, конструкція, розрахунки.

## ABSTRACT

Makoviichuk V.V. Development of an installation for pressing containers from tone-ring material. Master's qualification work in the specialty 133 - branch mechanical engineering, educational program - branch mechanical engineering. Vinnytsia: VNTU, 2022. 142 p.

In Ukrainian language. Bibliogr .: 29 titles; fig .: 18; table 9.

In the master's qualification work, an installation for pressing containers made of thin sheet material was developed. The proposed design improvements ensured an increase in technical and economic indicators, in particular, improved productivity and quality of the finished briquette

In the design part, a number of design calculations were performed, which were used during the construction of the installation for pressing containers from thin sheet material. The work presents assembly drawings and corresponding calculations.

Key words: waste, pressing, briquette, construction, calculations.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
1 АНАЛІЗ ПОТОЧНОГО СТАНУ ГАЛУЗІ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ ТА ЗА КОРДОНОМ.....	8
1.1 Тенденції в утворенні та переробці (утилізації) відходів.....	8
1.2 Класифікація відходів .....	14
1.3 Утилізація металевих відходів .....	18
Висновки .....	33
2 ОПИС УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРЕСУВАННЯ ЄМНОСТЕЙ З ТОНКО-ЛИСТОВОГО МАТЕРІАЛУ .....	35
2.1 Обґрунтування принципової схеми роботи для пресування ємностей з тонколистового матеріалу.....	35
2.2 Вибір засобів для автоматизації установки .....	36
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	45
3.1 Визначення розміру брикету.....	45
3.2 Розрахунок зусилля пресування необхідного для визначення потужності обладнання.....	46
3.3 Розрахунок і підбір гідроциліндра.....	46
3.4 Розрахунок конвеєра.....	57
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....	75
4.1 Проведення наукового аудиту науково-дослідної роботи .....	75
4.2 Оцінювання комерційного потенціалу розробки .....	77
4.3 Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи .....	84
4.4 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки...	92
4.5 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.....	93
4.6 Висновки до економічного розділу.....	96
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙШИХ СИТУАЦІЯХ	97
5.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта.....	97
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	99

5.3 Пожежна безпека.....	102
5.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	104
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	112
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	113
ДОДАТКИ	116
ДОДАТОК А – ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	117
ДОДАТОК Б – ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА.....	123
ДОДАТОК В – СПЕЦИФІКАЦІЇ.....	134

## ВСТУП

Щороку в Україні утворюється 11–13 млн тонн твердих побутових відходів (ТПВ). Річна кількість відходів на душу населення становить близько 300 кг, при цьому спостерігається суттєва різниця в показниках утворення відходів між міською та сільською місцевостями. Збільшення показників утворення відходів пов'язане з підвищенням рівня життя, враховуючи співвідношення між динамікою ВВП на душу населення та рівнями питомого утворення відходів.

За різними даними, рівень переробки ТПВ в Україні коливається від 3 до 8%, тоді як для країн Європейського Союзу він складає до 60% ТПВ<sup>1</sup>. При цьому більше 90% ТПВ спрямовується на полігони та несанкціоновані звалища. Згідно з офіційними розрахунками, 10 000 га землі зайнято близько 6 700 полігонами та звалищами, хоча неофіційні показники можуть бути навіть ще вищими. Донедавна економічна складова не була вирішальним чинником у визначенні державної стратегії поводження з відходами. Однак утрачена економічна вигода від відсутності сталого поводження з відходами є доволі суттєвою. За оцінками ПРООНЗ, у 2021 році потенційний прибуток від утилізації паперу становив 580 млн грн, металів – 625 млн грн, а пластику – 840 млн грн на рік. Загалом з урахуванням виробництва теплової та електричної енергії економічний ефект може сягати 1,3 млрд грн.

Починаючи з 2000-х років, керівництвом держави було ухвалено низку законодавчих і нормативно-правових актів, спрямованих на систематизацію політики в галузі поводження з відходами та досягнення двох цілей, які полягають у зменшенні негативного впливу на навколишнє середовище й підвищенні ефективності використання ресурсів та енергії.

Переробка ТПВ є важливою екологічною проблемою тому розробка нових установок для перероблення ТПВ є важливою науковою та інженерною задачею.



**Метою магістерської кваліфікаційної роботи** (далі МКР) – розробка установки для пресування ємностей з тонколистового матеріалу, з покращеними техніко-економічними показниками

Під час виконання МКР необхідно вирішити такі задачі:

- Виконати аналіз проблематики перероблення твердих побутових відходів та шляхи вирішення;
- Визначити найбільш раціональну схему переробки металевих відходів з покращеними техніко-економічними показниками;
- Розробити конструкцію установки для пресування твердих побутових відходів, зокрема і для пресування ємностей з тонколистового матеріалу;
- Виконати необхідні конструкторські розрахунки для підбору та виготовлення оригінальних деталей та складальних одиниць установки;
- Розрахувати економічну доцільність розробки установки для пресування ємностей з тонколистового матеріалу;
- Запропонувати заходи з безпечної експлуатації розробленої установки.

**Об'єкт дослідження** – процеси, що використовуються для визначення та аналізу найбільш раціональної конструкції установки для пресування ємностей з тонколистового матеріалу.

**Предмет дослідження** – установка для пресування ємностей з тонколистового матеріалу.

**Методи дослідження** – методи логічного моделювання раціоналізації конструкції.

**Новизна одержаних результатів.** В конструкції автоматизовано процес роботи, зокрема автоматизовані процеси завантаження та розвантаження пресової установки, що забезпечить максимальну продуктивність та якість вихідного продукту переробки – брикету.

**Практична цінність роботи** – розроблено нову конструкцію установки для пресування ємностей з тонколистового матеріалу з автоматизацією процесу оброблення.

# АНАЛІЗ ПОТОЧНОГО СТАНУ ГАЛУЗІ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ ТА ЗА КОРДОНОМ

## 1.1 Тенденції в утворенні та переробці (утилізації) відходів

За даними Державної служби статистики України [1], щороку в країні утворюється близько 500 млн тонн відходів, у тому числі відходи первинного виробництва (76%), відходи вторинного виробництва (близько 18%), відходи сільського господарства (близько 2%) та тверді побутові відходи (близько 2%). За оцінками Євростату [2], загальний обсяг відходів у 27 країнах — членах ЄС у 2012 році становив у середньому 4,9 тонни на душу населення, тоді як в Україні цей показник у 2013 році сягнув 9,9 тонни на душу населення. Водночас варто зазначити, що в Україні на частку відходів промисловості припадає до 94% загального обсягу відходів.

Згідно з даними Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України<sup>12</sup>, у 2013 році в країні було вироблено близько 59 млн куб. м або 13 млн тонн твердих побутових відходів (ТПВ). Таким чином, частка ТПВ у загальному обсязі відходів, що утворюються в Україні, може здатися незначною – 2–3%.

Проте, незважаючи на малу частку ТПВ у структурі відходів, ефективне функціонування цієї галузі має дуже велике значення, оскільки безпосередньо впливає на стан навколишнього середовища поблизу житлових районів. Окрім цього, перероблені відходи є додатковим джерелом сировини, матеріалів та енергії для національної економіки.

Попри зменшення кількості населення, обсяг ТПВ, що утворюється в країні, поступово збільшується. За даними Державної служби статистики України, у період з 2000 до 2010 року річний об'єм утворення ТПВ зріс на 70%. Разом з тим слід зазначити, що систему збору інформації щодо обсягів утворення ТПВ було впроваджено нещодавно. Через це деякі джерела зазначають, що їй досі властиві суттєві неточності.

У 2000 році в Україні в середньому вироблялося 180 кг ТПВ на душу населення, а у 2010-му цей показник збільшився до 270 кг. Як видно з рис. 1.1, питомі показники утворення відходів в Україні все ще суттєво нижчі за середньоєвропейські (503 кг на душу населення на рік у 2010-му). Вони також нижчі за показники нових країн – членів ЄС (420 кг на душу населення), що мають схожий рівень доходів населення.

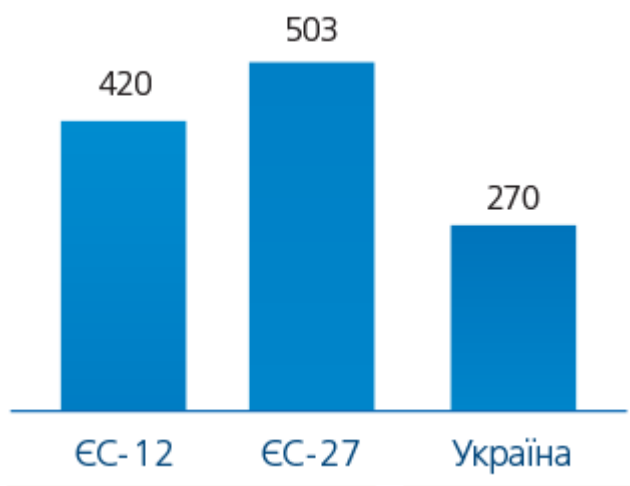


Рис. 1.1 – Порівняльні характеристики питомих показників утворення ТПВ, кг на душу населення станом на 2010 рік

Починаючи з 2000 року, структура споживання зазнавала змін, при цьому збільшувалася частка споживання високовідходних товарів та послуг. Спостерігається зростання частки споживання товарів нехарчової групи, що спричиняє збільшення обсягів відходів упаковки.

Структура ТПВ є вирішальним чинником для розвитку системи поводження з відходами.

Тобто якісний склад відходів визначає вимоги до систем їх збору та утилізації, а також заходи, які мають застосовуватися в межах поводження з ТПВ. Роль цього показника суттєво зростає при необхідності вибору моделей переробки ТПВ.

На жаль, до сьогодні в Україні не здійснювалися систематичні дослідження структури ТПВ.

Єдиними джерелами статистичних даних можуть слугувати невеликі дослідження, які проводилися операторами ТПВ та відповідними асоціаціями в той чи інший час у тих чи інших регіонах. Їх результати суттєво різняться між собою. Наприклад, згідно з дослідженнями, проведеними в межах національного проекту «Чисте місто» (рис. 1.2), найбільші частки у структурі ТПВ припадають на продукти харчування (більше ніж 30% загального обсягу) та відходи упаковки, в основному картон і папір. За даними Шостого національного повідомлення України з питань зміни клімату, до структури ТПВ входять харчові відходи – 35 – 50%, папір і картон – 10–15%, вторинні полімери – 9 – 13%, скло – 8 – 10%, метали – 2%, текстиль – 4 – 6%, будівельні відходи – 5%, деревина – 1% та інші відходи – 10% [3]. Розбіжності в даних, скоріше за все, пов’язані з обмеженим обсягом вибірки. Окрім того, можливо, що частину органічних відходів не було включено до оцінки.



Рис. 1.2 – Структура ТПВ в Україні, %

До категорії «Інші відходи» належать небезпечні відходи й великогабаритне сміття, електронні прилади, в яких закінчився строк експлуатації, та інші менш важливі види відходів.

Якщо порівнювати структуру утворення ТПВ в Україні та країнах ЄС (рис. 1.3), можна дійти висновку, що в Україні ця структура ближча до країн Східної Європи (Польща, Чеська Республіка, Словаччина, країни Балтії та інші). В Україні частка органічних відходів вища, ніж у країнах Європи, тоді як частки скла та пластика відносно невеликі.



Рис. 1.3 – Структура ТПВ у європейських країнах, %

В Україні переробляється лише 3,7% побутових відходів, насамперед ідеться про відходи упаковки (рис. 1.4) [4].



Рис. 1.4 – Структура переробки ТПВ в Україні у 2013 році, %

Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України були опубліковані дані щодо збору та утилізації різних фракцій ТПВ у 2011 році. Вважалося, що не вивезені на полігони та звалища відходи були утилізовані на сміттєспалювальних заводах або потрапили до центрів збору вторинної сировини.

Дані щодо перевезення первинних відходів не відображають фактичної ситуації з їх переробкою і, з великою вірогідністю, є завищеними: частина матеріалів може вивозитися на полігони. Окрім того, після переробки залишки матеріалів спрямовуються на ті самі полігони.

Проте ці дані є підтвердженням того, що ситуація у сфері роздільного збирання відходів та переробки цінних компонентів ТПВ в Україні поліпшується. Показники переробки за типами матеріалів: папір – 28%, пластик – 35%, метали – 1%, скло – 14%, текстиль – 18%.

Наразі в Україні працює лише одне з чотирьох сміттєспалювальних підприємств, побудованих ще за радянських часів, – Київський сміттєспалювальний завод, потужність якого становить 300 000 тонн на рік. Проте двадцятирічний строк експлуатації всіх цих підприємств уже сплинув. Окрім цього, функціонує дві мобільні сміттєспалювальні установки в Харкові та одна стаціонарна установка в Харківській області.

В окремих містах діє 21 лінія сортування відходів. Кількість великих та малих міст, у яких було запроваджено роздільне збирання відходів, суттєво збільшилася: з п'яти у 2004 році до 53 у 2010-му, 130 у 2011-му та 185 у 2012-му. У 2013 році роздільне збирання відходів було запроваджено у 503 містах, що відповідає лише 1,7% від загальної кількості населених пунктів у міській та сільській місцевостях. Система збору відходів охоплює в середньому 78% населення країни. Зношеність спеціалізованих автотранспортних засобів на 2013 рік становила 66% [5].

В Україні переробляється та спалюється лише 3,7% ТПВ: 1,2% спалюється і 2,5% переробляється [6]. У ЄС рівень переробки в середньому становить 60% (рис. 1.5).

За даними інвентаризації полігонів для зберігання ТПВ, станом на 2013 рік у країні функціонувало більше 6700 звалищ та полігонів, що займали площу понад 10 000 га. Більше 15% полігонів були перевантажені, 21% з них

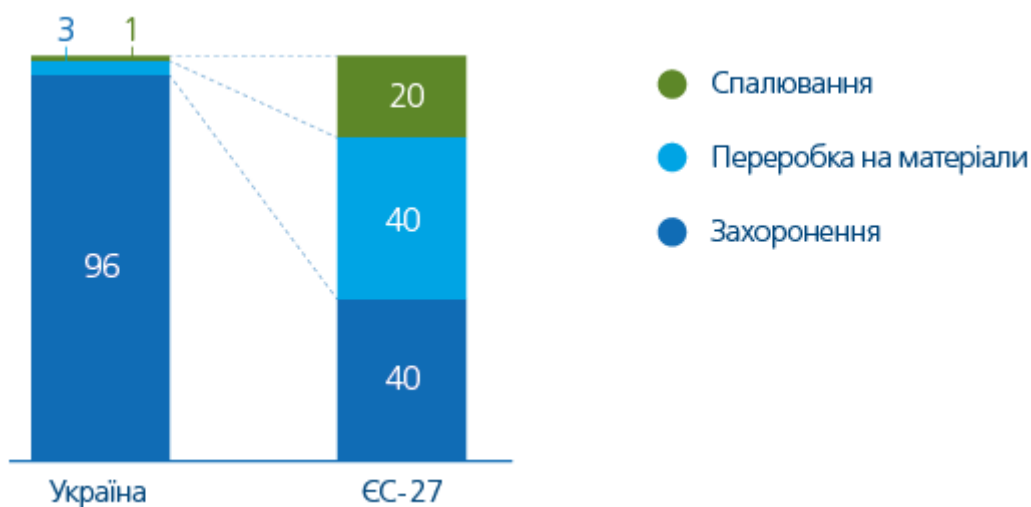


Рис. 1.5 – Порівняльні характеристики показників переробки ТПВ, %

не відповідали санітарним вимогам. Значна частка відходів вивозилася на незаконні звалища (30 000 полігонів загальною площею 2 000 га) [6].

Загалом поточну ситуацію в Україні можна охарактеризувати таким чином:

- підвищення питомих обсягів утворення ТПВ (на 70% за період 2000 – 2010 років) попри зменшення кількості населення;
- підвищення частки фракцій, що переробляються, у структурі ТПВ та, відповідно, розбудова потужностей у сфері переробки відходів;
- низьке охоплення населення в сільській місцевості послугами зі збирання відходів;
- низький рівень переробки відходів (менше 8%) попри швидке зростання кількості міст, в яких реалізується їх роздільне збирання;
- збільшення обсягу вивозу ТПВ на полігони та несанкціоновані звалища.

Накопичення відходів на полігонах та звалищах підвищує забруднення атмосфери, ґрунту, підземних вод та поверхневих водоймищ, порушує функ-



ціонування екосистем, завдає шкоди сільському господарству та будівництву (оскільки супроводжується виводом земельних ділянок з господарського обігу). Окрім того, викиди звалищного газу спричиняють негативний вплив на зміну клімату.

Наявна структура галузі поводження з відходами не дозволяє реалізувати економічний потенціал вторинного використання ресурсів та зменшити навантаження на навколишнє середовище. Більшість діючих полігонів морально та фізично застаріли і в майбутньому не зможуть приймати зростаючий обсяг відходів.

Подальша експлуатація інфраструктури захоронення ТПВ зрештою спричинить серйозні екологічні наслідки, небезпечні для здоров'я нації.

## **1.2 Класифікація відходів**

Відходи класифікують за [7]:

- за агрегатним станом;
- за походженням;
- за ступенем небезпеки;
- за споживчими властивостями.

За агрегатним станом відходи поділяються на тверді, рідкі, пастоподібні (шлами) та газоподібні. На відміну від твердих відходів, місця складування яких займають великі території, газоподібні і рідкі відходи відносно швидко розподіляються у природному середовищі. Значна частина прикладів поводження з відходами стосується твердих відходів, що становить основну частину відходів, що створюються побутовою, промисловою та комерційною діяльністю.

За походженням відходи поділяються на наступні категорії: Промислові відходи - відходи, які утворюються в результаті виробничих робіт і технологічних процесів. До них відносяться залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, що утворилися при виробництві продукції або виконанні робіт і втратили цілком або частково вихідні споживчі властивості (рис. 1.6). Про-

мислові відходи утворюються внаслідок виробничої діяльності людини у різних галузях промисловості, наприклад, при виконанні гірничих робіт, у металургійному та хімічному виробництві, видобуванні нафти, в ядерній енергетиці, а також при виробництві гуми, пластмас, паперу тощо.



Рис. 1.6 – Види промислових відходів

Ряд промислових відходів можна негайно повертати в початок виробничого процесу, щоб вони не стали предметом зовнішньої утилізації.

Наприклад, паперові комбінати повертають будь-які пошкоджені рулони на початкові ділянки виробничої лінії. Такі ж підходи застосовують у виробництві пластмасових виробів, а також у металургійному виробництві. Застосування ефективного моніторингу виробничого процесу дозволяє знизити рівень виробничого браку і технологічних відходів, що забезпечує зниження до мінімуму рівня утворення промислових відходів.

Багаторічна енергетично-сировинна спеціалізація та низький технологічний рівень промисловості України поставили її в ряд країн зі значним об-

сягом утворення і накопичення промислових відходів. Щороку в поверхневих сховищах складається понад 1,5 млрд. тонн твердих відходів. На території України знаходиться 2754 полігони для зберігання промислових відходів загальною площею близько 130 тис. га. На цих об'єктах зберігається близько 23...25 млрд. т промислових відходів, із них близько 2% належать до категорії високотоксичних. Більшість з цих полігонів з різних причин не відповідає санітарно-гігієнічним вимогам (ненадійна гідроізоляція, не дотримуються норми санітарно-захисних зон, відсутні належні шляхи під'їзду).

Утилізація промислових відходів здійснюється з дотриманням таких вимог:

– на кожен об'єкт (місце) утилізації промислових відходів складають реєстраційну картку встановленої форми. – виробництво продукції з відходів або з їх використанням дозволяється за наявності відповідної погодженої нормативно-технічної і технологічної документації; – відходи повинні мати токсиколого-гігієнічний паспорт, а кінцеві продукти, виготовлені з їх використанням, висновок санітарно-гігієнічної експертизи; – забороняється передавати небезпечні відходи підприємствам, установам і організаціям, якщо вони не забезпечують утилізацію цих відходів екологічно безпечним способом; – використання промислових відходів у сільському господарстві дозволяється лише після всебічного вивчення їх вливу на санітарний стан ґрунту і оточуючого середовища, а також проведення біологічної оцінки якості сільськогосподарської продукції; – використання промислових відходів у будівельній індустрії дозволяється за наявності висновку санітарно-гігієнічної експертизи про відсутність токсичних та радіоактивних інгредієнтів відходів, які потенційно можуть нанести шкоду здоров'ю населення.

Будівельні відходи – відходи, що утворюються в процесі будівництва споруд, комунікацій, виробництва будівельних матеріалів. Найчастіше будівельні відходи включають забруднений щебінь, биту цеглу та бетонні вироби, арматуру, деревне сміття тощо.

Сільськогосподарські відходи – відходи, що утворюються в процесі сільськогосподарського виробництва тваринної та рослинної продукції.

Відходи споживання – вироби і машини, що втратили свої споживчі властивості в результаті фізичного або морального зносу. До поширених відходів споживання відносяться фізично і морально зношені холодильники, пральні машини, газові та електричні плити, автомобільний та електронний лом, меблі, автопокришки, ртутні лампи тощо.

Побутові (комунальні) відходи - тверді та рідкі відходи, що утворюються в результаті життєдіяльності людей і амортизації предметів побуту. Побутові відходи утворюються в установах, житлових комплексах, приватному секторі, муніципальних установах тощо. До них відносять картон, папір, дерев'яну, скляну та металеву тару, вироби з дерева, металу, шкіри, скла, пластмаси, текстилю та інших матеріалів, що вийшли з ужитку або втратили споживчі властивості; зламані або застарілі побутові прилади, а також харчові відходи. Хімічний склад різних компонентів побутових відходів є дуже різноманітним. Цей клас відходів містить значну кількість небезпечних відходів (ртуть, фосфорокарбонати, токсичні хімікати тощо), які негативно впливають на здоров'я населення і забруднюють навколишнє середовище.

За складом побутових відходів можна робити висновки, до якого економічного типу відноситься відповідна країна. В державах, що розвиваються, їх склад відрізняється переважанням харчових відходів, у розвинених країнах - паперу та металу.

Виробництво пакувальних матеріалів, які складають левову частку у складі побутових відходів, у розвинених країнах вийшло на рівень провідної галузі економіки. В Україні майже половину маси пакувальних відходів (48%) складає папір і картон (коробки, пакети, мішки), 13% – скло, 8% чорні і кольорові метали (в основному консервні банки), 5% – деревина, 24% – полімерні синтетичні матеріали та комбінована тара.

Утилізації пакувальних відходів є ускладненою, оскільки процеси пакування продукції і переробки використаних пакувальних матеріалів перес-

лідують зовсім протилежні цілі. Виробники і споживачі товарів бажають, щоб упаковка була міцною, довговічною, не горючою та водостійкою. В той же час екологічні вимоги до пакувальних матеріалів мають протилежний характер: вони повинні легко подрібнюватися, ущільнюватися, хімічно розкладатися, згорати. Тому розробники упаковки намагаються знайти компроміс щодо поєднання виробництва пакувальних матеріалів з високими споживчими властивостями і їх придатністю для ефективної утилізаційної переробки.

Радіоактивні відходи – радіоактивні речовини і матеріали, які утворюються при роботі ядерних реакторів, при виробництві і застосуванні радіоактивних ізотопів.

Відходи лікувально-профілактичних установ - матеріали, речовини, вироби, що втратили частково або повністю свої первісні споживчі властивості в ході здійснення медичних маніпуляцій, що проводяться при лікуванні або обстеженні людей в медичних установах.

За ступенем небезпеки для навколишнього середовища промислові відходи поділяють на 4 класи, в залежності від чого встановлюються вимоги до їх утилізації і захоронення. Термін «небезпечні відходи» визначено ст. 1 Закону України «Про відходи»: «небезпечні відходи — відходи, що мають такі фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, які створюють або можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища і здоров'я людини та які потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними» [7].

### **1.3 Утилізація металевих відходів**

Незважаючи на стрімке розширення використання полімерних матеріалів, кераміки та композиційних матеріалів метали продовжують залишатися

найважливішими стратегічними конструкційними матеріалами. Вони є основою всіх знарядь праці - машин, інструментів, приладів тощо. В процесі експлуатації металеві вироби приходять в непридатність, не можуть в подальшому використовуватися за прямим призначенням і здаються на утилізацію для використання у якості вторинної металургійної сировини.

Металобрухт є важливою стратегічною та енергозберігаючою сировиною для металургійного виробництва. Він використовується переважно як складова частина шихти для сталеплавильного виробництва та ливарних цехів. Рециклінг 1 т підготовленого брухту чорних металів дозволяє економити понад 1,8 т залізної руди, агломерату та обкотишів, 0,5 т коксу, 45 кг флюсів і близько 100 м<sup>3</sup> природного газу. У результаті використання металевого брухту 1 т сталі здешевлюється до 20 разів у порівнянні зі сталлю, отриманою з руди. Серед усієї множини видів відходів металобрухт є сировиною, яка повністю відновлюється в процесі металургійної переробки.

З метою захисту інтересів підприємств вітчизняної металургійної галузі та забезпечення екологічної безпеки докільця при утворенні, збиранні та використанні металобрухту, відносини, що виникають у процесі здійснення операцій з металобрухтом, регулюються Законом України «Про металобрухт» від 05.05.1999 № 619.

У загальному вигляді металобрухт – це різні вироби, устаткування, машини, будівлі і споруди або їх металеві частини, непридатні для подальшої експлуатації.

Промисловий металобрухт складається зі скрапу (зашлакованих відходів чорних металів), та відходів, що утворюються при металообробці. Основна частина металевих відходів у машинобудуванні утворюється в чавуноливарних, сталеплавильних, ковальсько-пресових, механічних, термічних, інструментальних цехах, у вигляді залишків металів, дрібних відходів виробництва (шайби, гайки, болти), кускових відходів труб і рейок, стружки, сталевих дроту і канатів, залишків відпрацьованого інструменту, бракованих виробів тощо.

Військовий металобрухт включає предмети військової техніки, військово-технічного майна і утилізовані боєприпаси. Судновий металобрухт складається з утилізованих елементів плавучих засобів і їх устаткування. Побутовий металобрухт це переважно предмети і деталі побутової техніки, які втратили свої споживчі властивості.

Металобрухт чорних металів згідно ДСТУ 4121 – 2002 «Метали чорні вторинні. Загальні технічні умови» поділяють на:

- шихтовий, який є придатним для використання у якості сировини для виплавлення чавуну і сталі;
- для перероблення, який перед використанням у якості шихтового матеріалу потребує додаткової обробки (сортування, подрібнювання, пакування тощо). У своєму складі він містить сталевий вуглецевий та легований металобрухт, а також металобрухт вуглецевих та легованих чавунів.

За характеристиками і показниками якості металобрухт чорних металів поділяють на види і підвиди. Кожний окремий вид металобрухту характеризується за способом його утворення, фізичними властивостями, розмірами та масою окремих кусків, ступенем засміченості, хімічним складом (низьковуглецева, високовуглецева сталь тощо). Так, у шихтовому металобрухті засміченість нешкідливими домішками за масою повинна перевищувати 2,0%, розмір кусків не більше 1200x500x500 мм, товщина металу не менше 6,0 мм.

Відповідно до ДСТУ 3211:2009 «Брухт і відходи кольорових металів і сплавів» брухт і відходи класифікують за назвою відповідних металів і сплавів.

За характеристиками та показниками якості вони поділяються за видами. Вид брухту й відходів характеризують за характером його утворення, фізичним станом (кускові відходи, стружка тощо), габаритними розмірами, розміром і масою окремих кусків, за хімічним складом, засміченістю.

Металобрухт, що надходить на металургійні підприємства для переробки або використання у якості складових металевої шихти, згідно з чинними нормативними документами повинен обов'язково проходити радіаційний ко-

нтроль. Потужність дози іонізованого випромінювання та щільність потоку  $\beta$  – частинок на поверхні металобрухту повинні відповідати чинним нормативним документам.

Підприємства і організації, що заготовлюють, здають, переробляють та переплавляють металобрухт, а також відвантажують або здійснюють його перевантаження у портах та інших пунктах, повинні перевіряти металобрухт щодо вибухобезпечності. Посудини усіх типів і розмірів (балони, бочки, амортизатори тощо), а також усі порожнисті предмети (циліндри двигунів тощо) повинні бути спорожнені від тих речовин, що у них містилися, від крижаних пробок та вологи і мати доступ для огляду внутрішньої поверхні.

Горловини балонів повинні бути відкритими, а на їхньому корпусі повинен бути прорізаний другий отвір; днища бочок та інших посудин повинні бути розкриті. Металобрухт, що надходить з хімічних виробництв, повинен бути очищений від хімічних речовин.

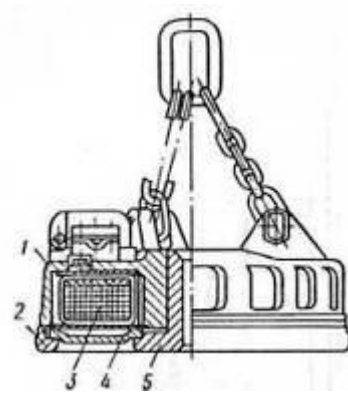
**Способи переробки металобрухту.** Для підйому та перевантаження шматків металобрухту з феромагнітних металів застосовують вантажопідйомні електромагнітні шайби, які працюють у періодичному режимі. Конструкція вантажопідйомних електромагнітів має високу міцність, яка дозволяє їм працювати у важких умовах і витримувати удари при падінні на вантаж. Електромагнітна шайба складається зі сталюого сердечника та обмотки з мідного дроту (рис. 1.7).

Корпус електромагніту забезпечує надійну герметичність обмотки і запобігає потраплянню вологи. Знизу котушка захищена немагнітної пластиною.





а)



б)

а) використання для перевантаження металевого брухту;

б) конструкція: 1 – корпус; 2 – зовнішній полюс, 3 – котушка, 4 – немагнітна шайба; 5 – внутрішній полюс

Рис. 1.7 – Електромагнітна шайба моделі М22 (потужність електромагніту - 4,4 кВт, вантажопідйомність – 8000 кг)

Електромагнітну шайбу за допомогою підйомного крана опускають на металобрухт. При подачі електричного струму електромагнітна шайба утворює сильне магнітне поле, яке здатне утримувати матеріали з феромагнітними властивостями та переміщувати їх на потрібне місце. Електричний струм до котушки електромагніта підводиться гнучким кабелем, струмопідвід до котушки вантажопідйомного електромагніту здійснюється гнучким кабелем, який автоматично намотується на кабельний барабан при підйомі і змотується з нього під час спуску. При відключенні подачі електричного струму на обмотку електромагніта вантаж звільняється.

Одним із шляхів підвищення цінності брухту є його спеціальна підготовка. Переробка металобрухту проводиться для перетворення його, відповідно до вимог стандартів, в шматки певних розмірів і форми, з відділенням неметалевих домішок. У стан придатності для переплавки металобрухт приводиться подрібненням великих металевих предметів на більш дрібні частини або окусковування (укрупнення) тонкостінного та легковагового брухту.

Основними способами переробки металобрухту є: 1) сортування; 2) вогнева різка; 3) різка ножицями; 4) пакетування; 5) дроблення; 6) брикетування; 7) переплав в шихтові злитки; 8) подрібнення на копрах, пресах або вибухом.

Вогневе різання металобрухту є одним з найпростіших і поширених способів його переробки. Вона полягає в поділі металобрухту на шматки певної довжини і ширини за допомогою киснево-газових і киснево-газових пальників (рис. 1.8). Вогневе різання широко застосовують для розділення великогабаритного брухту: автомобілів, суден, вагонів, контейнерів, рейок тощо. Процес вогневого різання складається з трьох стадій: підігріву металу високотемпературним полум'ям до температури загорання, окислення (згорання) металу в кисневому струмені і видування кисневим струменем рідких продуктів із зони різання. Для розігріву металу газове чи гасове полум'я направляють на поверхню металу, а після розігріву його поверхні до температури вище  $1150^{\circ}\text{C}$  через мундштук пальника подають лише кисень, в результаті чого метал починає інтенсивно окислюватися та саморозігріватися.

Метал в зоні різання розігрівуються до температури займання в атмосфері кисню, продукти хімічної реакції окислення розплавляються та видувуються газовим потоком.

Найбільшого поширення вогневе різання отримало для розділення сталюого брухту з товщиною до 500 мм. При великих товщинах металу витрати кисню становиться значно зростають, так як він необхідний не тільки для окислення металу, але і для видування продуктів горіння і розплавленого металу по перетину шматка металобрухту.



Рис. 1.8 – Різання металу киснево-газовим пальником

Вогневе різання є неприйнятним для розділення брухту з високолегованих сталей, оскільки присутні в їх складі легуючі елементи в результаті окислення утворюють тугоплавкі оксиди, які не піддаються плавленню при досягаємих температурах до 1600 °С. Для розділення крупного металевого брухту з легованих сталей доцільно застосовувати плазмове різання, яке дозволяє подрібнювати заготовки з товщиною стінок до 150 мм.

Плазмове різання – вид обробки матеріалів, при якому в якості ріжучого інструменту використовується струмінь плазми з температурою від 5000...60000С і швидкістю від 500 до 1500 м/с. Метод плазменного різання універсальний, він підходить для розрізання сталі, чавуну, алюмінію, міді, титану та інших видів металу. Розділення металобрухту можна виконувати, попередньо не очищаючи деталь від іржі, фарби або забруднень.

Різання кольорового металобрухту вогневими методами супроводжується значними втратами металу, має низьку продуктивність і відноситься до робіт підвищеної небезпеки. Вона застосовується і основному для розділення великогабаритних відходів (літаковий брухт, гребні гвинти тощо) при таких обсягах переробки, коли застосування інших методів економічно недоцільно.

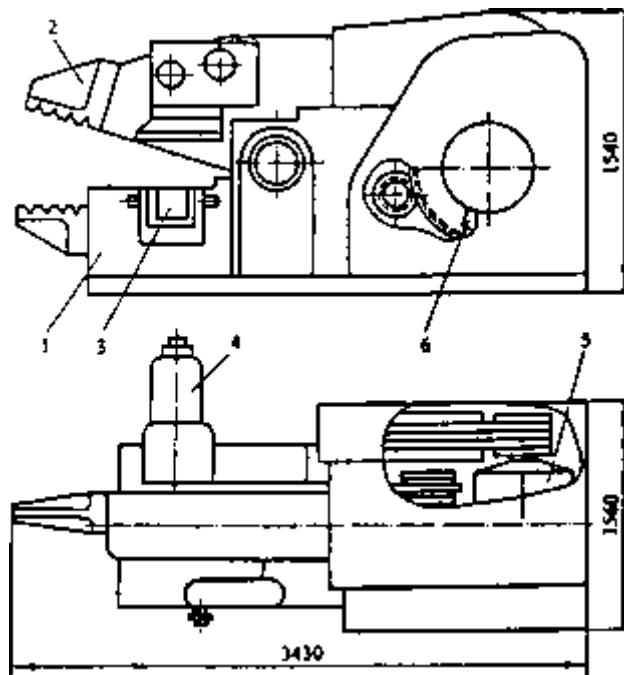
Значно прискорити процеси розділення металевого брухту дозволяє застосування механічних способів різання. Оброблення металобрухту ножицями є найбільш продуктивним і дешевим способом його переробки.

Використання ножиць для розділювання брухту з сортового прокату і труб підвищує продуктивність праці одного робітника з 6 до 20 тонн за зміну. Для різання сталевого брухту, листових і довгомірних конструкцій з метою зменшення його габаритів переважно застосовують алігаторні і гідравлічні ножиці.

Алігаторні (важільні) ножиці включають: привід, рухому і нерухому щелепу (на щелепах кріпляться ножі), кривошипно – шатунний механізм, притискний пристрій, запобіжний пристрій. Кривошипно-шатунний механізм перетворює обертальний рух колінчатого вала в рух, що переміщує рухомі щелепи (рис. 1.9). На машинобудівних та металургійних заводах, а також на майданчиках заготівлі металобрухту використовуються алігаторні ножиці з зусиллям різання від 3,15 до 10 мН. Розкриття леза ножиць становить до 800 мм. Різка металобрухту на алігаторних ножицях проводиться поштучно, а тому їх застосування є малопродуктивним.

Ефективним способом є переробка металевого брухту на прес-ножицях з попереднім підпресуванням у приймальній камері. Прес - ножиці являють собою пресовий агрегат, що складається з станини, приводу, завантажувального і подаючого пристроїв, механізмів притиску і різання.

Гідравлічні прес-ножиці можуть працювати як в режимі пресування, так і в режимі різання. Принцип роботи ножиць полягає в наступному. При пакетування лом за допомогою механізму подачі подається в завантажувальну камеру, де пакет формується по ширині. Потім металобрухт пресується по вертикалі, Після формування пакет за допомогою механізму остаточного пресування виштовхується з камери штемпелем. При цьому досягається продуктивність від 8 до 50 т/год в залежності від моделі обладнання.



1 – станина, 2 – щелепа, 3 – ролик, 4 – опора, 5 – привід;  
6 – запобіжний пристрій

Рис. 1.9 – Алігаторні (важільні) ножиці

При деформації металобрухту в приймальній камері прес-ножиць відбувається осипання сміття, іржі, різних покриттів поверхні (до 5% ваги), яке при подальшому проходженні через вібростіл відділяється від готової продукції.

При роботі прес-ножиць в режимі різання поперечна стінка камери, що є ножовою балкою, піднімається, і металобрухт за допомогою механізму подачі переміщається під ніж. Різка здійснюється механізмом різання, що працює від гідроприводу. Перед початком різання металевий брухт ущільнюється за допомогою механізму попереднього притиснення, який утримує лом під час різання. Після завершення різання нарізаний металобрухт падає в приймальний бункер, звідки забирається краном.

Пакетування металобрухту широко використовують для ущільнення легковагового тонколистового брухту, обрізків листів, дроту, тросів та перетворення його в пакети. Пакетований металобрухт характеризується зниженими втратами металу на вигорання у процесі послідуочого металургійного

переплавлення. Пресування у пакети дозволяє значно зменшити габарити переданих в металобрухт великогабаритних конструкцій з металу - кузовів автомобілів, металевих частини великої побутової техніки тощо. Прес дозволяє надати лому не тільки мінімальний обсяг, але і найбільш оптимальну форму для складування і подальшого транспортування (рис. 10, *a*). Також, пакетований металобрухт при зберіганні під відкритим небом в меншій мірі піддається корозії. Пакетований металобрухт значно простіше транспортувати, особливо коли мова йде про великі партії сировини. Це відкриває можливості для зниження транспортних витрат і підвищує рентабельність бізнесу.



*a)*



*б)*

Рис. 1.10 – Пакети листового металобрухту (*a*) і брикети з пресованої стружки (*б*)

Процес пресування у пакети дрібного та тонколистового металобрухту здійснюється в гідравлічних і електромеханічних пакетувальних пресах.

Пресування на такому обладнанні послідовно здійснюється в трьох площинах.

Так, металобрухт завантажується у прес-камеру преса, де відбувається пресування у вертикальному напрямку. При цьому формується висота пакета.

Потім проводиться поперечне пресування, в результаті якого формується ширина пакета. На заключній стадії механізм поздовжнього пресу-

вання формує довжину пакета. Після закінчення процесу пакет виштовхується через вікно видачі пакетів з камери пресування.

Додатковим чинником, що підвищує ефективність виробничого процесу в металургії, є брикетування металевої стружки. При цьому стружка спресовується під високим тиском у циліндричні брикети і у такому вигляді зберігається, транспортується і завантажується у металургійні печі.

Брикетуванню піддається суха і неокиснена стружка одного виду, що не містить сторонніх домішок. Пресування завитої стружки доцільно проводити відпаливши її, оскільки при цьому відпадає необхідність виконання таких підготовчих операцій, як дроблення, знежирення, відбірання обтиральних матеріалів тощо.

Преси для брикетування працюють наступним чином. В процесі роботи віброживильник рівномірно подає подрібнену стружку з бункера в контейнер брикетувального преса, де порції стружки попередньо ущільнюються (рис. 1.11).

Після наповнення контейнера гідравлічний прес тисне на пресштемпель, який ущільнює стружку у брикет з зусиллям  $1000-2300 \text{ кг/см}^2$ . Утворений брикет по лотку видаляється за межі преса і цикл повторюється.



Рис. 1.11 – Прес для брикетування стружки

Брикетування зменшує об'єм, який займає стружка, у 10 – 15 разів. Брикети отримані в ході переробки сталевих стружок на пресі для брикетування мають високу щільність (не менше  $4500 \text{ кг/м}^3$ ), що сприяє зменшенню втрат металу при металургійному переплавленні. В брикетах з металевих стружок міститься значно менша кількість залишків мастильно-охолоджуючих рідин і масла, у порівнянні з вихідною сировиною.

Для переробки великогабаритного масивного сталевих або чавунних ломів з товщиною стінки до 200-600 мм застосовується копрове дроблення.

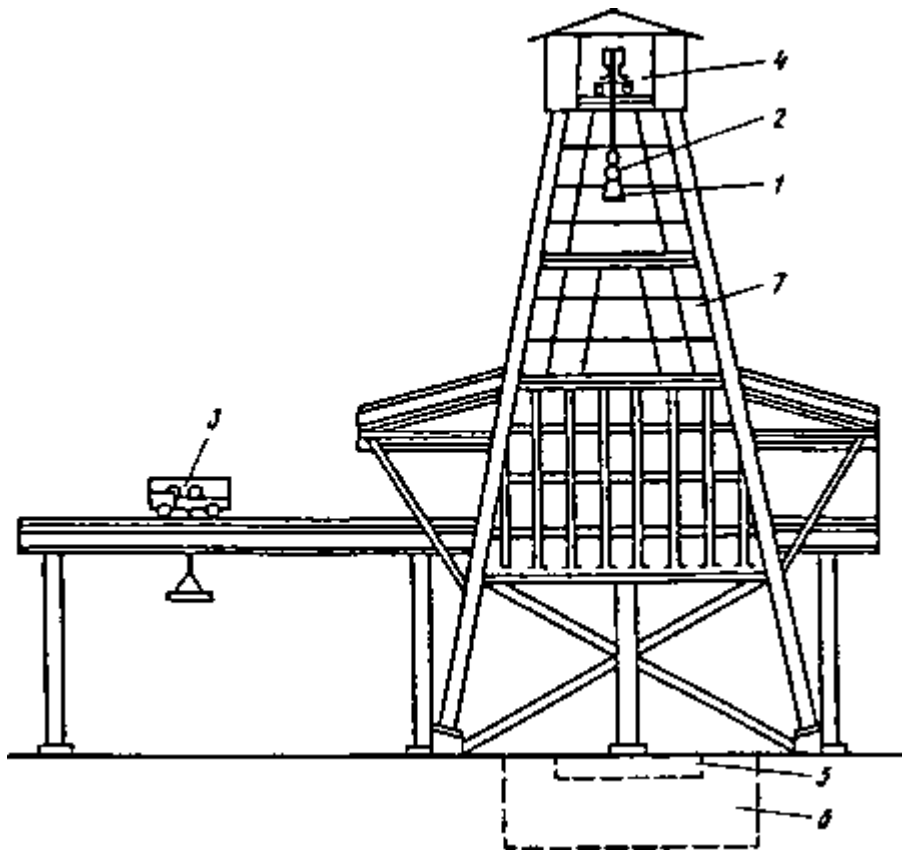
Зазвичай за допомогою копра розбивають блоки циліндрів, виливниці, валки прокатних станів тощо. Пристрій для розбивання брухту за рахунок енергії падаючого вантажу називається копром. При цьому дроблення металевих брухтів відбувається під дією падаючого вантажу спеціальної форми - сталевих копрових баб. Оптимальною є копова баба грушеподібної форми з плоским дном. Енергія удару на копровій установці, яка витрачається на дроблення, залежить від маси і форми копрових баб, а також висоти її падіння. Копри розрізняються за вагою копрових баб (5...15 т.). Висота підйому копрових баб складає 18...35 м (рис. 1.12). Робота на копрі вимагає великої уваги і ретельного виконання правил ведення робіт. Копер повинен мати низку міцне огороження, що попереджує розлітання осколків.

Для встановлення на шаботі копра під розбивку габаритних шматків брухту застосовуються мостові крани. Підготовку копра до роботи проводять у наступній послідовності:

- бабу копра прикріплюють до канату захватним пристосуванням;
- обслуговуючих копер працівників з копрового приміщення виводять;
- бабу піднімають на необхідну висоту.

За сигналом відповідальної особи натягують трос захватного пристосування. Захват, який утримував копову бабу, розкривається, баба падає на брухт і розбиває його. Після розбивання брухту робочі входять в робочу зону копра для розбирання та сортування шматків брухту.





1 – копрові баба; 2 – захват для копровий баби; 3 – мостовий кран; 4 – підйомний механізм; 5 – шабот; 6 – фундамент; 7 – башта копра

Рис. 1.12 – Баштовий копер для подрібнення металевого брухт

Особливу цінність, як сировини, мають відходи кольорових металів. У структурі таких відходів найбільші долі складають алюмінієвий, свинцевий, мідний і цинковий брухт. Як правило, процеси переробки відходів кольорових металів складні та вимагають дорогого устаткування. Оскільки кольорові метали знаходяться у металобрухті у вигляді сплавів, їх розділення викликає значні складнощі.

Відходи кольорових металів поділяються на 9 груп:

I – алюміній та сплави на алюмінієвій основі;

II – магній та сплави на магнієвій основі;

III – мідь та її сплави;

IV – нікель та його сплави;

V – олово, свинець та їх сплави;

VI – цинк та сплави на його основі;

VII – брухт свинцевих акумуляторів від легкових автомобілів;

VIII – брухт алюмінієвої консервної тари;

IX – брухт консервної тари із білої жерсті.

Проведення сортування металобрухту дозволяє відділити з загальної маси металобрухту кольорових металів фрагменти з однорідним хімічним складом.

Оскільки сплави кольорових металів характеризуються великою різноманітністю марок і складністю хімічного складу, то питання сортування їх відходів набувають першорядного значення. При переробці відходів кольорових металів застосовується видове сортування, яке проводиться за фізичними і хімічними ознаками:

- за зовнішніми характерними ознаками (колір, характер зламу, твердість, схильність до намагнічування тощо);
- предметними ознаками (найменування деталей);
- по клеймам маркування деталей та виробів з ДСТУ або по заводській марці;
- за результатами хімічного, спектрального чи рентгенівського аналізу.

Застосування магнітного сепаратора підвісного типу дозволяє відокремити чорні метали від немагнітних складових, що містяться у відходах виробництва. Підвісні електромагнітні сепаратори встановлюють над стрічкові міконвеєрами, якими транспортують суміші магнітних і немагнітних подрібнених відходів. Принцип роботи підвісних сепараторів полягає в притягуванні магнітних частинок до розвантажувальної стрічки, яка виносить їх у бік для розвантаження.

Сортування відходів кольорових металів проводиться на сортувальних столах, конвеєрах або конвеєрних лініях, де поєднуються ручне та механізоване сортування. При ручному сортуванні механізуються допоміжні операції:

транспортування, відділення домішок тощо. При утилізації подрібнених кольорових металів першочерговою задачею розділення по алюмінію, міді, цинку. При утилізації таких відходів використовується сепарація в важких середовищах, яка полягає в розділенні матеріалів за щільності в гравітаційному або відцентровому полі. Поділ проводиться у суспензіях, щільність яких є проміжною між питомою густиною розділюваних часток. Важкі суспензії являють собою зважені в воді тонкодисперсні частинки мінералів або сплавів, в якості яких використовують феросиліцій, пірит, магнетитові і гематитові концентрати крупністю до 0,16 мм.

Суміш суспензії і металобрухту надходить по завантажувальному лотку в ванну, що складається з двох з'єднаних в нижній частині відділень. Водному з відділень розміщено елеваторне колесо для вивантаження суспензії разом з затонулою важкою фракцією. Легка фракція вивантажується з верхньої частини ванни. Їх змішуваннюювзоні вивантаження запобігає розділова перегородка.

В окремих випадках у якості важких середовищ для сепарації використовують водні розчини хлориду кальцію, хлориду цинку, йодиду калію, які дозволяють отримувати середовища зі щільністю до 3000 кг/м<sup>3</sup>.

Недоліком таких методів сепарації відходів кольорових металів є значні витрати води.

Радіаторний (латунний) лом переробляється на алігаторних ножицях, або за допомогою вогневої різки. Оброблення радіаторів проводять шляхом відокремлення залізного кожуха та патрубків від латунного корпусу радіатора.

Відходи кольорових металів очищають, відділяючи від них вологу, мастила і механічні домішки. Цей процес проводиться в обертових печах-сушарках і центрифугах з наступним вловлюванням та знешкодженням парів мастил. При ведення брухту і відходів кольорових металів до габаритного стану виконують пакетування і брикетування, ножичною та вогневою різкою,

застосовуюючи відповідне обладнання (пакувальні преси, брикетуючі преси, гідравлічні і алігаторні ножиці різних типів).

Широкого поширення в останні роки знаходить ефективна утилізація алюмінієвих банок з під напоїв та аерозолів. У 2003 році, лише в США, було перероблено 62,6 млрд алюмінієвих банок. Муніципальні служби встановлюють спеціальні контейнери для збору алюмінієвих банок. У центрі сортування банки проходять магнітну сепарацію, де від зібраної маси відділяються випадково потрапивші сталеві банки. Відібрані алюмінієві банки миють, подрібнюють, та спресовують у 15 – кілограмові брикети для подальшої обробки на металургійних підприємствах. Брикети завантажують у плавильну піч, де відбувається вигорання фарби на банках, їх розплавлення та змішують з свіжими добавками алюмінію. Розплавлений алюміній розливають на злитки.

Утворені злитки піддаються прокатці на тонкі листи, які є сировиною для виготовлення нової тари. За оцінками, зібрані використані алюмінієві банки менш ніж через 60 днів знову з'являються у магазинах як нова тара для харчової продукції.

Висновок до розділу. В теоретичному огляді виконано аналіз стану проблеми утилізації твердих побутових відходів (ТПВ), зокрема металевих. Встановлено напрями та засоби вирішення проблеми утилізації ТПВ, зокрема досліджено законодавчі нормативи та розглянуто обладнання. *Метою* МКР – є розробка установки для пресування ємностей з тонколистового матеріалу, з покращеними техніко-економічними показниками. Після вивчення проблеми переробки ТПВ була сформована мета МКР та відповідні *задачі*:

- Виконати аналіз проблематики перероблення твердих побутових відходів та шляхи вирішення;
- Визначити найбільш раціональну схему переробки металевих відходів з покращеними техніко-економічними показниками;
- Розробити конструкцію установки для пресування твердих побутових відходів, зокрема і для пресування ємностей з тонколистового матеріалу;

- Виконати необхідні конструкторські розрахунки для підбору та виготовлення оригінальних деталей та складальних одиниць установки;
- Розрахувати економічну доцільність розробки установки для пресування ємностей з тонколистового матеріалу;
- Запропонувати заходи з безпечної експлуатації розробленої установки.

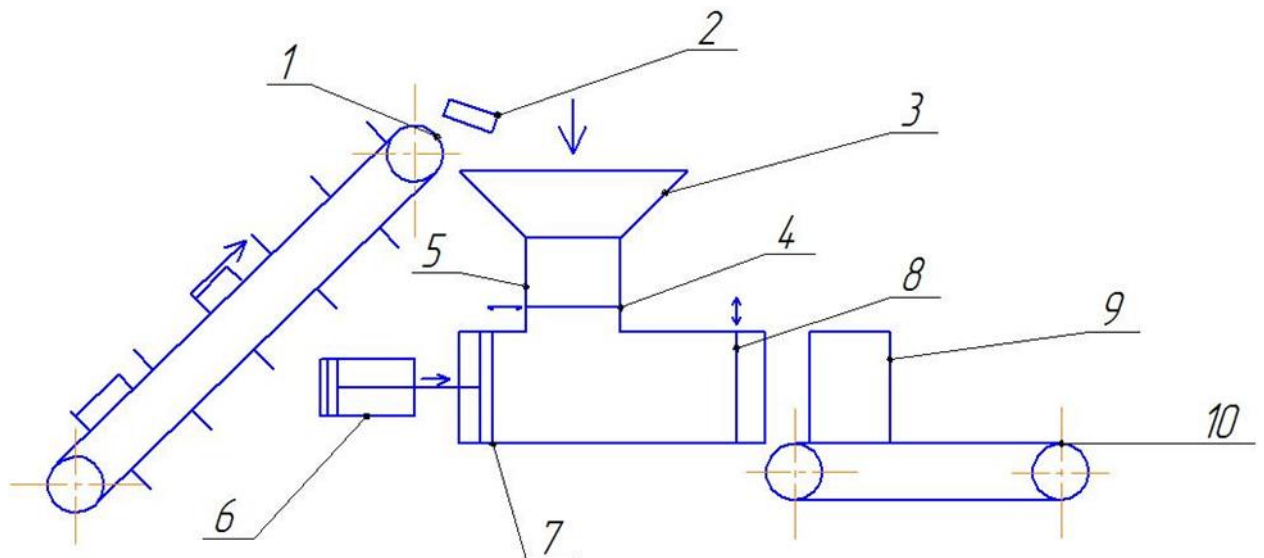
## 2 ОПИС УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРЕСУВАННЯ ЄМНОСТЕЙ З ТОНКО- ЛИСТОВОГО МАТЕРІАЛУ

### 2.1 Обґрунтування принципової схеми роботи для пресування ємностей з тонколистового матеріалу

Аналізуючи установки для утилізації ТПВ вітчизняних та іноземних виробників [5 – 12] можна зробити висновок, що необхідно автоматизувати процеси завантаження та розвантаження продуктів переробки. Це забезпечить високу продуктивність та скоротить час «простою» пресового обладнання. На нашу думку, найбільш раціонально реалізувати установку для утилізації ємностей з тонколистового матеріалу за схемою, яка зображена на рис. 2.1. За цією схемою пресування жерстяної тари в брикети складеться з таких стадій:

- приймання використаної тари та подача на прес;
- пресування(формування брикету);
- відведення сформованого брикету з пресу та транспортування на відвантажувальну зону.

Установка для пресування ємностей з тонколистового матеріалу працює таким чином (див. рис. 2.1): підготовлені для утилізації металеві ємності з тонколистового матеріалу транспортуються ковшовим конвеєром 1 тару 2, яке через конус подачі матеріалу 3 потрапляє до завантажувального бункера 5 пресу. Подача оброблюваного матеріалу контролюється засувкою 4 завантажувального бункера 5 гідравлічного пресу 7, де за допомогою гідроциліндра 6 відбувається пресування, після того як сформувався брикет відкривається засувка 8 і готовий брикет 9 потрапляє на відповідний конвеєр 10.



- 1 – ковшовий конвеєр;
- 2 – перероблюваний матеріал (тара);
- 3 – конус подачі матеріалу;
- 4 – шиберний засув;
- 5 – завантажувальний бункер пресу;
- 6 – гідроциліндр;
- 7 – гідравлічний прес;
- 8 засув;
- 9 брикет;
- 10 відвідний конвеєр.

Рис. 2.1 – Принципова схема пресування тонколистових металевих ємностей

## 2.2 Вибір засобів для автоматизації установки

Виходячи з умов виробництва обираються новітні засоби автоматизації, що мають похибку не більше 1%, задовольняють потреби в надійності та швидкодії. Для зручності підключення та економії на модулях контролера обираються давачі з уніфікованим вхідним сигналом 4-20 мА. Використовуються вихідні уніфіковані сигнали 0 – 10 В. Регулювання відбувається за до-

помогою пневмоклапанів, що підключаються через електропневматичний перетворювач.

Для автоматизації процесу пресування металевих тонколистових ємностей були обрані такі елементи:

- Давач тиску – Сапфір 22 ДІ, виробництва ДП Ізюмський приладобудівний завод [13];
- Індукційний витратомір Siemens Sitrans MAGFLO 3100 [14].

### ***Опис і принцип роботи давача тиску Сапфір 22 ДІ***

Давач надлишкового тиску САПФІР 22ДІ (див. рис. 2.2) використовують для безперебійного та безперервного вимірювання надлишкового тиску мастила, повітря, води, кисню, газу та інших речовин і перетворення даної величини в цифровий або аналоговий уніфікований сигнал постійного струму на виході. Перетворювач САПФІР 22 ДІ працює таким чином, що при дії надлишкового тиску на мембрану вимірювального блоку, а для моделей САПФІР 22 ДІ 2151, САПФІР 22 ДІ 2161, САПФІР 22 ДІ 2171 на мембрану тензоперетворювача, відбувається деформація чутливого пружного елемента і в зв'язку з цим змінюється опір тензорезисторів тензоперетворювача. Дана зміна від вимірювального блоку тензоперетворювача САПФІР 22 ДІ передається на електронний перетворювач і потім з нього вже на вторинну апаратуру у вигляді одного з струмових сигналів 4 – 20мА, 0 – 5мА, 5 – 0мА, 20 – 4мА, 0 – 20мА, 20 – 0мА.



Рис. 2.2 – Фото давача тиску – Сапфір 22 ДІ

Завод виробник виробляє САПФІР 22 ДІ в загальнопромисловому виконанні, іскробезпечному – САПФІР 22 ЕХ ДІФ, вибухозахищеному – СА-



ПФІР 22 ВН ДІ, атомному – САПФІР 22 ДІ ВН А і кисневому виконанні – САПФІР 22 ДІ ВН К для вимірювання надлишкового тиску кисню і кисневмісних сумішей.

В даний час випускається 21 модель перетворювача, забезпечуючи дуже широкий діапазон можливих значень вимірюваного тиску.

Перетворювачі надлишкового тиску випускаються десяти моделей і дозволяють вимірювати тиск в межах від 250 Па до 100 МПа. Кожна модель перетворювача має регулювання діапазону вимірювань і прилад може бути налаштований на будь-який з верхніх меж вимірювань, властивих для даної моделі. Нижня межа вимірювання може дорівнює нулю, але при необхідності є можливість пере налаштувати перетворювач на зміщений діапазон вимірювань з установкою початкового граничного значення вихідного сигналу («нуля») в межах до надлишкового тиску 0,84 Р max.

Перетворювач «Сапфір-22ДІ» виконаний у вигляді єдиної конструкції, що містить вимірювальний блок і електронний пристрій (уніфікований для всіх моделей). Вимірюваний тиск подається в камеру вимірювального блоку і лінійно перетворюється в деформацію чутливого елемента і зміна електричного опору тензорезисторів тензоперетворювача, розміщеного у вимірювальному блоці. Електронний пристрій перетворює цю зміну опору в уніфікований вихідний сигнал.

Чутливим елементом тензоперетворювача є пластина з монокристалічного сапфіру з кремнієвими плівковими тензорезисторами, міцно з'єднаними з металевою мембраною тензоперетворювача. Мембранний тензоперетворювач розміщений всередині підстави. Внутрішня порожнина тензоперетворювача заповнена кремнієвоорганічною рідиною і відділена від вимірюваного середовища металевою гофрованою мембраною, привареною по зовнішньому контуру до основи. Порожнина сполучається з навколишньою атмосферою. Вимірюваний тиск подається в камеру фланця, який ущільнений прокладкою.

Вимірюваний тиск впливає на розподільну мембрану і викликає її прогин. Тиск через рідину передається на мембрану тензоперетворювача, викликаючи її деформацію і зміну опору тензорезисторів. Електричний сигнал від тензоперетворювача передається з вимірювального блоку по проводах через гермо вивід.

Електронний пристрій змонтовано на трьох платах, розміщених всередині спеціального корпусу, закритого двома кришками. Під кришками знаходяться органи налаштування діапазону перетворювача. Живлення приладу здійснюється постійним струмом  $36 \pm 0,72$  В. Навантажувальний опір  $R_n = 0,2 \div 2,5$  кОм. Споживана потужність перетворювача – не більше 0,5В А.

### ***Опис витратоміра Siemens Sitrans FM MAG 3100***

Принцип давачів витрати заснований на законі Фарадея про електромагнітну індукцію, а саме: в провіднику, який переміщається в електромагнітному полі, виникає електрорушійна сила (ЕРС). Ця ЕРС пропорційна швидкості переміщення провідника. Струм, викликаний ЕРС, називається індукційним струмом. Протікає по трубопроводу провідникова рідина, в даному випадку, є провідником. У електромагнітному витратомірі також є: джерело електромагнітного поля (катушки) і електроди, що передають виникаючий індукційний струм в блок електроніки. За величиною струму судиться про величину витрати провідної рідини. Тип вимірюваного середовища - будь-яка провідна рідина ( провідність більше 5 мкСм/см). Електромагнітний витратомір Siemens SITRANS FM MAGFLO MAG 3100 (див. рис. 2.3) підходить для вимірювання витрати практично в будь-яких умовах. Монтаж в систему здійснюється за допомогою фланців. Широкий спектр матеріалів футерування і електродів, стійких до найбільш агресивних речовин. Електромагнітний витратомір mag 3100 складається з давача витрати MAG 3100 і електронного перетворювача сигналів MAG 5000 або MAG 6000.



Рис. 2.3 – Фото електромагнітного витратоміра Siemens SITRANS FM  
MAGFLO MAG 3100

Електромагнітні витратоміри MAGFLO 7ME6310 легко настраюються за допомогою системи меню з використанням вбудованих клавіатури і дисплея і мають пропорційні витраті вихідні струмовий і частотно-імпульсний сигнали, а також програмований релейний вихід.

Електромагнітний витратомір mag 3100 може мати дозувальні функції і спеціальний блок очищення електродів. Всі електромагнітні витратоміри MAGFLO (раніше витратоміри danfoss ) мають блок пам'яті SENSORPROM, в якому зберігаються калібрувальні дані давача і установки перетворювача сигналів протягом усього терміну експлуатації приладу. При використанні блоку SENSORPROM витратомір mag 3100 запускається в експлуатацію без початкового програмування. Узгоджені заводські установки датчика зберігаються в блоці SENSORPROM.

Установки, визначені користувачем, також завантажуються в блок SENSORPROM. Якщо перетворювач сигналу повинен бути замінений, то новий перетворювач буде завантажений всіма попередніми установками та підсумковими вимірами без який-або необхідності в програмуванні.

Основними сферами застосування магнітно-вимірювальних датчиків SITRANS FM MAGFLO є:

- технологічна промисловість
- хімічна промисловість
- сталеливарна промисловість
- промисловість мінеральних речовин
- підприємства по обслуговуванню населення
- виробництво і розподіл енергії
- нафта і газ / НРІ
- води та стічні води

Особливості:

- різні діаметри: DN 15 ... DN 2000
- великий діапазон тисків: PN 6 ... PN 100 ANSI клас 150/300, AS 2119. За запитом до 690 бар.
- широкий спектр матеріалів електродів і обшивки, стійких до екстремальних речовинам процесу.
- міцна повністю зварна конструкція підходить для самих складних додатків і зовнішніх середовищ.
- простий введення в експлуатацію та автоматична актуалізація установок через SENSORPROM.
- Запатентований метод перевірки на місці. Використання "відбитків пальців" в SENSORPROM.

Вимірювальний давач складається з трубопроводу з нержавіючої сталі, двох котушок, двох електродів, ізольованою обшивки, корпусу і фланцевого з'єднання.

- конструкція по Ex ATEX для небезпечних зон (MAG 3100 Ex
- високотемпературний датчик для використання при температурах до 180 °C
- допуски для РТВ , OIML R75 і OIML R117

- виконує керівництва ЕЕС : DGRL , 97/23/ЕС керівництво по тиску для фланець по EN 1092-1
- монтажна довжина по ISO 13359
- калібрується окремо в акредитованій по UKAS EN 45001 калібрувальної лабораторії з похибкою в  $\pm 0,1 \%$
- проста доробка на місці стандартного вимірювального давача до IP68/NEMA 6P.

Схема автоматизації, яка розроблена в МКР, забезпечує роботу процесу пресування металевих ємностей в автоматичному режимі управління. В автоматичному режимі всі функції регулювання, управління та сигналізації виконує контролер TSX Premium.

Схема автоматизації приведена у графічному додатку.

Перелік основних функцій системи:

- регулювання тиску в гідروциліндрі;
- регулювання ваги алюмінієвої упаковки;
- регулювання витрати робочої рідини.

Система забезпечує:

- управління насосами - інверторне або реверсивний;
- сигналізацію роботи насосів і механізмів і відхилення технологічних параметрів від заданих граничних значень;
- реєстрацію технологічних параметрів і накопичення інформації за заданий період;
- можливість дистанційного керування регулюючими органами, що входять в систему, з панелі оператора або клавіатури комп'ютера, графічні мнемосхеми представляють наочну інформацію про хід технологічного процесу, стан механізмів, режимах роботи, аварійних ситуаціях.

Регулювання тиску в гідроциліндрі здійснюється давачем тиску (див. табл. 2.1) Сапфір-22ДІ (1а) з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА, який поступає на модуль аналогових входів, після чого МПК програмно реалізує ПІ-регулятор і видає сигнал на модуль аналогових виходів. Потім сигнал 0-

10В поступає на частотний перетворювач (1б), який керує обертами двигуна М3.

Регулювання ваги алюмінієвої упаковки здійснюється датчиком в бункерних вагах (2а) з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА, який поступає на модуль аналогових входів, після чого МПК програмно реалізує ПІ-регулятор і видає сигнал на модуль аналогових виходів. Потім сигнал 0-10В поступає на частотний перетворювач (2б), який керує обертами двигуна М4.

Регулювання витрати робочої рідини здійснюється витратоміром MAGFLO 3100 (4а), сигнал з якого поступає на перетворювач MAG 6000 (4б) з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА, який поступає на модуль аналогових входів, після чого МПК програмно реалізує ПІ-регулятор і видає сигнал на модуль аналогових виходів. Потім сигнал 0-10В поступає на електропневно перетворювач ЕП-1324 (4в), з якого пневматичний сигнал (20-100кПа) подається на виконавчий механізм ПСП-1 з позиціонером (4г).

Таблиця 2.1 – Прилади і засоби автоматизації

№ п ор	№ пози- ції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Один.в имірю- вання	Кіль- кість	При- мітка
1	2	3	4	5	6	7
1	1а	Датчик надлишкового тиску “Сапфір”, безконтактний, вихідний сигнал 4-20мА. Кл. т. 0,25	Сапфір-22ДИ	шт.	1	МОНТАЖ по міс-цю
2	3а	Бункерні ваги, роб. діапазон - 0..1 т/год, вих. сигнал 4-20мА, клас точності 3.	Нива	шт.	1	МОНТАЖ по міс-цю
3	4а, 5а	Індукційний витратомір, діапазон вим. 0-250 кг/год, ступінь захисту IP67, клас точності 0.25	Siemens Sitrans MAGFL O 3100	шт.	2	МОНТАЖ по міс-цю
4	4б, 5б	Перетворювач для MAGFLO 3100, вихідний сигнал 4-20мА.	Siemens Sitrans MAG 6000	шт.	2	МОНТАЖ по міс-цю
Продовження таблиці 2.1						

1	2	3	4	5	6	7
5	3б, 6в	Перетворювач електропневматичний для перетворення аналогового сигналу постійного струму 0-5мА в уніфікований пневматичний сигнал 20-100кПа; клас точності 1; живлення 140кПа.	ЕП-1324	шт.	2	монтаж на щит перетворювачів
6	3в, 6г	Пневматичний виконавчий механізм поршневий Ржив.=140кПа, Рвих.=20-100кПа. Кл.т. 1. Ду=150	ПСП-1	шт.	1	монтаж по місцю
7	2а, 4а	Частотний перетворювач Lenze 8200 Vector для управління обертів двигуна	Lenze 8200 Vector	шт.	2	монтаж по місцю
8	SB1-4	Кнопка керування, Аварійна зупинка двигуна	Кнопка SB-7, ИнКом-Снаб	шт.	4	монтаж по місцю

В даному розділі розроблено та обгрунтовано раціональну схему установки для пресування ємностей з тонколистового матеріалу. Використовуючи засоби автоматизації забезпечено автоматизований цикл роботи, із завантаженням і розвантаженням установки. Обрані необхідні електронні пристрої для розробленої автоматизованої системи.

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 3.1 Визначення розміру брикету

Аналізуючи аналогічних ліній по переробці твердих вторинних відходів можна встановити висновок, що найбільш раціональними геометричними розмірами, які будуть зручними у виробництві та під час транспортування будуть такі (рис. 3.1):

$$H = 450\text{мм}; B = 400\text{мм}; A = 250\text{мм}.$$

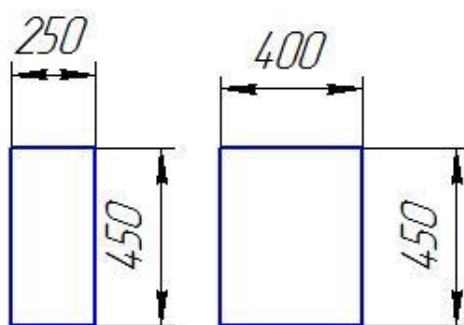


Рис. 3.1 – Габаритні розміри брикету

Маючи габаритні розміри брикету розраховуємо об'єм та вагу брикету:

Об'єм брикету:

$$V = H \cdot B \cdot A = 0,25 \cdot 0,400 \cdot 0,450 = 0,045\text{м}^3. \quad (3.1)$$

Вага брикету:

$$P = V \cdot \rho = 0,045 \cdot 1110 = 50\text{кг}. \quad (3.2)$$

де  $V$  і  $\rho$  – відповідно об'єм та густина матеріалу.



### 3.2 Розрахунок зусилля пресування необхідного для визначення потужності обладнання

Розраховуємо зусилля пресування [15]:

$$F = \frac{p_0 A \cdot n \cdot k}{1000}, \quad (3.3)$$

де  $A=40 \cdot 45=0,18\text{м}^2$  – площа;

$p_0$  – питомий тиск пресування для даного матеріалу;

$p_0 = 7,3\text{КН/м}^2=730\text{кг/м}^2$ ;

$k$  – коефіцієнт який враховує втрати в терті, приймаємо згідно рекомендацій –  $k=1,2$ .

$$F = \frac{7300 \cdot 0,18 \cdot 1 \cdot 1,2}{1000} = 16000\text{Н}.$$

### 3.3 Розрахунок і підбір гідроциліндра

Підбір силового двигуна (гідроциліндра) виконуємо з врахуванням необхідного зусилля пресування, тобто розрахункове навантаження на циліндр  $F= 1600\text{Н}$ . Розрахункова схема гідроциліндра представлена на рис. 3.2. Даний гідроциліндр являє собою одноштоковий циліндр. робоча площа для гідроциліндрів, напірна і зливна порожнини не однакові і розрахункове навантаження має наступний вигляд [16, 17]:

$$F = (p_n - p_c \cdot \frac{S_c}{S_n}) \cdot S_n \cdot \eta_m = \Delta p \cdot S_n \cdot \eta_m. \quad (3.4)$$

$\Delta p$  – корисний перепад тиску в гідроциліндрі;

$p_n$  і  $p_c$  – тиски в напірній і зливній порожнинах циліндра, МПа;

$S_n$  і  $S_c$  – робоча площа поршня в напірній і зливній порожнинах,  $\text{мм}^2$ ;

$\eta_m$  – механічний ККД гідроциліндра,  $\eta_m=0,85\dots 0,95$ .

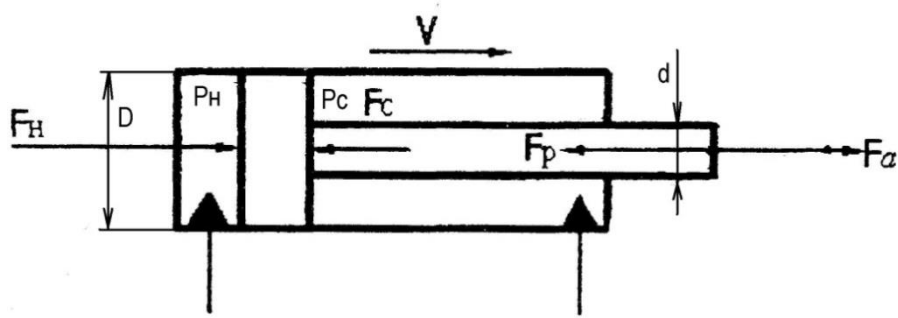


Рис. 3.2 – Розрахункова схема гідроциліндра

Робоча площа поршня в напірній порожнині:

$$S_p = \frac{F}{\Delta p \cdot \eta_m}, \quad (3.5)$$

Корисний перепад тисків в гідроциліндрі може бути прийнята як:

$$\Delta p = 0,9 \cdot p. \quad (3.6)$$

Під час робочого ходу безштокова порожнина циліндру зазвичай представляє собою напірну порожнину тому розраховується за формулою:

$$S_p = \frac{\pi D^2}{4}, \quad (3.7)$$

$D$ – діаметр поршня, який можна розрахувати за такою формулою:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot \Delta p \cdot \eta_m}}, \quad (3.8)$$

Визначаємо потрібний перепад тисків по формулі :

$$\Delta p = \frac{4F}{\pi \cdot D^2 \cdot \eta_m}, \quad (3.9)$$

Отже, корисний перепад тиску в гідроциліндрі при проектному розрахунку буде дорівнювати:

$$\Delta p = 0,9 p_p = 0,9 \cdot 16 = 14,4 \text{ МПа.}$$

При робочому ході штокова порожнина циліндру є напірною порожниною, тому діаметр поршня визначається за формулою [16]:

$$D_{ц1} = 2 \cdot \sqrt{\frac{20000}{3,14 \cdot 14,4 \cdot 0,8}} = 47 \text{ мм.}$$

Отже, мінімальний діаметр гідроциліндру мінімально повинен бути 47 мм, тому з конструктивних міркувань приймаємо  $D = 160$  мм,

Діаметр штока приймаємо за залежністю:

$$d = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ мм;} \quad (3.10)$$

приймаємо діаметр  $d_1 = 80$  мм.

Площа напірних і зливних поверхонь:

$$S_{c1} = \frac{\pi \cdot 160^2}{4} = 20096 \text{ мм}^2; \quad (3.11)$$

$$S_n = \frac{\pi(160^2 - 80^2)}{4} = 15072 \text{ мм}^2. \quad (3.12)$$

### ***Визначення корисних витрат тисків робочої рідини***

Для розрахунку витрат робочої рідини в гідроциліндру використаємо формулу [17]:

$$Q = \frac{S \cdot g}{1000}, \quad (3.13)$$

$S$  – робоча площа в порожнині циліндра,  $\text{мм}^2$ ;

$V$  – швидкість руху поршня,  $\text{м/хв}$ .

Визначаємо витрати для напірної порожнини циліндра:

$$Q = \frac{S \cdot g}{1000} = \frac{20096 \cdot 0,4}{1000} \approx 8 \text{ л / хв.} \quad (3.14)$$

Для зливної порожнини:

$$Q = \frac{S \cdot g}{1000} = \frac{15000 \cdot 0,4}{1000} \approx 6 \text{ л / хв.}$$

Отже, корисні витрати рідини:

для напірної полості –  $Q=8\text{л/хв}$ ;

для зливної полості –  $Q=6\text{л/хв}$ .

### ***Підбір марки робочої рідини та засоби її очищення***

Робочі рідином гідроциліндрів повинні мати такі властивості:

- якісні мастильні і антикорозійні властивості;
- невелика зміна в'язкості в широкому діапазоні температур;
- великий модуль пружності;
- хімічна стабільність;

- опір вспіненню;
- погана здатність розчинення повітря;
- гарна теплопровідність;
- висока температура кипіння;
- менший коефіцієнт теплового розширення.

Найбільш вживаним є мінеральне мастило. Враховуючи характер роботи розраховуємого гідроциліндра і відповідність характеристик мастила вище зазначених властивостей, а також враховуючи досвід роботи, приймаємо мастило ИГП-18 (ТУ-38-101413-78), з такими характеристиками:

$t_{всп}$  – клас взято по ISO 3448 : 32.

$t=170^0$  С.;  $t_3=-15^0$ С.;  $\rho = 880$ кг/м<sup>3</sup>.

Очищення мастила за допомогою фільтрів в процесі роботи гідроциліндра є найбільш ефективним засіб підтримки робочої рідини в робочому стані.

### ***Розрахунок параметрів трубопроводів***

При виборі конструктивних параметрів трубопроводу враховується, що зі збільшенням внутрішнього діаметру труби при одних і тих же витратах зменшуються втрати тиску, але збільшується розмір і вага трубопроводів.

Внутрішній діаметр трубопроводу для різних по значенню відділень гідродовжини визначаються по максимальним витратам, які проходять через них і середнім швидкостям потоку робочої рідини в трубопроводі.

Внутрішній діаметр трубопроводу для лінії напору і зливу визначаються по формулам [18]:

$$d_{зл} = 4,6 \sqrt{\frac{Q_{\max.злив}}{v_{зл}}}, \quad (3.15)$$

$$d_{нап} = 4,6 \sqrt{\frac{Q_{\max.нап}}{v_{нап}}}, \quad (3.16)$$

$d_H$  і  $d_{зл}$  – внутрішній діаметр трубопроводу , мм;

$Q_{\max.напір}$  і  $Q_{\max.зливів}$  – максимальні витрати робочої рідини лініях нагнітання і зливу, л/хв;

$V_{нап}$  і  $V_{зл}$  – середня швидкість потоку робочої рідини в трубопроводі лінії нагнітання і зливу м/хв.

$$d_{напір} = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\max.ан}}{v_{Нап}}} = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{8}{3...5}} \approx 0,059 м;$$

$$d_{зл} = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\max.зливів}}{v_{зливів}}} = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{8}{2}} \approx 9,2 = 0,092 м;$$

Приймаємо  $d = 10$  мм.

Мінімальна допустима товщина стінки трубопроводу:

$$\delta = \frac{p \cdot d}{2 \cdot \sigma_{BP}} \cdot k_{\sigma}, \quad (3.17)$$

$\delta$  – товщина стінки трубопроводу, мм;

$p$  – найбільший тиск в трубопроводі , МПа;

$d$  – внутрішній діаметр трубопроводу, мм;

$\sigma_{BP}$  – межа міцності на розтяг матеріалу, МПа;

$k_{\sigma}$  – коефіцієнт надійності,  $k_{\sigma} = 3$  для ділянки з ненапруженим режимом роботи.

Для напірної та зливної ліній:

$$\delta = \frac{p \cdot d_H}{2 \cdot \sigma_{BP}} \cdot k_{\sigma} = \frac{1,5 \cdot 10}{2 \cdot 450} \cdot 3 = 0,012 м;$$

По стандарту приймаємо труби з зовнішнім діаметром:

– для напірної лінії  $d_{HH} = 10$  мм;

– для зливної лінії  $d_{зл} = 10$  мм.

Товщина стінки  $\delta = 1$  мм.

### ***Визначення гідравлічних втрат в напірній і зливній магістралях***

Для кожного виконуючого органу для лінії напору і зливу визначаємо сумарну втрату тиску на подолання сил тертя, місцевий опір гідроапаратури [16, 17]:

$$\Delta p_n = \Delta p_{mn} + \Delta p_{трn} + \Delta p_{ан}; \quad (3.18)$$

$$\Delta p_{зл} = \Delta p_{мзл} + \Delta p_{трзл} + \Delta p_{азл}; \quad (3.19)$$

де  $\Delta p_n$  і  $\Delta p_{зл}$  – сумарні втрати тиску в лініях напору і зливу;

$\Delta p_{mn}$  і  $\Delta p_{мзл}$  – місцеві опори в трубопроводах;

$\Delta p_{ан}$  і  $\Delta p_{азл}$  – втрати тиску в гідроапаратах.

По середній швидкості потоку рідини в трубопроводі за робочого ходу визначається число Рейнольдса і встановлюється режим її тиску для лінії напору та зливу.

$$g = \frac{21,2Q}{d^2}; \quad (3.20)$$

$$Re = \frac{10^3 \cdot g \cdot d}{\nu}; \quad (3.21)$$

$$Re_n = 21,2 \cdot 10^3 \cdot \frac{Q_{р.н}}{d_n \cdot \nu}; \quad (3.22)$$

$$Re_{зл} = 21,2 \cdot 10^3 \cdot \frac{Q_{р.зл.}}{d_{зл} \cdot \nu}; \quad (3.23)$$

$Q_{р.н}$  і  $Q_{р.зл.}$  – витрати робочої рідини в лініях напору і зливу при робочому ході витрати, л/хв;

$Re_{н}$  і  $Re_{зл}$  – числа Рейнольдса для напірних і зливних лініях;

$d_{н}$  і  $d_{зл}$  – внутрішній діаметр трубопроводу, мм;

$\nu$  – кінематична в'язкість робочої рідини, мм<sup>2</sup>/с;

$v$  – розрахована швидкість потоку робочої рідини, м/с<sup>2</sup>.

$$R_{енЦ1} = 21,2 \cdot 10^3 \frac{8}{10 \cdot 18} = 973; \quad (3.24)$$

$$R_{еЗлЦ1} = 21,2 \cdot 10^3 \frac{6}{10 \cdot 18} = 706. \quad (3.25)$$

В залежності від режиму руху рідини визначається коефіцієнт опору тертя по довжині трубопроводу для лінії напору та зливу і розраховується для ламінарного потоку по формулі:

$$\lambda = \frac{(64 \dots 75)}{Re}; \quad (3.26)$$

Для турбулентного режиму:  $\lambda = 0,316 \cdot Re^{-0.25}$

Розрахунок втрати тиску в трубопроводах виконується для лінії напору на зливу:

$$\Delta p_{TH} = 0,225 \rho \cdot \lambda_H \frac{L_H \cdot Q_H^2}{d_H^5} \quad (3.27)$$



$$\Delta p_{T_{3л}} = 0,225 \rho \cdot \lambda_{3л} \frac{L_{3л} \cdot Q_{3л}^2}{d_{3л}^5};$$

$\Delta p_{T_H}$  і  $\Delta p_{T_{3л}}$  – втрати тиску на тертя рідини в тру проводах, МПа;

$\rho$  – густина робочої рідини, кг/м<sup>3</sup>;

$\lambda_H$  і  $\lambda_{3л}$  – коефіцієнт опору тертя;

$L_H$  і  $L_{3л}$  – довжини трубопроводів, м;

$d_H$  і  $d_{3л}$  – внутрішні діаметри трубопроводів, мм;

$Q_{pH}$  і  $Q_{p3л}$  – витрати робочої рідини, л/хв;

$$\Delta p_{mнЦ1} = 0,225 \cdot 0,844 \cdot 880 \cdot \frac{2 \cdot 8^2}{10^5} = 0,224;$$

$$\Delta p_{m3лЦ1} = 0,225 \cdot 0,9 \cdot 880 \cdot \frac{2 \cdot 6^2}{10^5} = 0,145.$$

### ***Визначення найбільшого робочого тиску в гідروприводі***

Розрахунок найбільшого робочого тиску, яке необхідно створити на вході напірної лінії гідроциліндра.

$$p_p = \Delta p_H + \Delta p + \Delta p_{3л} \frac{S_H}{S_C}; \quad (3.28)$$

де  $p_p$  – найбільший робочий тиск на вході в напірну лінію ;  $\Delta p_H$  і  $\Delta p_{3л}$  – сумарні втрати тиску в лініях;  $\Delta p$  – корисний перепад тисків в гідроциліндрі;  $S_{3л}$  і  $S_H$  – робочі площі поршня в напірній і зливній порожнинах.

Для визначення найбільшого тиску використаємо попередньо розраховані дані.  $p_{max} = 11$  МПа.

## Визначення об'ємних втрат і продуктивність насосної станції

Розраховуємо втрати, внутрішні втрати для напірної лінії виконавчого органу. При цьому сумуємо об'ємні втрати не тільки на робочих відрізках системи, і на приладах з'єднаних паралельно ліній. При проектних розрахунках об'ємні втрати можуть визначатися для гідравлічних апаратів:

$$Q_{ya}=1,2 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta p_a, \quad (3.29)$$

для гідроциліндрів

$$Q_{ya}=(2,1 \dots 3,0) 10^{-3} \Delta p_{ц}. \quad (3.30)$$

Визначимо найбільшу продуктивність насосної станції. Найбільша подача робочої рідини для кожного гідравлічного органу –

$$Q=Q_{max} + \Sigma Q_{yi}, \quad (3.31)$$

$Q$  – найбільша подача робочої рідини;  $Q_{max}$  – максимальні втрати робочої рідини;  $\Sigma Q_{yi}$  – сумарні об'ємні втрати .

Найбільша подача чи найбільша продуктивність насосної станції для гідросистеми при роботі одного гідравлічного органу приймається по необхідній найбільшій подачі робочої рідини.

Сумарні втрати для апаратури

$$Q=8+6=14 \text{ л/хв.}$$

**Вибір насосу.** Даний насос повинен мати подачу  $Q_H$  не менше найбільшої сумарної подачі  $\Sigma Q_H$  і розвивати тиск, більший, ніж те значення на яке налаштовується запобіжний клапан [16].

$$Q_H \geq \Sigma Q_i \quad \text{і} \quad p_H \geq p_K, \quad (3.32)$$

де  $p_H$  – тиск на виході з насосу;

Приймаємо двухпоточний пластинчастий насос 5Г12-33АМ з характеристиками:

- робочий об'єм –  $32 \text{ см}^3$ ,
- номінальна подача –  $5/25 \text{ л/хв}$ ,
- номінальний тиск на виході –  $6,3 \text{ МПа}$ .
- частота обертання
  - номінальна –  $950 \text{ хв}^{-1}$ ,
  - максимальна –  $1500 \text{ хв}^{-1}$ ,
  - мінімальна –  $600 \text{ хв}^{-1}$ ,
- номінальна потужність –  $3,6 \text{ кВт}$ ,
- ККД при номінальному режимі роботи:
  - об'ємний –  $0,91$ ,
  - повний –  $0,81$ ,

### ***Визначення потужності приводу електродвигуна***

Потужність приводного електродвигуна розраховується за умовою [17]:

$$N_E \geq \frac{Q_H \cdot p_K}{60 \cdot \eta_H}, \quad (3.33)$$

$N_E$  – потужність електродвигуна, кВт;

$Q_H$  – подача насосу, л/хв;

$p_K$  – тиск налагодження запобіжного клапану, МПа;

$\eta_H$  – ККД насосу .

$$N_E \geq \frac{Q_H \cdot p_K}{60 \cdot \eta_H} = \frac{12 \cdot 0,34}{60 \cdot 0,81} = 0,14 \text{ кВт}.$$

Підбір електродвигуна по таблицям, в залежності від розрахунку потужності вибираємо асинхронний коротко замкнутий, закритий, з висотою осі кручення 50...250мм електродвигун 4A132S4 з наступними характеристиками :

потужність	0,55 кВт;
частота обертання	1000 хв <sup>-1</sup> ;

### 3.4 Розрахунок конвеєра

#### 3.4.1 Тяговий розрахунок конвеєра.

##### *Вибір основних параметрів*

Ланцюговим елементом є два пластинчастих втулково-коткових ланцюги згідно ГОСТ 588-86. Ходові котки є опорними елементами, які передають силу тяжіння настилу і вантажу на напрямні конвеєра. Несівним елементом буде настил з прямими бортами. Натяжний пристрій пружно-гвинтовий. Привід розміщуємо в кінці похилої частини конвеєра. Розрахункова схема конвеєра представлена на рис. 3.3. Геометричні параметри:  $L_f=1800$ мм. Приймаємо швидкість настилу  $V=0,5$  м/с [18].

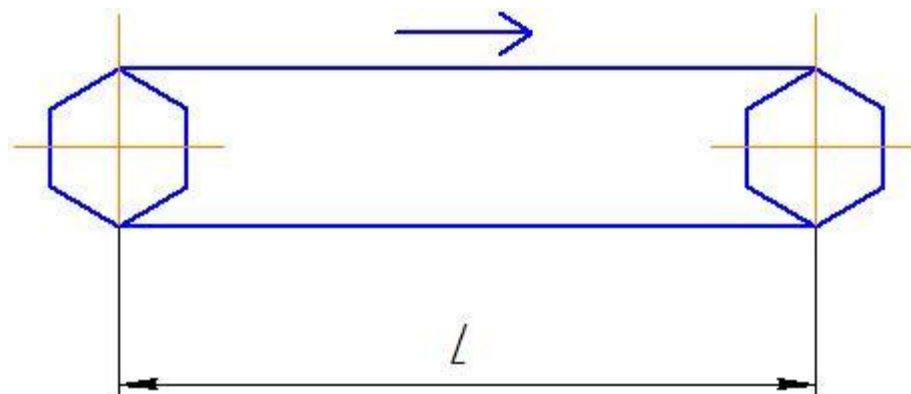


Рис.3.3 – Розрахункова схема конвеєра

### 3.4.2 Розрахункова продуктивність конвеєра.

Приймаємо значення коефіцієнтів нерівномірності завантаження  $K_H=1,1$  і використання конвеєрів по часу  $K_{год}=0,8$ .

Тоді розрахункова продуктивність конвеєра:

$$Q_D = Q \cdot K_H / K_{год}, \quad (3.34)$$

$$Q_p = Q \cdot K_H / K_{год} = 100 \cdot 1,1 / 0,8 = 137,5 \text{ кН/год.}$$

### 3.4.3 Ширина настилу

$$B_{\sigma} = \sqrt{\frac{Q_p}{648 \cdot C \cdot V \cdot \gamma_B \cdot \text{tg}(0,4 \cdot \phi_0)} + \left(\frac{2 \cdot h \cdot \psi}{C \cdot \text{tg}(0,4 \cdot \phi_0)}\right)^2} - \frac{2 \cdot h \cdot \psi}{C \cdot \text{tg}(0,4 \cdot \phi_0)}, \quad (3.35)$$

де  $Q_p$  – розрахункова продуктивність, кН/год;

$C$  – кут враховуючий кут нахилу конвеєра, приймаємо  $C=0,85$ ;

$\psi$  – коефіцієнт заповнення перерізу настилу, приймаємо  $\psi=0,8$  [18];

$h$  – висота борта, приймаємо  $h=0,16$ м.

$$\text{Тоді } B_{\sigma} = \sqrt{\frac{137,5}{648 \cdot 0,85 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot \text{tg}(0,4 \cdot 28)} + \left(\frac{2 \cdot 0,16 \cdot 0,8}{0,85 \cdot \text{tg}11,2^\circ}\right)^2} - \frac{2 \cdot 0,16 \cdot 0,8}{0,85 \cdot \text{tg}11,2^\circ} = 0,42$$

Згідно ГОСТ 2035-84 ширину настилу приймаємо  $B_{\sigma}=450$  мм.

### 3.4.4 Погонні навантаження.

Від вантажу

$$q_B = \frac{Q_p}{3,6 \cdot V} = \frac{137,5}{3,6 \cdot 0,5} = 76,4 \text{ кг/м} = 748,72 \text{ Н.}$$

Від настилу з ланцюгами

$$q_0 = 60 \cdot B_{\sigma} + A = 60 \cdot 1 + 70 = 130 \text{ кг/м} = 1274 \text{ Н},$$

$A=70$ , для легкого настилу

### 3.4.5 Опір руху та натяг ланцюгів.

Поділимо трасу конвеєра на характерні ділянки, починаючи з точки збігання ланцюгів з приводних зірочок від т.1 до т.12 (див. Додаток Ілюстративна частина).

Для обчислення опору на ділянках для середніх умов роботи  $K_{\text{л}}=1,025$  [18] коефіцієнт опору при обгинанні ланцюгами зірочок на підшипниках кочення  $e^{\omega' \beta}$ , де  $e$  – основа натурального логарифма коефіцієнту опору на криволінійних ділянках, тут  $\omega'$  - коефіцієнт опору переміщення настилу, який залежить від умов роботи і типу котків (на підшипниках кочення чи ковзання);

Тяговий розрахунок починають з точки найменшого натягу. Для схеми конвеєра, показаного на рис. 3.3 мінімальний натяг може бути в т. 1 чи в т.4

$$\text{Найменший натяг буде в т. 1 якщо } \omega'(l_2 + l_3) > \frac{l_3 \text{tg} \beta}{e^{\omega' \cdot \beta}};$$

$$\text{В т. 4, якщо } \omega'(l_1 + l_2) < \frac{l_2 \text{tg} \beta}{e^{\omega' \cdot \beta}}$$

$$0,1(10 + 5) > \frac{5 \text{ tg} 10}{e^{\omega' \cdot \beta}} = 1,5 > 0,97$$

Найменший натяг буде в т.1. Приймаємо

$$S_1 = S_{3\sigma} = S_{\min} = 2000;$$

Натяг в т.2

$$S_2 = S_1 + q_0 \cdot g \cdot L_1 \cdot \omega' = 2000 + 130 \cdot 1,8 \cdot 0,1 = 2234 \text{ Н};$$

Натяг в т.3

$$S_3 = S_2 \cdot K_l = 2234 \cdot 1,025 = 2289 \text{ Н};$$

Натяг в т.4

$$S_4 = S_3 + (q_0 + q_B) \cdot g \cdot L_1 \cdot \omega' = 2289 + (130 + 76,4) \cdot 9,8 \cdot 1,8 \cdot 0,1 = 2653 \text{ Н};$$

### 3.4.6 Тягове зусилля

$$W_m = S_{н\bar{o}} - S_{з\bar{b}} + (K_l - 1) \cdot (S_{н\bar{o}} + S_{з\bar{b}}) = 2653 - 2000 + (1,025 - 1) \cdot (2653 + 2000) = 800 \text{ Н}.$$

### 3.4.7 Вибір елементів приводу

Привід конвеєру складається з електродвигуна, муфти, циліндричного редуктора, компенсаційної муфти та ланцюгової передачі. Кінематична схема представлена на рис. 3.4.

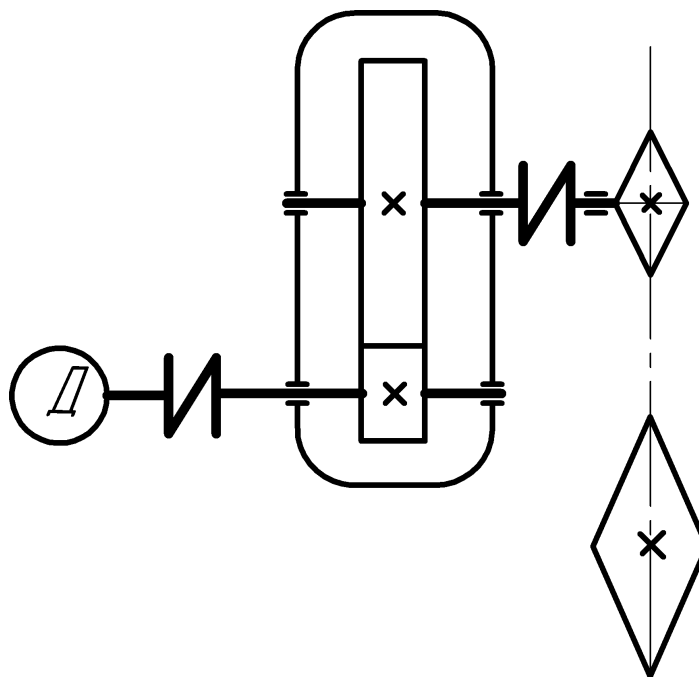


Рис. 3.4 – Кінематична схема приводу.

Загальний коефіцієнт корисної дії приводу:

$$\eta_{np} = \eta_{лан} \cdot \eta_{ред} \cdot \eta_m^2 \cdot \eta_{mn} = 0,98 \cdot 0,97 \cdot 0,99^2 \cdot 0,95 = 0,94; \quad (3.36)$$

тут  $\eta_{нас}$  – ККД ланцюгової передачі,  $\eta_{mn} = 0,99$  – пар підшипників;

$\eta_{ред}$  - ККД двоступінчастого редуктора типу Ц2У,  $\eta_{ред} = 0,97$  [19];

$\eta_m$  - ККД муфти,  $\eta_m = 0,99$  [19].

Потрібна потужність електродвигуна:

$$N_p = K_3 \frac{W_T \cdot V}{1020 \cdot \eta_{np}} = 1,2 \cdot \frac{800 \cdot 0,5}{1020 \cdot 0,94} = 1,2 \text{ кВт}; \quad (3.37)$$

$K_3$  – коефіцієнт запасу,  $K_3 = 1,15 \dots 1,25$ .

Згідно ГОСТ 16370-77 вибираємо трьохфазний асинхронний електродвигун єдиної серії 4А: тип 4А90LB8У3, потужність  $N_{дв} = 1,1$  кВт частота обертання  $n_{дв} = 700$  об/хв.

### 3.4.7 Вибір тягового ланцюга

Згідно ГОСТ 588-64 вибираємо втулково-котковий тяговий пластинчастий ланцюг М116-200 з кроком  $t_l = 100$  мм, діаметром катка  $d_l = 70$  мм, шириною між внутрішніми пластинами  $B_{вн} = 36$  мм, руйнівним навантаженням  $S_{руйн} = 116000$  Н.

Приймаємо число зубів зірочки  $z = 6$ .

Прискорення ланцюгів:

$$a_{max} = 2\pi^2 \cdot \frac{V^2}{z^2 \cdot t_l} = 2 \cdot 3,14^2 \cdot \frac{0,5^2}{6^2 \cdot 0,2} = 0,68 \text{ м/с}^2. \quad (3.38)$$

Розрахункове зусилля на обидва ланцюги:

$$S_p = S_4 + 3 \cdot a_{max} \cdot (q_B + c \cdot g_0) \cdot L; \quad (3.39)$$



$$S_p = 12346,1 + 3 \cdot 0,68 \cdot (76,4 + 2 \cdot 130) \cdot 21,154 = 26757,5 \text{ Н};$$

де  $C=2$  величина яка залежить від довжини конвеєра, при  $L < 1,8$  м приймають  $C=2$  [20].

На один ланцюг:

$$S_p' = 0,6 S_p = 0,6 \cdot 26757,5 = 16054,5 \text{ Н.} \quad (3.40)$$

Коефіцієнт запасу міцності ланцюга:

$$K_{зан} = \frac{S_{руйн}}{S_p'} = \frac{116000}{16054,5} = 7,2 > [K_{зан}] = 6 \dots 7. \quad (3.41)$$

### 3.4.8 Геометричні параметри зірочки

Діаметр ділильного кола:

$$D_0 = \frac{t_n}{\sin \pi / z} = \frac{200}{\sin 180^\circ / 6} = 400 \text{ мм}; \quad (3.42)$$

Діаметр зовнішнього кола:

$$D_e = D_0 + 0,5 \cdot d_1 + 6 = 400 + 0,5 \cdot 70 + 6 = 441 \text{ мм}, \quad (3.43)$$

де  $d_1$  – діаметр котка,  $d_1 = 70$  мм.

Діаметр кола западин:

$$D_{вн} = D_0 - d_1 = 400 - 70 = 330 \text{ мм}; \quad (3.44)$$

Ширина основи зуба:

$$e_1 = 0,9 \cdot B_{вн} = 0,9 \cdot 36 = 32 \text{ мм}. \quad (3.45)$$

Ширина вершини зуба:

$$b_2 = x \cdot b_1 = 0,72 \cdot 32 = 23 \text{ мм}, \quad (3.46)$$

де  $x=0,72$  – коефіцієнт для втулково-коткових ланцюгів.

Діаметр маточини:

$$d_{\text{мат}} = (1,6 \dots 1,8) \cdot d_g = 1,6 \cdot 90 = 160 \text{ мм}. \quad (3.47)$$

Довжина маточини:

$$l_{\text{см}} = (1,2 \dots 1,5) \cdot d_g = 1,5 \cdot 90 = 140 \text{ мм} \quad (3.48)$$

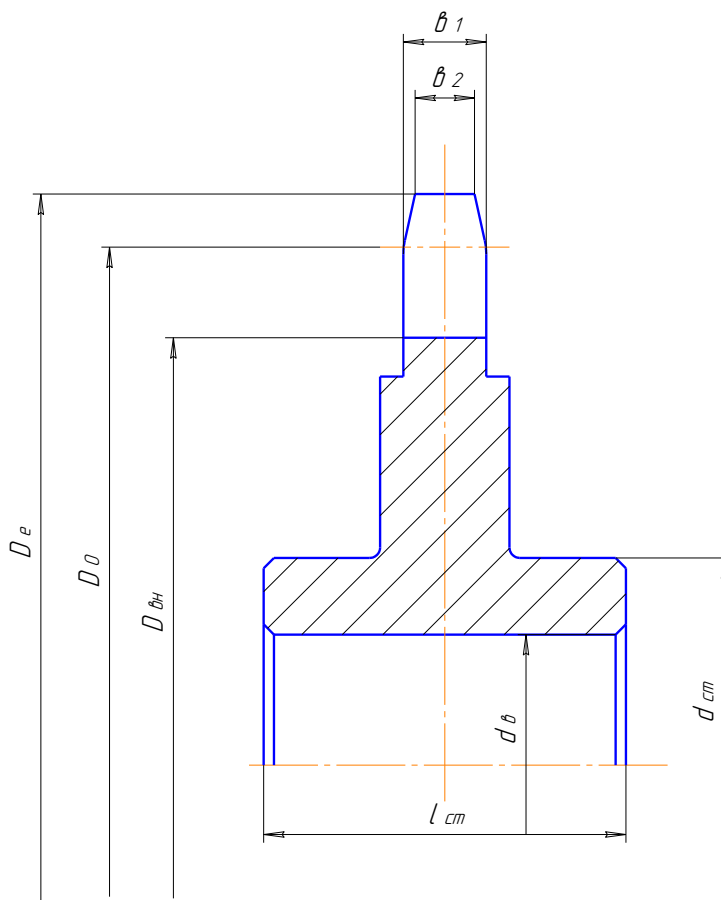


Рис. 3.5 – Тягова зірочка

3.4.9 Частота обертання зірочок –

$$n_{\text{зір}} = \frac{60 \cdot 1000 \cdot V}{\pi \cdot D_0} = \frac{60 \cdot 1000 \cdot 0,5}{3,14 \cdot 400} = 24 \text{ об/хв}. \quad (3.49)$$

### 3.4.10 Передаточне число приводу (редуктора):

$$U_{\text{ред}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{зп}}} = \frac{700}{24} = 40,4. \quad (3.50)$$

Згідно ГОСТ 20758-75 вибираємо циліндричний горизонтальний двоступінчастий редуктор типу Ц2У загального призначення – тип редуктора – Ц2У-200-40-12МУ2; передаточне число  $U_{\text{ред}}=40$ .

### 3.4.11 Перевірка двигуна за період пуску

Перевіримо достатність пускового моменту електродвигуна при пуску повністю завантаженого конвеєра після його випадкової або вимушеної зупинки.

Номінальний момент вибраного електродвигуна:

$$M_{\text{ном}} = 9750 \cdot \frac{N_{\text{дв}}}{n_{\text{дв}}} = 9750 \cdot \frac{1,1}{700} = 15,3 \text{ Н}\cdot\text{м}. \quad (3.51)$$

Пусковий момент електродвигуна:

$$M_{\text{пуск}} = 1,2 \cdot M_{\text{ном}} = 1,2 \cdot 15,3 = 18,4 \text{ Н}\cdot\text{м}. \quad (3.52)$$

Сила тяжіння вантажу, який знаходиться на настилі:

$$G_B = q_v \cdot L_{\text{конв}} = 748,42 \cdot 1,8 = 1347,12 \text{ Н}. \quad (3.53)$$

Сила тяжіння настилу:

$$G_{\text{наст}} = 2 \cdot q_0 \cdot \left( L_k + \frac{\pi \cdot D_0}{2} \right) = 2 \cdot 1274 \cdot \left( 1,8 + \frac{3,14 \cdot 0,4}{2} \right) = 6190 \text{ Н}. \quad (3.54)$$

Загальна сила тяжіння вантажу:

$$G_0 = G_B + G_{наст} = 15832,08 + 55500,5 = 71332,6 \text{ Н.} \quad (3.55)$$

Кутове прискорення валу електродвигуна:

$$\varepsilon = 2 \cdot g \cdot U_{np} \frac{2 \cdot M_{ниск} \cdot U_{np} \cdot \eta_{np} - (S_{нб} - S_{зб}) \cdot D_0}{G_0 \cdot D_0^2 + K_M \cdot (G_p \cdot D_p^2) \cdot U_{np}^2 \cdot \eta_{np}}; \quad (3.56)$$

$$\varepsilon = 2 \cdot 9,81 \cdot 40,4 \cdot \frac{2 \cdot 90,5 \cdot 40,4 \cdot 0,94 - (11076,9 - 2000) \cdot 0,4}{71332,6 \cdot 0,4^2 + 1,2 \cdot 2,3 \cdot 40,4^2 \cdot 0,94} = 164,3 \frac{1}{c^2}, \quad (3.57)$$

де  $G_p \cdot D_p^2$  – маховий момент ротора,  $G_p \cdot D_p^2 = 2,3 \text{ Н}\cdot\text{м}^3$ .

Час розгону електродвигуна:

$$\tau = \frac{\pi \cdot n}{30 \cdot \varepsilon} = \frac{3,14 \cdot 970}{30 \cdot 164,3} = 0,618 \text{ сек.} \quad (3.58)$$

Вибраний електродвигун забезпечує швидкий розгін конвеєра за час розгону  $\tau = 0,618 \text{ с}$  виникає прискорення ходової частини і вантажу:

$$F_i = \frac{G_0}{g} \cdot a = \frac{71332,6}{9,81} \cdot 0,68 = 4949,6 \text{ Н.} \quad (3.59)$$

Таким чином при пуску конвеєра натяг ланцюга в т.8 повинен бути

$$S_{12}' = S_p + F_i = 26757 + 4949,6 = 31706,6 \text{ Н,} \quad (3.60)$$

тобто натяг ланцюгів збільшується проти розрахункового на 15%.

Звідси випливає, що не слід пускати в хід завантажений конвеєр.

### 3.4.12 Кінематичний і силовий розрахунок приводу (див. рис. 3.4)

Частота обертання на валах приводу:

$$n_2 = n_{zip} = \frac{n_1}{U_{ред}} = \frac{700}{40} = 17.5 \text{ об/хв.} \quad (3.61)$$

Потужність на валах приводу:

$$N_1 = 1,1 \cdot 0,98 = 1,078 \text{ кВт};$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{np} = 1,078 \cdot 0,97 = 1,05 \text{ кВт.}$$

Крутні моменти на валах приводу:

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{N_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{1,1}{700} = 15 \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad (3.62)$$

$$T_2 = 9550 \cdot \frac{N_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{1,05}{17,5} = 573 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

### 3.4.13 Розрахунок приводного валу

Крутний момент на валу –  $T_2 = 573 \text{ Н}\cdot\text{м}$

Зусилля, які діють на приводні зірочки:

$$F_1 = F_2 = \frac{S_{н\bar{o}} + S_{з\bar{o}}}{2} = \frac{2653 + 2000}{2} = 2326,5 \text{ Н.} \quad (3.63)$$

Геометричні параметри (див. рис.3.6):

Відстань між зірочками:

$$e = B_{\bar{o}} + B_{\bar{н}} + (10...15) \text{ мм} = 1000 + 36 + 14 = 1050 \text{ мм.} \quad (3.64)$$

Відстань між опорами підшипників:

$$l = e + 2(150 \dots 200) \text{ мм} = 1050 + 2 \cdot 200 = 1450 \text{ мм}. \quad (3.65)$$

Приймаємо матеріал вала сталь 45, для якої  $\sigma_T = 360 \text{ МПа}$  – межа міцності;  $\sigma_B = 610 \text{ МПа}$  – тимчасовий опір;  $\sigma_{-1} = 190 \text{ МПа}$  – межа витривалості.

Розрахункову схему вала представляємо у вигляді балки на двох опорах.

Реакція в опорах:

$$R_A = R_B = F_1 = F_2 = 2326,5 \text{ Н}. \quad (3.66)$$

Згинаючі моменти:

$$M_A = 0; M_2 = R_B \cdot c = 2326,5 \cdot 0,2 = 465 \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad (3.67)$$

$$M_B = 0.$$

Приведені моменти:

$$M_{np} = \sqrt{M_{зг}^2 + T^2}; \quad (3.68)$$

$$M_{np.A} = T = 2813,5 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{np.1} = \sqrt{1341,3^2 + 2813,5^2} = 2939,83 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{np.2} = \sqrt{1341,3^2 + (0,5 \cdot 2813,5)^2} = 1873,5 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{np.B} = 0.$$

Діаметр вала в небезпечному перерізі із умови міцності на згин:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{0,1 \cdot [\sigma_{зг}]}} = \sqrt[3]{\frac{2939,8 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 72}} = 74,2 \text{ мм}; \quad (3.69)$$

тут  $[\sigma_{зг}]$  – допустиме напруження на згин,

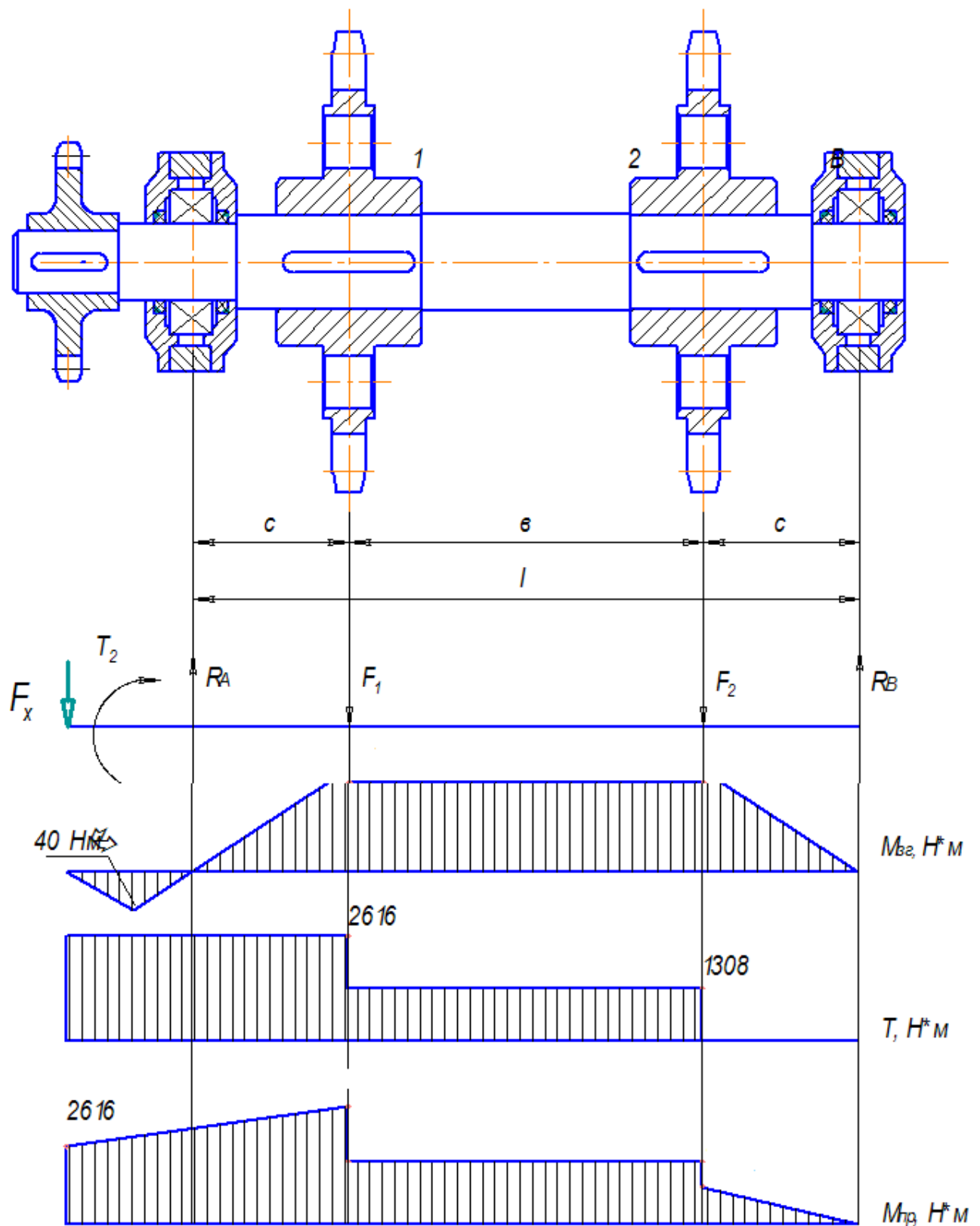


Рис. 3.6 – Розрахункова схема і епюри приводного валу

$$[\sigma_{32}] = \frac{\sigma_{-1}}{[n] \cdot k_{\sigma}} = \frac{190}{1,5 \cdot 1,75} = 72 \text{ МПа}, \quad (3.70)$$

де  $[n] = 1,2 \dots 2,5$  – коефіцієнт запасу міцності по межі витривалості;

$k_{\sigma} = 1,6 \dots 2,5$  – коефіцієнт концентрації напруг для валу зі шпоночним пазом.

Діаметр вала із умови міцності на кручення при допустимій напрузі на кручення  $[\tau_{кр}] = 20 \dots 30 \text{ МПа}$ .

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 \cdot [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{2813,5 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 30}} = 76,3 \text{ мм}. \quad (3.71)$$

Приймаємо такі розміри вала:

під напівмуфту  $d = 78 \text{ мм}$ ;

під підшипниками  $d = 85 \text{ мм}$ ;

під маточини зірочок  $d = 90 \text{ мм}$ .

**Вибір і розрахунок підшипників.** Опори привідних зірочок транспортуючих машин встановлені на рамі привода в різних корпусах, що приводить до перекосу і зміщенню осей посадкових отворів корпусів. Це вимагає використання в таких корпусах радіальних сферичних підшипників.

В залежності від діаметра вала вибираємо підшипник легкої серії 1217, для якого  $d = 85 \text{ мм}$ ;  $D = 150 \text{ мм}$ ;  $B = 28 \text{ мм}$ ;  $C = 38,7 \text{ мм}$ ;  $C_0 = 29,5 \text{ мм}$  (рис. 3.7).

Еквівалентне навантаження:

$$P_{екв} = x \cdot V \cdot F_r \cdot k_{\delta} \cdot k_T = 1 \cdot 1 \cdot 6706,6 \cdot 1 \cdot 1 = 6706,6 \text{ Н}; \quad (3.72)$$

тут  $x$  – коефіцієнт радіального навантаження;



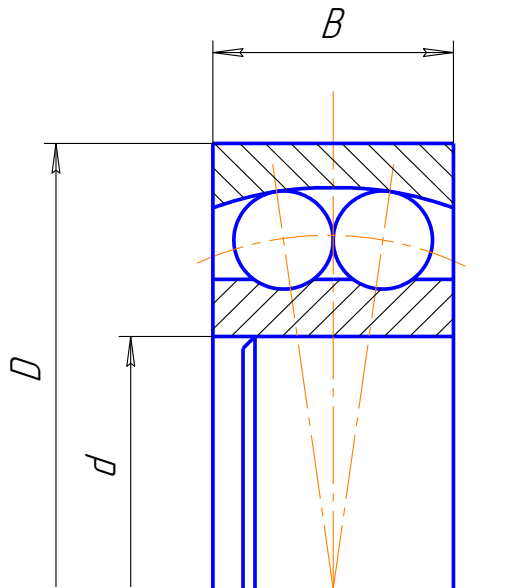


Рис. 3.7 – Схема підшипника

$V$  – коеф обертання кільця,  $V = 1$ , при обертання внутрішнього кільця;

$F_r$  – радіальне навантаження,  $F_r = R_A = 6706,6\text{Н}$ ;

$k_\sigma$  – коефіцієнт безпеки;

$k_T$  – температурний коефіцієнт.

Розраховуємо довговічність підшипника:

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left( \frac{c}{P_{екв}} \right)^m = \frac{10^6}{60 \cdot 24} \cdot \left( \frac{77200}{6706,6} \right)^3 = 1059210,3 \text{ год}, \quad (3.73)$$

що значно більше допустимої  $[L_h] = 12000$  год.

Згідно ГОСТ 13218.3 – 80 вибираємо суцільний корпус підшипника кочення вузької серії УМ-150.

Згідно ГОСТ 13219.6-81 вибираємо торцеву кришку з манжетним ущільненням МН150×85.

Згідно ГОСТ 13219.1 – 81 глуху кришку ГН-150.

Для ущільнення вибираємо згідно ГОСТ 8752-79 манжету:

Манжета І-85×104 – 3

### **Вибір і перевірка на міцність шпонок.**

Для з'єднання вала з напівмуфтою і маточиною зірочкою приймаємо призматичну шпонку із закругленими торцями. Згідно СТ СЄВ 189-75 вибираємо шпонку

$$d = 78 \text{ мм} - b \times h = 22 \times 14 \text{ мм}, t = 9 \text{ мм}, t_1 = 5,4 \text{ мм};$$

$$d = 90 \text{ мм} - b \times h = 25 \times 14 \text{ мм}, t = 9 \text{ мм}, t_1 = 5,4 \text{ мм};$$

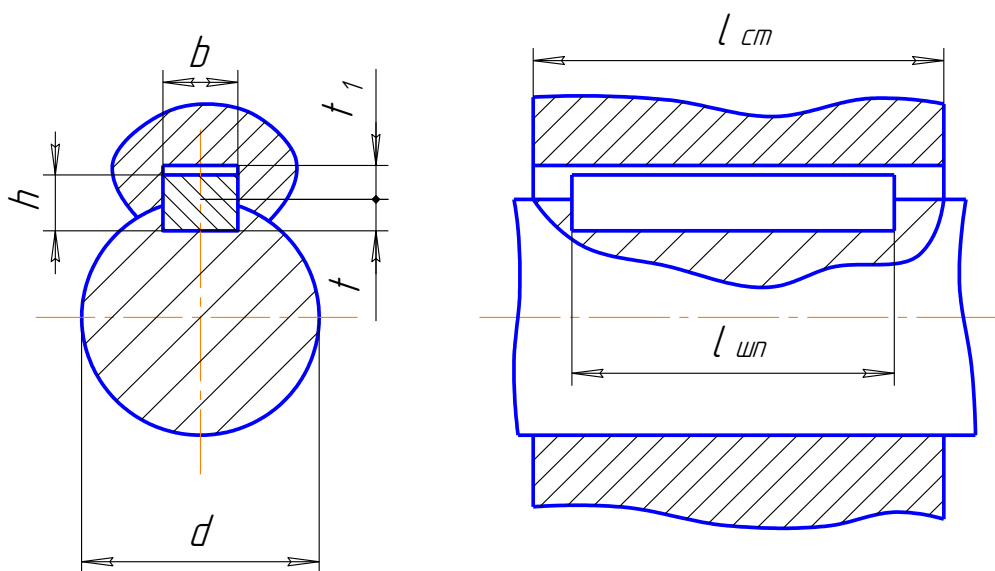


Рис.3.8 – Шпонкове з'єднання.

Довжина шпонки:  $l_{шп} = l_{мат} - (5...10) \text{ мм};$  (3.74)

$$l_{мат} = 1,5 \cdot d_g - \text{довжина маточини};$$
 (3.75)

$$l_{мат} = 1,5 \cdot 78 = 120 \text{ мм};$$

$$l_{мат} = 1,5 \cdot 90 = 140 \text{ мм};$$

тоді  $l_{unn} = 120 - 10 = 110$  мм;  $l_{unn} = 140 - 10 = 130$  мм.

Перевіримо на міцність шпонку з меншим діаметром.

Умова міцності на зріз:

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot b} = \frac{2 \cdot 2616 \cdot 10^3}{78 \cdot 22 \cdot 88} = 36,2 \text{ МПа} < [\tau_{зр}] \quad (3.76)$$

тут  $l_p$  – розрахункова довжина шпонок,  $l_p = l_{unn} - b = 110 - 22 = 88$  мм;

$[\tau_{зр}]$  – допустиме напруження на зріз,  $[\tau_{зр}] = 50 - 70$  МПа.

Умова міцності на зминання:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot t_1} = \frac{2 \cdot 2616 \cdot 10^3}{78 \cdot 88 \cdot 5,4} = 141 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}], \quad (3.77)$$

де  $[\sigma_{зм}] = 100 \dots 150$  МПа – для сталеві маточини.

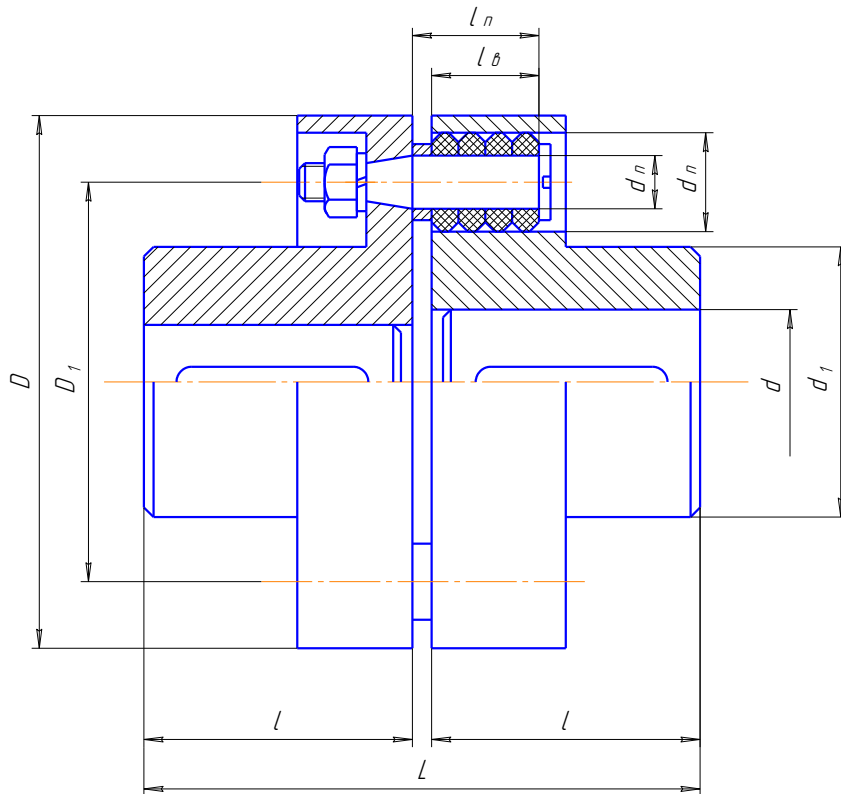
**Вибір муфт і перевірка їх елементів на міцність.** Для з'єднання кінців валів електродвигуна та швидкохідного вала редуктора, а також тихохідного вала редуктора і привідного барабана вибираємо муфту пружну втулкопальцеву згідно ГОСТ 21424-75 :

МПВП40×140 і МПВП90×320

Умова міцності пальців на згин [21]:

$$\sigma_{зг} = \frac{10 \cdot T_p \cdot l_n}{D_1 \cdot z \cdot d_n^3} < [\sigma_{зг}], \quad (3.78)$$

тут  $T_p$  – розрахунковий момент,  $T_{p(40)} = 1,25 \cdot T_1 = 1,25 \cdot 69,4 = 87 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .



Тип	Крутний момент, Н·м	$d$	$D$	$L$	$D_1$	$d_1$	$l$	Палець		Втулка		Кільк пальців.
								$d_n$	$l_g$	$d_g$	$l_g$	
МПВП40×140	125	38	140	165	10	71	80	14	33	26	28	4
МПВП90×320	4000	90	320	350	24	14	17	22	48	58	56	10
					0	0	0					

$$T_{p(90)} = 1,25 \cdot T_2 = 1,25 \cdot 2616 = 3270 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$l_n$  – довжина пальця, мм;

$D_1$  – діаметр центрів пальців, мм;

$z$  – кількість пальців;

$d_n$  – діаметр пальців, мм;

$[\sigma_{зг}] = 80 \dots 90 \text{ МПа}$  – допустиме напруження на згин.

Тоді

$$\sigma_{32} = \frac{10 \cdot 87 \cdot 10^3 \cdot 33}{105 \cdot 4 \cdot 14^3} = 20 \text{ МПа} < [\sigma_{32}], \quad (3.79)$$

$$\sigma_{32} = \frac{10 \cdot 3270 \cdot 10^3 \cdot 48}{240 \cdot 10 \cdot 22^3} = 61,4 \text{ МПа} < [\sigma_{32}],$$

Умова міцності на зминання гумових прокладок:

$$\sigma_{3M} = \frac{2 \cdot T_p}{D_1 \cdot z \cdot d_n \cdot l_e} \leq [\sigma_{3M}], \quad (3.80)$$

де  $[\sigma_{3M}] = 1,8 \dots 2,2 \text{ МПа}$  – допустиме напруження на зминання гуми, тоді

$$\sigma_{3M} = \frac{2 \cdot 87 \cdot 10^3}{105 \cdot 10 \cdot 14 \cdot 28} = 0,4 \text{ МПа} < [\sigma_{3M}];$$

$$\sigma_{3M} = \frac{2 \cdot 3270 \cdot 10^3}{240 \cdot 10 \cdot 22 \cdot 56} = 2,2 \text{ МПа} = [\sigma_{3M}].$$

Умова міцності виконується.

В даному розділі виконанні конструкторські розрахунки для основних складових лінії для пресування ємностей з тонколистового матеріалу. Також було визначено зусилля пресування, розміри конструкцій та брикету.

## 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1. Проведення наукового аудиту науково-дослідної роботи

Науковий ефект НДР можна охарактеризувати двома показниками: ступенем наукової новизни та рівнем теоретичного опрацювання.

Значення показників ступеня новизни науково-дослідної роботи в балах конкретно для нашого випадку наведено в табл. 4.1.

Таблиця 1.1 – Показники ступеня новизни науково-дослідної роботи [1]

Ступінь новизни	Характеристика ступеня новизни	Значення показника ступеня новизни, бали
Принципово нова	Робота якісно нова за постановкою задачі і ґрунтується на застосуванні оригінальних методів дослідження. Результати дослідження відкривають новий напрям в цій галузі науки і техніки. Отримано принципово нові факти, закономірності; розроблено нову теорію. Створено принципово новий пристрій, спосіб, метод	60...100
Нова	Отримано нову інформацію, яка суттєво зменшує невизначеність наявних значень (по-новому або вперше пояснено відомі факти, закономірності, впроваджено нові поняття, розкрито структуру змісту). Проведено суттєве вдосконалення, доповнення і уточнення раніше досягнутих результатів	40...60
Відносно нова	Робота має елементи новизни в постановці задачі і методах дослідження. Результати дослідження систематизують і узагальнюють наявну інформацію, визначають шляхи подальших досліджень; вперше знайдено зв'язок (або знайдено новий зв'язок) між явищами. В принципі, відомі положення поширено на велику кількість об'єктів, в результаті чого знайдено ефективне рішення. Розроблено більш прості способи для досяг-	10...40

	нення відомих результатів. Проведено часткову раціональну модифікацію (з ознаками новизни)	
Традиційна	Робота виконана за традиційною методикою. Результати дослідження мають інформаційний характер. Підтверджено або поставлено під сумнів відомі факти та твердження, які потребують перевірки. Знайдено новий варіант рішення, який не дає суттєвих переваг порівняно з існуючим	2...10
Не нова	Отримано результат, який раніше зафіксований в інформаційному полі та не був відомий авторам	1...2

За даними таблиці 4.1. ступінь новизни науково-дослідної роботи складає  $k_{нов} = 50$  балів.

Значення показників рівня теоретичного опрацювання науково-дослідної роботи в балах конкретно для нашого випадку наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Показники рівня теоретичного опрацювання науково-дослідної роботи [22]

Характеристика рівня теоретичного опрацювання	Значення показника рівня теоретичного опрацювання, бали
Відкриття закону, розробка теорії	80...100
Глибоке опрацювання проблеми: багатоаспектний аналіз зв'язків, взаємозалежності між фактами з наявністю пояснень, наукової систематизації з побудовою евристичної моделі або комплексного прогнозу	60...80
Розробка способу (алгоритму, програми), пристрою, отримання нової речовини	20...60
Елементарний аналіз зв'язків між фактами та наявною гіпотезою, класифікація, практичні рекомендації для окремого випадку тощо	6...20
Опис окремих елементарних фактів, викладення досвіду, результатів спостережень, вимірювань тощо	1...5

За даними таблиці 4.2. ступінь новизни науково-дослідної роботи складає  $k_{теор} = 70$  балів.

Показник, який характеризує науковий ефект, визначається за виразом:

$$E_{\text{нау}} = 0,6 \cdot k_{\text{нов}} + 0,4 \cdot k_{\text{теор}}, \quad (4.1)$$

де  $k_{\text{нов}}$ ,  $k_{\text{теор}}$  – показники ступенів новизни та рівня теоретичного опрацювання науково-дослідної роботи, бали;

0,6 та 0,4 – питома вага (значимість) показників ступеня новизни та рівня теоретичного опрацювання науково-дослідної роботи.

$$E_{\text{нау}} = 0,6 \cdot 50 + 0,4 \cdot 70 = 58$$

Отримані значення порівнюємо з граничними, які наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Граничні значення показника наукового ефекту

Досягнутий рівень показника	Кількість балів
Високий	70...100
Середній	50...69
Достатній	15...49
Низький (помилкові дослідження)	1...14

Встановивши рівень наукового ефекту проведеної науково-дослідної роботи, який є середнім, можна сказати, що розробка та її впровадження є актуальним в теперішній час.

## 4.2 Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Метою проведення комерційного та технологічного аудиту є оцінювання комерційного потенціалу розробки установки для пресування емностей з тонколистового матеріалу, з покращеними техніко-економічними показниками.

Для проведення технологічного аудиту було залучено 3-х незалежних



експертів Вінницького національного технічного університету кафедри галузевого машинобудування: д.т.н., проф. Поліщук Л.К., к.т.н., проф. Обертюх Р.Р., к.т.н., доц. Слабкий А.В. Для проведення технологічного аудиту було використано таблицю 4.4 [22] в якій за п'ятибальною шкалою використовуючи 12 критеріїв здійснено оцінку комерційного потенціалу.

Таблиця 4.4 – Рекомендовані критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки та їх можлива бальна оцінка

Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Кри-терій	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції:					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено роботоздатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги (недоліки):					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційних витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів

Продовження табл. 4.4

Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкуренція немає
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні недорогі та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Таблиця 4.5 – Рівні комерційного потенціалу розробки

Середньоарифметична сума балів СБ, розрахована на основі висновків експертів	Рівень комерційного потенціалу розробки
0-10	Низький
11-20	Нижче середнього
21-30	Середній
31-40	Вище середнього
41-48	Високий

В таблиці 4.6 наведено результати оцінювання експертами комерційного потенціалу розробки.

Таблиця 4.6 – Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	Прізвище, ініціали, посада експерта		
	Поліщук Л. К.	Обертюх Р.Р.	Слабкий А.В.
	Бали, виставлені експертами:		
1	4	3	4
2	4	3	4
3	4	4	3
4	3	3	4
5	4	4	3
6	3	4	4
7	3	4	3
8	4	3	3
9	3	4	4
10	3	3	4
11	3	3	3
12	4	4	4
Сума балів	СБ <sub>1</sub> =42	СБ <sub>2</sub> =41	СБ <sub>3</sub> =42
Середньоарифметична сума балів $\overline{СБ}$	$\overline{СБ} = \frac{\sum_1^3 СБ_i}{3} = \frac{42 + 41 + 42}{3} = 41$		

Середньоарифметична сума балів, розрахована на основі висновків експертів склала 41 бал, що згідно таблиці 4.5 вважається, що рівень комерційного потенціалу проведених досліджень є високий.

Результати магістерської роботи є актуальними для переробних підприємств.

Порівняємо нову розробку з аналогами, які існують на ринку. В якості аналога було обрано ЕКО-PRASY.PL ПРЕС-ПІДБИРАЧ ДЛЯ БАНОК MILPAR HСAV. Недоліком даної конструкції є висока ціна та відсутність зворотного зв'язку між вузлами установки автоматизованої системи.

Проведемо оцінку якості і конкурентоспроможності нової розробки порівняно з аналогом. В таблиці 4.7 наведені основні техніко-економічні показники аналога і нової розробки.

Таблиця 4.7 – Основні параметри нової розробки та товару-конкурента

Показник	Варіанти		Відносний показник якості	Коефіцієнт вагомості параметра
	Базовий (товар-конкурент)	Новий (інноваційне рішення)		
1	2	3	4	5
Корисне зусилля	2000	10000	5	30
Продуктивність	100	150	1,5	20
Швидкодія	1	2	2	20
Напрацювання на відмову, год	3000	3000	1	15
Масо-габарити, кг	4500	4000	1,125	15

Проведемо оцінку якості продукції, яка є найефективнішим засобом забезпечення вимог споживачів та порівняємо її з аналогом.

Визначимо відносні одиничні показники якості по кожному параметру за формулами (4.2) та (4.3) і занесемо їх у відповідну колонку табл. 4.7.

$$q_i = \frac{P_{Hi}}{P_{Bi}} \quad (4.2)$$

або

$$q_i = \frac{P_{Bi}}{P_{Hi}} \quad (4.3)$$

де  $P_{Hi}$ ,  $P_{Bi}$  – числові значення  $i$ -го параметру відповідно нового і базового виробів.

$$q_1 = \frac{10000}{2000} = 5;$$

$$q_2 = \frac{150}{100} = 1,5;$$

$$q_3 = \frac{2}{1} = 2;$$

$$q_4 = \frac{3000}{3000} = 1;$$

$$q_5 = \frac{15}{12} = 1,25.$$

Відносний рівень якості нової розробки визначаємо за формулою:

$$K_{\text{я.в.}} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot \alpha_i, \quad (4.4)$$

$$K_{\text{я.в.}} = 5 \cdot 0,3 + 1,5 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,15 + 1,25 \cdot 0,15 = 2,5$$

Відносний коефіцієнт показника якості нової розробки більший одиниці, отже нова розробка якісніший базового товару-конкурента.

Наступним кроком є визначення конкурентоспроможності товару. Конкурентоспроможність товару є головною умовою конкурентоспроможності підприємства на ринку і важливою основою прибутковості його діяльності.

Однією із умов вибору товару споживачем є збіг основних ринкових характеристик виробу з умовними характеристиками конкретної потреби покупця. Такими характеристиками найчастіше вважають нормативні та технічні параметри, а також ціну придбання та вартість споживання товару.

В табл. 4.8 наведено технічні та економічні показники для розрахунку конкурентоспроможності нової розробки відносно товару-аналога, технічні дані взяті з попередніх розрахунків.

Таблиця 4.8 – Нормативні, технічні та економічні параметри нової розробки і товару-виробника

Показники	Варіанти	
	Базовий (товар-конкурент)	Новий (інноваційне рішення)
1	2	3
1. Нормативно-технічні показники		
Корисне зусилля	2000	10000
Продуктивність	100	150
Швидкодія	1	2
Напрацювання на відмову, год	3000	3000
Масо-габарити, кг	15	12
2. Економічні показники		
Ціна придбання, грн.	86000	52000

Загальний показник конкурентоспроможності інноваційного рішення (К) з урахуванням вищезазначених груп показників можна визначити за формулою:

$$K = \frac{I_{m.n.}}{I_{e.n.}}, \quad (4.5)$$

де  $I_{m.n.}$  – індекс технічних параметрів;  $I_{e.n.}$  – індекс економічних параметрів.

Індекс технічних параметрів є відносним рівнем якості інноваційного рішення. Індекс економічних параметрів визначається за формулою (4.6)

$$I_{e.n.} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{Hei}}{\sum_{i=1}^n P_{Bei}}, \quad (4.6)$$

де  $P_{Hei}$ ,  $P_{Bei}$  – економічні параметри (ціна придбання та споживання товару) відповідно нового та базового товарів.

$$I_{e.n.} = \frac{52000}{86000} = 0,6;$$

$$K = \frac{2,5}{0,6} = 4,2.$$

Зважаючи на розрахунки, можна зробити висновок, що нова розробка буде конкурентоспроможніше, ніж конкурентний товар.

### 4.3 Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи

Витрати, пов'язані з проведенням науково-дослідної роботи групуються за такими статтями: витрати на оплату праці, витрати на соціальні заходи, матеріали, паливо та енергія для науково-виробничих цілей, витрати на службові відрядження, програмне забезпечення для наукових робіт, інші витрати, накладні витрати.

1. Основна заробітна плата кожного із дослідників  $Z_0$ , якщо вони працюють в наукових установах бюджетної сфери визначається за формулою:

$$Z_0 = \frac{M}{T_p} * t \text{ (грн)} \quad (4.7)$$

де  $M$  – місячний посадовий оклад конкретного розробника (інженера, дослідника, науковця тощо), грн.;

$T_p$  – число робочих днів в місяці; приблизно  $T_p \approx 21...23$  дні;

$t$  – число робочих днів роботи дослідника.

Для розробки малогабаритного гідроімпульсного вібратора – гідроциліндра необхідно залучити інженера з посадовим окладом 12000 грн. Кількість робочих днів у місяці складає 21, а кількість робочих днів інженера складає 21. Зведемо сумарні розрахунки до таблиця 4.9.

Таблиця 4.9 – Заробітна плата дослідника в науковій установі бюджетної сфери

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату грн.
Керівник	20000	909,1	5	4545
Інженер	12000	545,5	21	11455
Всього				16000

2. Витрати на основну заробітну плату робітників ( $Z_p$ ) за відповідними найменуваннями робіт розраховують за формулою:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (4.8)$$

де  $C_i$  – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, за виконану відповідну роботу, грн/год;

$t_i$  – час роботи робітника на виконання певної роботи, год.

Погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду  $C_i$  можна визначити за формулою:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_c}{T_p \cdot t_{зм}}, \quad (4.9)$$

де  $M_M$  – розмір прожиткового мінімуму працездатної особи або мінімальної місячної заробітної плати (залежно від діючого законодавства), грн;

$K_i$  – коефіцієнт міжкваліфікаційного співвідношення для встановлення тарифної ставки робітнику відповідного розряду;

$K_c$  – мінімальний коефіцієнт співвідношень місячних тарифних ставок робітників першого розряду з нормальними умовами праці виробничих об'єднань і підприємств до законодавчо встановленого розміру мінімальної заробітної плати.

$T_p$  – середня кількість робочих днів в місяці, приблизно  $T_p = 21 \dots 23$  дні;

$t_{зм}$  – тривалість зміни, год.



Таблиця 4.10 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Тривалість роботи, год	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн	Величина оплати на робітника, грн
1.Підготовчі	2	1	1	38,1	76,1
2.Монтажні	3	3	1,35	51,4	154,2
3.Складальні	2	5	1,7	64,7	129,4
4.Налагоджувальні	6	2	1,1	41,9	251,3
Всього					611

### 3. Розрахунок додаткової заробітної плати робітників

Додаткова заробітна плата  $Z_d$  всіх розробників та робітників, які приймали участь в розробці нового технічного рішення розраховується як 10 - 12 % від основної заробітної плати робітників.

На даному підприємстві додаткова заробітна плата начисляється в розмірі 11% від основної заробітної плати.

$$Z_d = (Z_o + Z_p) * \frac{N_{\text{дод}}}{100\%} \quad (4.10)$$

$$Z_d = 0,11 * (16000 + 611) = 1827,21 \text{ (грн)}$$

4. Нарахування на заробітну плату  $N_{3П}$  дослідників та робітників, які брали участь у виконанні даного етапу роботи, розраховуються за формулою (4.11):

$$N_{3П} = (Z_o + Z_p + Z_d) * \frac{\beta}{100} \text{ (грн)} \quad (4.11)$$

де  $Z_o$  – основна заробітна плата розробників, грн.;

$Z_d$  – додаткова заробітна плата всіх розробників та робітників, грн.;

$Z_p$  – основну заробітну плату робітників, грн.;

$\beta$  – ставка єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування, % .

Дана діяльність відноситься до бюджетної сфери, тому ставка єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування буде складати 22%, тоді:

$$H_{3П} = (16000 + 611 + 1827,21) \cdot \frac{22}{100} = 4056,4 \text{ (грн)}$$

#### 5. Сировина та матеріали.

До статті «Сировина та матеріали» належать витрати на сировину, основні та допоміжні матеріали, інструменти, пристрої та інші засоби й предмети праці, які придбані у сторонніх підприємств, установ і організацій та витрачені на проведення досліджень за прямим призначенням згідно з нормами їх витрачання, а також витрачені придбані напівфабрикати, що підлягають монтажу або виготовленню й додатковій обробці в цій організації, чи дослідні зразки, що виготовляються виробниками за документацією наукової організації.

Витрати на матеріали (М) у вартісному вираженні розраховуються окремо для кожного виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_{i=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j - \sum_{i=1}^n V_j \cdot C_{vj}, \quad (4.12)$$

де  $H_j$  – норма витрат матеріалу  $j$ -го найменування, кг;

$n$  – кількість видів матеріалів;

$C_j$  – вартість матеріалу  $j$ -го найменування, грн/кг;

$K_j$  – коефіцієнт транспортних витрат, ( $K_j = 1,1 \dots 1,15$ );

$V_j$  – маса відходів  $j$ -го найменування, кг;

$C_{vj}$  – вартість відходів  $j$ -го найменування, грн/кг.

Проведені розрахунки зведені в таблицю 4.11.

Таблиця 4.11 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн	Норма витрат, кг	Вартість витраченого матеріалу, грн
Сталь 45	45,4	5	227
Сталь 20Х	45,6	2,5	114
Метизи	12	1	12
Сталь 60С2А	180	0,5	90
Всього			443
З врахуванням коефіцієнта транспортування			487,3

6. Витрати комплектуючі К, що були використані під час виконання даного етапу роботи, розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою:

$$K = \sum_{i=1}^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (4.13)$$

де  $H_i$  – кількість комплектуючих  $i$ -го виду, шт.;

$C_i$  – покупна ціна комплектуючих  $i$ -го найменування, грн.;

$K_i$  – коефіцієнт транспортних витрат (1,1...1,15).

Таблиця 4.12 – Комплектуючі, щовикористані на розробку

Найменування	Ціна за одиницю, грн.	Витрачено	Вартість витраченого матеріалу, грн.
Ущільнення	42,50	5	212,5
Олива	55,00	20	1100
З врахуванням коефіцієнта транспортування			1443,75

7. Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень, які використовувались під час виконання даного етапу роботи

Дані відрахування розраховують по кожному виду обладнання, приміщенням тощо.

$$A = \frac{Ц \cdot T}{T_{кор} \cdot 12} \text{ [грн]}, \quad (4.14)$$

де Ц – балансова вартість даного виду обладнання (приміщень), грн.;

$T_{кор}$  – час користування;

T – термін використання обладнання (приміщень), цілі місяці.

Згідно пункту 137.3.3 Податкового кодекса амортизація нараховується на основні засоби вартістю понад 2500 грн. В нашому випадку для написання магістерської роботи використовувався персональний комп'ютер вартістю 20000 грн.

$$A = \frac{20000 \cdot 1}{2 \cdot 12} = 833,33$$

#### 8. Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт

Балансову вартість спецустаткування розраховують за формулою:

$$B_{\text{спец}} = \sum_{i=1}^k Ц_i \cdot C_{\text{пр.і}} \cdot K_i, \quad (4.15)$$

де  $Ц_i$  – ціна придбання одиниці спецустаткування даного виду, марки, грн;

$C_{\text{пр.і}}$  – кількість одиниць устаткування відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

$K_i$  – коефіцієнт, що враховує доставку, монтаж, налагодження устаткування тощо, ( $K_i = 1,10 \dots 1,12$ );

k – кількість найменувань устаткування.

$$B_{\text{спец}} = 9312 \cdot 1 \cdot 1,1 = 10243,2$$

#### 9. Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт.

Балансову вартість програмного забезпечення розраховують за формулою:

$$B_{\text{прг}} = \sum_{i=1}^k Ц_{\text{іпрг}} \cdot C_{\text{прг.і}} \cdot K_i, \quad (4.16)$$

де  $C_{\text{прг}}$  – ціна придбання одиниці програмного засобу цього виду, грн;  
 $C_{\text{прг } i}$  – кількість одиниць програмного забезпечення відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

$K_i$  – коефіцієнт, що враховує інсталяцію, налагодження програмного засобу тощо, ( $K_i = 1,10 \dots 1,12$ );

$k$  – кількість найменувань програмних засобів.

$$V_{\text{прг}} = 2000 \cdot 1 \cdot 1,1 = 2200.$$

10. До статті «Паливо та енергія для науково-виробничих цілей» відносяться витрати на всі види палива й енергії, що безпосередньо використовуються з технологічною метою на проведення досліджень.

$$V_e = \sum_{i=1}^n \frac{W_{yt} \cdot t_i \cdot C_e \cdot K_{\text{впі}}}{\eta_i} \quad (4.17)$$

де  $W_{yt}$  – встановлена потужність обладнання на певному етапі розробки, кВт;

$t_i$  – тривалість роботи обладнання на етапі дослідження, год;

$C_e$  – вартість 1 кВт-години електроенергії, грн;

$K_{\text{впі}}$  – коефіцієнт, що враховує використання потужності,  $K_{\text{впі}} < 1$ ;

$\eta_i$  – коефіцієнт корисної дії обладнання,  $\eta_i < 1$ .

Для написання магістерської роботи використовується персональний комп'ютер для якого розрахуємо витрати на електроенергію.

$$V_e = \frac{0,5 \cdot 170 \cdot 4,1 \cdot 0,5}{0,8} = 217,81$$

11. Службові відрядження.

Витрати за статтею «Службові відрядження» розраховуються як 20...25% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$V_{\text{св}} = (Z_o + Z_p) * \frac{H_{\text{св}}}{100\%}, \quad (4.18)$$

де  $H_{CB}$  – норма нарахування за статтею «Службові відрядження».

$$B_{CB} = 0,2 * (16000 + 611) = 3322,19,$$

12. Накладні (загальновиробничі) витрати  $B_{HЗВ}$  охоплюють: витрати на управління організацією, оплата службових відряджень, витрати на утримання, ремонт та експлуатацію основних засобів, витрати на опалення, освітлення, водопостачання, охорону праці тощо. Накладні (загальновиробничі) витрати  $B_{HЗВ}$  можна прийняти як (100...150)% від суми основної заробітної плати розробників та робітників, які виконували дану МКНР, тобто:

$$B_{HЗВ} = (З_о + З_р) \cdot \frac{H_{HЗВ}}{100\%}, \quad (4.19)$$

де  $H_{HЗВ}$  – норма нарахування за статтею «Інші витрати».

$$B_{HЗВ} = (16000 + 611) \cdot \frac{200}{100\%} = 33221,99 \text{ грн}$$

Сума всіх попередніх статей витрат дає витрати, які безпосередньо стосуються даного розділу МКНР

$$B = 16000 + 611 + 1827,21 + 4056,64 + 487,3 + 1443,75 + 833,33 + 10243,2 + \\ + 2200 + 217,81 + 3322,19 + 33221,99 = 74264,2 \text{ грн}$$

Прогнозування загальних втрат  $ЗВ$  на виконання та впровадження результатів виконаної МКНР здійснюється за формулою:

$$ЗВ = \frac{B}{\eta}, \quad (4.20)$$

де  $\eta$  – коефіцієнт, який характеризує стадію виконання даної НДР.

Оскільки, робота знаходиться на стадії науково-дослідних робіт, то коефіцієнт  $\beta = 0,5$ .

Звідси:

$$ЗВ = \frac{74264,2}{0,5} = 148528,38 \text{ грн.}$$

#### 4.4 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки

У даному підрозділі кількісно спрогнозуємо, яку вигоду, зиск можна отримати у майбутньому від впровадження результатів виконаної наукової роботи. Розрахуємо збільшення чистого прибутку підприємства  $\Delta\Pi_i$ , для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки, за формулою

$$\Delta\Pi_i = \sum_1^n (\Delta\Pi_o \cdot N + \Pi_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\nu}{100}\right) \quad (4.21)$$

де  $\Delta\Pi_o$  – покращення основного оціночного показника від впровадження результатів розробки у даному році.

$N$  – основний кількісний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році до впровадження результатів наукової розробки;

$\Delta N$  – покращення основного кількісного показника діяльності підприємства від впровадження результатів розробки:

$\Pi_o$  – основний оціночний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році після впровадження результатів наукової розробки;

$n$  – кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки:

$\lambda$  – коефіцієнт, який враховує сплату податку на додану вартість. Ставка податку на додану вартість дорівнює 20%, а коефіцієнт  $\lambda = 0,8333$ .

$\rho$  – коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту.  $\rho = 0,25$ ;

$\nu$  – ставка податку на прибуток. У 2022 році – 18%.

Припустимо, що при впровадженні результатів наукової розробки покращується якість програмного продукту для формування індивідуальних тренувань. Припустимо, що ціна від зросте на 3000 грн. Кількість одиниць реалізованої продукції також збільшиться: протягом першого року на 500 шт., протягом другого року – на 700 шт., протягом третього року на 900 шт. Реалізація продукції до впровадження розробки складала 1 шт., а її ціна до 52000 грн. Розрахуємо прибуток, яке отримає підприємство протягом трьох років.

$$\begin{aligned}\Delta\P_1 &= [3000 \cdot 1 + (52000 + 3000) \cdot 500] \cdot 0,833 \cdot 0,25 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) \\ &= 4698241,2 \text{ грн.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta\P_2 &= [3000 \cdot 1 + (52000 + 3000) \cdot (500 + 700)] \cdot 0,833 \cdot 0,25 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) \\ &= 11277549 \text{ грн.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta\P_3 &= [3000 \cdot 1 + (52000 + 3000) \cdot (500 + 700 + 900)] \cdot 0,833 \cdot 0,25 \\ &\cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 19733461 \text{ грн.}\end{aligned}$$

#### **4.5 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності**

Розрахуємо основні показники, які визначають доцільність фінансування наукової розробки певним інвестором, є абсолютна і відносна ефективність вкладених інвестицій та термін їх окупності.

Розрахуємо величину початкових інвестицій  $PV$ , які потенційний інвестор має вкласти для впровадження і комерціалізації науково-технічної розробки.

$$PV = k_{\text{інв}} \cdot 3B, \quad (4.22)$$



$k_{\text{інв}}$  – коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію. Це можуть бути витрати на підготовку приміщень, розробку технологій, навчання персоналу, маркетингові заходи тощо ( $k_{\text{інв}} = 2 \dots 5$ ).

$$PV = 3 \cdot 148528,38 = 445585,15$$

Розрахуємо абсолютну ефективність вкладених інвестицій  $E_{\text{абс}}$  згідно наступної формули:

$$E_{\text{абс}} = (ПП - PV) \quad (4.23)$$

де ПП – приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство від реалізації результатів наукової розробки, грн.;

$$ПП = \sum_1^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^t}, \quad (4.24)$$

де  $\Delta\Pi_i$  – збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої НДЦКР, грн.;

$T$  – період часу, протягом якого виявляються результати впровадженої НДДКР, роки;

$\tau$  – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні; для України цей показник знаходиться на рівні 0,2;

$t$  – період часу (в роках).

$$ПП = \frac{4698241,2}{(1 + 0,2)^1} + \frac{11277549}{(1 + 0,2)^2} + \frac{19733461}{(1 + 0,2)^3} = 23219774,57 \text{ грн.}$$

$$E_{\text{абс}} = (23219774,57 - 445585,15) = 22774189,42 \text{ грн.}$$

Оскільки  $E_{\text{абс}} > 0$  то вкладання коштів на виконання та впровадження результатів НДДКР може бути доцільним.

Розрахуємо відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій  $E_e$ . Для цього користуються формулою:

$$E_e = T_{жс} \sqrt[3]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1, \quad (4.25)$$

$T_{жс}$  – життєвий цикл наукової розробки, роки.

$$E_e = \sqrt[3]{1 + \frac{22774189,42}{445585,15}} - 1 = 4,36 = 436\%$$

Визначимо мінімальну ставку дисконтування, яка у загальному вигляді визначається за формулою:

$$\tau = d + f, \quad (4.26)$$

де  $d$  – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2022 році в Україні  $d = (0,14 \dots 0,2)$ ;

$f$  – показник, що характеризує ризикованість вкладень; зазвичай, величина  $f = (0,05 \dots 0,1)$ .

$$\tau_{\min} = 0,18 + 0,05 = 0,23$$

Так як  $E_e > \tau_{\min}$  то інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні даної наукової розробки.

Розрахуємо термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій за формулою:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_e} \quad (4.27)$$

$$T_{ок} = \frac{1}{4,36} = 0,2 \text{ роки}$$

Так як  $T_{ок} \leq 3 \dots 5$ -ти років, то фінансування даної наукової розробки в принципі є доцільним.

#### **4.6 Висновки до економічного розділу**

Було встановлено рівень наукового ефекту проведеної науково-дослідної роботи, який є середнім, що свідчить про актуальність в теперішній час наукової розробки. Результати проведеного технологічного аудиту свідчать про те, що рівень комерційного потенціалу установки для пресування емностей з тонколистового матеріалу є високий. При порівнянні нової розробки з аналогом виявлено, що вона є якіснішою і конкурентоспроможнішою відносно аналога, а також краще по технічним і економічним показникам.

Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи по кожній з статей витрат складе 74264,2 грн. Загальна ж величина витрат на виконання та впровадження результатів даної НДР буде складати 148528,38 грн.

Вкладені інвестиції в даний проект окупляться через 2 місяці при прогнозованому прибутку 23219774,57 грн. за три роки.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙШИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта

#### 5.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць

При розробці конструкції робочого органу екскаватора для виконання планувальних робіт, на працівників можуть впливати шкідливі та небезпечні виробничі фактори [23].

До шкідливих виробничих факторів відносять:

а) фізичні: рухомі частини виробничого обладнання; вироби, що переміщуються; підвищений рівень шуму; гострі кромки, заусенці; підвищена напруга в електричній мережі, замикання якої може пройти через тіло людини; недостатня освітленість робочої зони; недостатня природного освітлення;

б) хімічні: загальнотоксичні ( $\text{CO}_2$  – джерело – міжцеховий автотранспорт; вуглеводні – містяться у парах ЗОР); роздратовуючі (пари лугів з ЗОР);

в) психологічні: фізичні перевантаження (при перенесенні деталей з конвеєра до робочого місця); нервово-психічні перевантаження (викликаються монотонністю праці).

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

Робочі місця оснащуються місцевою витяжною вентиляцією.

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

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

Підлогу роблять твердою, негорючою, не слизькою і рівною.

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

Вимоги до виробничих та допоміжних приміщень. Будівлі повинні від-

повідати вимогам:

- площа виробничого приміщення на одного працюючого -  $4,5 \text{ м}^2$ ;
- об'єм виробничого приміщення на одного працюючого -  $15 \text{ м}^3$ ;
- висота цеху - 3,5м.

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

Згідно зі [1] допоміжні приміщення потрібно розташовувати в добудованих до виробничих будівель в місцях з найменшою дією небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

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

#### 5.1.2 Електробезпека

Проектована ділянка по безпеці ураження людей електричним струмом до особливо небезпечних приміщень, оскільки на цій ділянці існують струмопровідні поли і можливість одночасного дотику людини до механізмів, що мають з'єднання з землею, з одного боку, і до металевих корпусів з іншого.

В якості захисного засобу на ділянці використовується занулення для трьохфазноїчотирьохпровідної мережі із заземленою нейтраллю. Занулення перетворює замикання на корпус в однофазне коротке замикання між фазним і нульовим проводами з метою утворення більшого струму, здатного забезпечити спрацювання захисту і відключення установки від мережі[2].

Другим основним засобом електробезпеки є захисне заземлення всіх струмопровідних корпусів обладнання на ділянці.

Захисна дія заземлення ґрунтується на зменшенні напруги дотику між корпусом обладнання і землею. При замиканні якої фази на струмопровідний корпус через провідник заземлення фаза замикається на землю.

Це є однофазне коротке замикання, від струму якого спрацює захисне обладнання, яке відключає дану установку від електромережі.

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

## 5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

### 5.2.1 Мікроклімат

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

Оптимальні і допустимі норми цих параметрів в залежності від категорії робіт, періоду року визначає [25]. Роботи, що виконуються відносяться до категорії робіт Пб – середньої важкості. Вони пов'язані з розбиранням і збиранням вузлів і агрегатів. Ці роботи пов'язані з середнім фізичним навантаженням.

Числові значення цих норм додано в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Оптимальні і допустимі норми параметрів мікроклімату в приміщенні

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

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

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

## 5.2.2 Виробниче освітлення

Освітлення на ділянці природне бокове та штучне. Згідно з [4] роботи що виконуються на даній ділянці відносяться до розряду зорової роботи IVa. Освітленість при системі одного загального освітлення 300 лк. Характеристика зорової роботи середньої точності. Найменший розмір розрізнення 1 мм.

На ділянці спроектоване устаткування для освітлення з урахуванням класифікації пожежовибухонебезпечних технологічних одиниць і устаткування. Значення якісних та кількісних показників освітлення передбачені вимогами [26] наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Параметри штучного та природного освітлення

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

Природне освітлення на ділянці - бокове одностороннє.

Характеристика штучних джерел світла наведено в табл.5.3.

Таблиця 5.3 – Підбір штучних джерел світла

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

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

### 5.2.3 Виробничий шум

Під час роботи на ділянці робітники піддаються впливу шуму. Джерелами шуму є: верстати, допоміжний транспорт та інше обладнання.

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях відповідно до [27] приведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 - Рівні звукового тиску

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

При надмірних шумах встановлено звукоізоляцію, кожухи, відбиваючі екрани, заглушки та інші пристрої. Шумові машини закриваються звукоізованими кожухами, які виготовлені з металу та облицьовані зсередини звукопоглинаючими матеріалами, де неможливо ізолювати джерелашуму проводять акустичну обробку.

### 5.2.5 Виробничі вібрації

Крім впливу шуму на ділянці робітники піддаються впливу вібрації. Захист від вібрації повинен задовольняти вимогам [27]. На робітників мо-



же також діяти локальна та загальна вібрації. Загальна вібрація категорії "З" тип "а", критерії оцінки - границя зниження продуктивності праці.

Нормування вібрацій наведено в таблиці 6.5

Таблиця 5.5 - Характеристики вібрацій

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

Вібрації знижуються за допомогою амортизаторів, змащувальних матеріалів і реактивних гасників пульсацій. Для особистого захисту робітників застосовують спеціальне взуття на вібропоглинаючій підошві, рукавиці з м'якими налодонниками. Відробезпека праці на підприємстві забезпечується дотриманням правил умов експлуатації машин і введення процесів підтримання технічного стану машин, параметрів технологічних процесів і елементів виробничого середовища, своєчасним проведенням планового і попереднього ремонту машин і обладнання.

#### 5.4 Пожежна безпека

Дільниця належить до категорії приміщення з позначкою Г. Категорію Г для будівель застосовані тому, що дільниця характеризується негорючими речовинами і матеріалами в гарячому або розжареному стані з виділенням променевого тепла, іскр, газоподібних речовин [28].

Характеристика приміщення по вибухопожежній небезпеці відображена в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Характеристика приміщення по вибухопожежній небезпеці

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

За ступенем вогнестійкості елементів будівля відноситься до групи II.

Ступінь вогнестійкості будівлі II - це будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних та штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плиткових матеріалів таблиці 6.7 та 6.8.

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

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

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

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

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

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

Для гасіння пожежі передбачені:

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

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

У покритті будівель допускається застосовувати незахищені сталеві конструкції.

## **5.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях**

При використанні об'ємного гідроприводу, гідросистеми і гідропристроїв, що входять до їх складу, в різного роду машинах виникають чинники і небезпеки, що впливають на безпеку цих машин.

При роботі об'ємного гідроприводу, гідросистеми і гідропристроїв, що входять до їх складу, можуть виникати такі небезпеки:

1. Механічні небезпеки, що виникають через:

- недостатню механічну міцність конструкції гідропристроїв внаслідок перевищення максимального тиску робочої рідини;
- дії зовнішніх механічних чинників - вібрації, удари і лінійні прискорення в місцях кріплення гідропристроїв;

- накопичення енергії в пружних елементах (пружинах), робочих рідинах, газах під тиском або у вакуумі;

- кінетичну або потенційну енергію при контрольованому і неконтрольованому русі, утриманні піднятого гідроприводом вантажу і втраті стійкості утримуючих його пристроїв;

- недостатній або вичерпаний ресурс і надійність гідроприводів, гідросистем і гідропристроїв;

- викиди робочої рідини під високим тиском.

2. Шумові (акустичні) і вібраційні дії, що створюються працюючим гідроприводом, гідросистемою або гідропристроєм.

3. Термічні небезпеки, що утворюються:

- при порушенні герметичності з'єднань з витокком робочої рідини назовні, що проявляються у вигляді опіків або обварювання внаслідок зіткнення з нагрітою або переохолодженою робочою рідиною;

- при займанні або вибуху пари робочої рідини з ураженням органів людини внаслідок контакту і (чи) при вдиханні пари або туманів робочої рідини;

- при випромінюванні від теплових джерел

4. Небезпеки в результаті порушення в енергопостачанні гідроприводу, гідросистеми або керуючих пристроїв, що викликають коливальні процеси в роботі гідроприводу або гідросистеми, невиконання зупинної (аварійною) команди і неповне спрацювання захисних пристроїв, ураження електричним струмом обслуговуючого персоналу.

5. Небезпеки ураження електричним струмом внаслідок порушення в ізоляції струмоведучих ланцюгів.

6. Небезпек, що виникають на спеціалізованих гідроприводах і гідросистемах, що мають у своєму складі іонізовані або неіонізовані джерела випромінювання.

7. Небезпеки, викликані неправильною установкою аварійних символів і сигналів, різних інформаційних або застережливих і аварійних пристроїв

і що порушують безпеку роботи у разі можливого виникнення особливо небезпечних факторів

8. Небезпеки, пов'язані з незабезпеченням правильного монтажу, безпечної наладки і технічного обслуговування, сприяючих зниженню безпеки гідроприводу, гідросистеми або гідропристою.

9. Небезпеки через неумисні дії обслуговуючого гідропривід (гідросистему) персоналу внаслідок недостатнього опрацювання і розміщення гідропристоїв, що здатні привести до небезпечних станів машини (агрегату).

10. Небезпеки, викликані несправністю або неправильним функціонуванням системи управління гідроприводом (гідросистемою), роботи, що виражаються в несподіваному пуску або продовженні, і що призводять до небезпечних ситуацій в роботі машини.

11. Небезпеки, що виникають у зв'язку з несподіваним викидом деталей, що утримуються машиною, або з машин, що руйнуються, і вузлів, можуть привести до порушень роботи гідроприводу (гідросистеми) і виникнення вторинних небезпек.

12. Поежо- і вибухонебезпека гідроприводів (гідросистем)

13. Екологічні небезпеки, викликані виливанням робочої рідини в довкілля.

Для запобігання виникнення позаштатних ситуацій пов'язаних з експлуатацією обладнання з гідравлічним приводом під час його проектування та виготовлення необхідно дотримуватись таких вимог:

1. Гідропривід та гідросистема мають містити у своїй конструкції запобіжні клапани, що дозволять обмежити перевищення тиску у всіх їх частинах в межах не більше 10% при тривалих та не більше 30% при пікових стрибках тиску.

2. Гідропривід та гідросистема мають проходити перевірку на міцність збирання та монтажу пробним тиском рівним 125% номінального.

3. Усі гідроприсрої, гідросистема і гідропривід повинні витримувати механічні дії у вигляді вібрацій, лінійних прискорень і ударів, що виникають при роботі машини (агрегату), де встановлюється гідроприсрій, гідросистема або гідропривід.

4. Під час монтажу так експлуатації має бути передбачено та контролюватись відсутність зовнішніх витоків. На рухомих елементах та з'єднаннях допускається наявність плівки робочої рідини.

5. Внутрішні витоки (перетікання) не повинні сприяти виникненню небезпеки.

6. Циклічні режими роботи гідроприводу або гідросистеми не повинні сприяти появі небезпеки.

7. Вібраційні характеристики гідроприсроїв, встановлені в ГОСТ 28988-91, при номінальних робочих параметрах підлягають нормуванню або виміру, якщо вібрація, що виникає при їх функціонуванні, може впливати на надійність, працездатність, вібраційну безпеку їх самих або машин (агрегатів), складовими частинами яких вони є, і повинні вказуватися в стандартах або технічній умові на це машина (агрегати). Параметри вібрації, що створюється гідроприводами, гідросистемами або гідроприсроями на робочих місцях, повинні відповідати ГОСТ 12.1.012-90.

Для гідроприводу, гідросистеми і гідроприсроїв має бути вказаний діапазон граничних робочих температур. Температура робочої рідини при їх роботі не повинна перевищувати встановлені граничні значення її безпечного використання і встановлені робочі температури гідроприсроїв.

8. Конструкцією і розміщенням на машині (агрегаті) гідроприводів і гідросистем повинно бути передбачено, щоб температура поверхні, на яку може потрапити робоча рідина, не перевищувала температури займання цієї робочої рідини.

9. Гідроприводи (гідросистеми) мають бути оснащені пристроями аварійного відключення, що забезпечують самофіксацію робочих органів у вимкненому стані. За наявності декількох пультів управління кожен пульт

має бути оснащений пристроєм для аварійного відключення, блокуваннями, що унеможлиблює одночасне управління від різних пультів, і сигналізацією, що вказує використаний для виключення системи аварійний пристрій.

10. За наявності декількох командних пристроїв мають бути забезпечені умови безпеки пуску з будь-якого з них. Перед пуском слід передбачити зупинку. При виникненні небезпечної ситуації повинне автоматично відбуватися повне відключення гідроприводу (гідросистеми) від джерела енергії, повинна автоматично відбуватися нейтралізація накопиченої в гідроприводі (гідросистемі) енергії при зупинці, повинна спостерігатися відсутність самопуску, а перемикач виду робіт повинен закриватися.

11. Для фіксації в заданому положенні вихідних ланок гідродвигунів мають бути встановлені гідрозамки або інші фіксувальні пристрої, якщо це необхідно.

12. Переважно слід використати управління незалежне від навантаження. Управління залежне від навантаження слід застосовувати у тому випадку, коли неправильне функціонування з послідовним обмеженням тиску (навантаження) або регулювання часу може привести до небезпеки.

13. Система управління об'ємним гідроприводом (гідросистемою) має бути спроектована так, щоб перешкодити неумисним небезпечним рухам, неприпустимій послідовності функцій приводів. Це повинно забезпечуватися на усіх етапах виробничого процесу гідروفікованої машини (агрегату).

14. У гідроприводах (гідросистемах) з розташуванням гідропрстроїв на різних рівнях має бути передбачений захист від витікання робочої рідини з високорозташованих гідропрстроїв у вимкненому стані гідроприводу (гідросистеми).

15. Якщо при зниженні тиску створюється небезпека, то мають бути передбачені блокування для відвертання небезпечної поведінки машини (агрегату). При цьому не повинні відключатися такі гідропрстрої, як затискні, гальмівні тощо.

16. Гідроприводи (гідросистеми) з декількома джерелами гідравлічної енергії (наприклад з насосами) повинні мати схемні блокування, що виключають появу небезпечних чинників у разі відключення одного з джерел енергії (одного з насосів) або різночасного їх включення.

17. Гідропристрої повинні функціонувати у будь-якому положенні, якщо технічна документація на конкретний гідропристрій не обмежує його робочого положення.

18. Усі гідропристрої, гідросистема і гідропривід не повинні викликати небезпеку при зниженні параметрів енергії живлення, при включенні і відключенні енергопостачання або управління. При включенні усі пристрої, що управляють, повинні знаходитися в початковому положенні, що не забезпечує подання гідравлічної енергії до робочого органу, а при відключенні повинні повертатися в початкове положення.

19. Конструкцією гідрооблаштувань управління має бути передбачене виключення мимовільного включення гідроприводу, гідросистеми або гідрооблаштування під дією власної маси їх елементів або вібрації, або прискорень, викликаних і пов'язаних з функціонуванням гідроприводів (гідросистем) у складі машини.

20. Біля органів управління або на них мають бути мнемонічні символи (позначення) з вказівкою напрямку руху вихідних ланок гідроприводу (гідросистеми) при різних положеннях органів.

21. Якщо потрібно управління оператора двома руками, то необхідно унеможливити одночасне управління однією рукою декількома пристроями: при послідовній роботі повторне спрацьовування має бути можливе тільки після завершення роботи попереднього.

22. Керовані вручну гідропристрої мають бути розташовані на машині (агрегаті) так, щоб дії для оператора були безпечні, а гідропристрої захищені від неумисного включення і виключення.

23. Якщо декілька гідропристроїв з автоматичним або ручним управлінням сполучені між собою, і якщо відмова одного з них може викликати



небезпеку, то мають бути передбачені блокування або інші заходи безпеки (блокувальні пристрої). Якщо таке здійснено, то ці блокування повинні переривати усі робочі операції за умови, що таке переривання саме не спричинить небезпеку.

24. Конструкцією гідроприсроїв і гідроліній має бути, передбачивши забезпечення доступності до органів управління, місць регулювання і налаштування, зовнішнього огляду і обслуговування, а також можливості зручної заміни швидкозношуваних деталей і проведення технічного обслуговування в мінімальний час.

25. Конструкцією гідроприсрою має бути передбачене виключення мимовільної або умисної зміни положення деталей кріплення і з'єднань, елементів регулювання і налаштування при транспортуванні і експлуатації.

26. Конструкцією регулюючих гідроприсроїв має бути передбачене забезпечення надійної фіксації і можливість пломбування або замикання регулюючих елементів вбудованим замком для відвертання стороннього втручання або випадкового включення.

27. Усі канали гідроприсроїв повинні мати відповідне маркування і бути захищені (закриті заглушками або кришками) від попадання можливих забруднень і ушкодження стикувальних поверхонь за час від складання до установки на машину (агрегат).

28. При застосуванні вбудованих нагрівачів для підтримки заданої температури робочої рідини подання енергії повинне автоматично включатися і відключатися досягши заданих значень температури робочої рідини в гідробаку. Поверхні нагріву нагрівачів повинні знаходитися нижче рівня робочої рідини не менше чим на 40 мм. Якщо ця вимога не може бути виконана, то температура поверхні нагрівального пристрою має бути не вища 0,8 температур кипіння робочої рідини (обмеження від можливості випару робочої рідини).

29. На машині (агрегаті) трубопроводи мають бути розміщені з найменшими протяжністю, числом вигинів і перетинів, при цьому необхідно пе-

редбачати технологічну і термічну компенсацію; гідролінії мають бути виконані так, щоб утруднювалося використання їх як сходинок або сходів; зовнішні сили не повинні передаватися на жорсткі гідролінії.

30. Жорсткі і гнучкі гідролінії мають бути прокладені так, щоб вони були захищені від будь-якого виду ушкоджень і не порушували робочий процес, доступ при налагоджувальних роботах, ремонті, заміні вузлів.

31. На гідроприводах і гідросистемах вживане електроустаткування і заземлення повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.007.0-75.

32. Матеріали і їх контактні пари не повинні створювати можливості появи електролітичної корозії і руйнування конструкції з цієї причини.

33. При розробці і виготовленні гідропрстроїв, гідросистем і гідроприводів повинні використовуватися матеріали, робочі рідини і вироби, що виключають шкідливу дію на довкілля і обслуговуючий персонал

## ВИСНОВКИ

Огляд проблематики переробки твердих побутових відходів, зокрема металевих, виявив усесторонній підхід вирішення проблеми утилізації та повторного використання продуктів діяльності людства. В МКР виділено основні засоби і методи переробки ТПВ, та було встановлено, що найбільш раціонально тонколистові металеві ємності, для зручності вторинного переробки, пресувати у брикети відповідних розмірів.

Аналіз обладнання для пресування, вітчизняного та іноземного виробництва, виявив найбільш доцільний шлях покращення подібного обладнання – автоматизацію процесів завантаження-розвантаження пресового обладнання. За такою схемою була реалізована установки для пресування ємностей з тонколистового матеріалу, до складу якої ввійшли ковшовий конвеєр (використовується для завантаження пресового обладнання), гідравлічний прес (здійснює безпосередній процес формоутворення брикету) та відповідний конвеєр.

Розроблена установка для пресування ємностей з тонколистового матеріалу автоматизована та реалізована зі зворотними зв'язками між робочими ланками. Такий підхід забезпечує раціональне завантаження пресової установки та максимальну продуктивність. Якість пресування брикету контролюється за допомогою автоматичної системи подачі сировини, відслідковування зусилля на виконавчому гідроциліндрі та періодичності руху засувки пресу.

Виходячи з умов виробництва були обрані сучасні засоби автоматизації, що мають похибку не більше 1%, які задовольняють потреби в надійності та швидкодії. Для зручності підключення та економії на модулях контролера були обрані давачі з уніфікованим вхідним сигналом 4 – 20 мА. Використовуються вихідні уніфіковані сигнали 0 – 10 В. Регулювання

відбувається за допомогою пневмоклапанів, що підключаються через електропневматичний перетворювач.

В конструкторському розділі виконані представлені розрахунки, що необхідні для побудови основних складальних одиниць розробленої установки для пресування ємностей з тонколистового матеріалу. Обрано найбільш, на нашу думку, раціональні габарити брикету, які будуть зручні на подальших етапах переробки.

Виконанні економічні розрахунки підтвердили доцільність розробки установки для пресування ємностей з тонколистового матеріалу з системою автоматизації процесів завантаження-розвантаження пресової установки.

Запропоновані заходи з безпечної експлуатації розробленої установки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. «Довкілля України». Статистичний збірник, 2013 рік. Державна служба статистики України, Київ, 2014 рік.
2. Утворення сміття. Євростат. Станом на 26 листопада 2014 року. Електронне джерело: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>.
3. Шосте національне повідомлення України з питань зміни клімату. Міністерство екології та природних ресурсів України, Державна служба України з надзвичайних ситуацій, Національна академія наук України, Український гідрометеорологічний інститут. – Київ, 2014. – 323 с.
4. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2013 рік. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 24 березня 2014 року.
5. Інформація про впровадження сучасних методів та технологій у сфері поводження з ТПВ наведена станом на 1 жовтня 2014 року. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, 12 грудня 2014 року.
6. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2013 рік. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 24 березня 2014 року.
7. Утилізація та рекуперація відходів. Навчальний посібник / В.М. Кропівний, О.В. Медведева, А.В. Кропівна, О.В.Кузик // Загальна редакція В.М. Кропівного. – Кропивницький: ЦНТУ, Електронне видання, 2020. – с. 440.
8. [https://www.machineseeker.com.ua/s/ci-1556?gclid=Cj0KCQiA4uCcBhDdARIsAH5jyUk3vKy8B7RzwlkvFsk-EFvE1cplPb5fif\\_SNSKHB4kmanYWP0ZAEhcaAo\\_wEALw\\_wcB](https://www.machineseeker.com.ua/s/ci-1556?gclid=Cj0KCQiA4uCcBhDdARIsAH5jyUk3vKy8B7RzwlkvFsk-EFvE1cplPb5fif_SNSKHB4kmanYWP0ZAEhcaAo_wEALw_wcB) – Назва з екрана.

9. <https://ua.visionbaler.com/scrap-baler-machine/scrap-metal-baler-machine/cans-baler.html> – Назва з екрана.
10. <https://vroda.co.ua/ua/product/13660240> – Назва з екрана.
11. [https://astarta-tk.com.ua/ua/p1017653500-presssilach.html?source=merchant\\_center&gclid=Cj0KCQiA4uCcBhDdARIsAH5jyUmwMd-jO6ESvwsp2Ch8iAGk6PtHmV\\_7aTzd4aaESnm7eXwHD10BJO4aAsdxEALw\\_wcB](https://astarta-tk.com.ua/ua/p1017653500-presssilach.html?source=merchant_center&gclid=Cj0KCQiA4uCcBhDdARIsAH5jyUmwMd-jO6ESvwsp2Ch8iAGk6PtHmV_7aTzd4aaESnm7eXwHD10BJO4aAsdxEALw_wcB) – Назва з екрана.
12. <https://uk.hydraulicn.com/forward-out-baler-machine/58650072.html>
13. Давач тиску сапфір <https://prom.ua/ua/p1302347345-preobrazovateli-sapfir-2151.html> – Назва з екрана.
14. Сіменс <https://tehnotalon.uaprom.net/ua/p25902890-rashodomery-siemens-sitrans.html> – Назва з екрана.
15. Кузнечно-штамповочное оборудование: Учебн. для машиностроительных вузов / А. И. Банкетов, Ю. А. Бочаров, Н. С. Добринский и др.; Под ред. А. И. Банкетова, Е. И. Ланского. 2-е изд. перераб. и доп.–М.:Машиностроение, 1982–576 с.
16. Кулінченко, В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід : підручник / В. Р. Кулінченко. — Київ: ІНКОС, Центр навчальної літератури, 2006. - 616 с.
17. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи / укладач Е. В. Колісніченко, А. С. Мандрика, В. О Панченко. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 176 с.
18. Будівельна механіка металевих конструкцій дорожньо-будівельних, підйомних і транспортних машин : підручник / В.Д. Шевченко, В.Г. Піскунов, Ю.М. Федоренко та ін.; За ред. В.Г. Піскунова, В.Д. Шевченка. – К. : Вища шк.,2004. – 438 с. іл
19. Киркач Н.Ф., Баласаян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин: – 3-е изд, Онснова, 1991. – 276 с.

20. Кузьмин А.В., Чернин И.М., Козинцев Б.С. Расчеты деталей машин.- 3-е изд.- Минск, Вышэйш. шк. 1986. – 400 с.
21. Скуратовський А.К. Конструкції механічних муфт. Навчальний наочний посібник – Київ: НТУУ «КПІ», 2012.–66 с.
22. Методичні вказівки до виконання економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. : В. О. Козловський, О. Й. Лесько, В. В. Кавецький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 42 с.
23. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://vsegost.com/Catalog/41/41131.shtml>
24. ДБНВ.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд. К. : Мінбуд України, 2006. -154 с.
25. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>
26. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення- [Електронний ресурс] - Режим доступу: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=79885](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885)
27. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>
28. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.
29. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек [Електронний ресурс] - Режим доступу: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_36/5-1-0-1759](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759)

Додаток А

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГМ

д. т. н., професор Леонід Поліщук,

\_\_\_\_\_

(підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

На розробка установки для пресування емностей з тонко-листового  
матеріалу

Розробив студент

Спеціальності 133 «Галузеве

машинобудування»

Віталій МАКОВІЙЧУК

\_\_\_\_\_ « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022

Керівник: д.т.н., професор

Леонід ПОЛІЩУК



## **1 Найменування і область застосування**

Найменування – установка для пресування ємностей з тонколистового матеріалу

## **2 Підстава для виконання роботи**

Підставою для розробки даного дипломного проекту є індивідуальне завдання на магістерську кваліфікаційну роботу та наказ ректора по ВНТУ про закріплення тем.

## **3 Мета і призначення дослідження**

Метою дослідження є – розробка установки для пресування ємностей з тонколистового матеріалу.

## **4 Джерела розробки**

Список використаних джерел розробки

4.1 Будівельна механіка металевих конструкцій дорожньо-будівельних, підйомних і транспортних машин : підручник / В.Д. Шевченко, В.Г. Піскунов, Ю.М. Федоренко та ін.; За ред. В.Г. Піскунова, В.Д. Шевченка. – К. : Вища шк.,2004. – 438 с. іл

4.2 Гідравліка, гідро- та пневмоприводи / укладач Е. В. Колісніченко, А. С. Мандрика, В. О Панченко. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 176 с.

4.3 Кузнечно-штамповочное оборудование: Учебн. для машиностроительных вузов / А. И. Банкетов, Ю. А. Бочаров, Н. С. Добринский и др.; Под ред. А. И. Банкетова, Е. И. Ланского. 2-е изд. перераб. и доп.–М.:Машиностроение, 1982–576 с.

4.4 Киркач Н., Баласанян Р. Расчет и проектирование деталей машин. Том 2. Киев: “Вища школа”, 1988-140с.

4.5. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин: Підручник / В. С. Бондарєв, О. І. Дубинець, М. П. Колісник та ін. — К.: Вища шк., 2009. — 734 с.: іл. ISBN 978-966-642-324-8

### 5 Вихідні дані для розробки робочого органу:

1	Продуктивність пресу, т/год	5
2	Швидкість транспортування, м/с	0,5
3	Тип сировини	Металеві тонколистові відходи
4	Режим роботи механізмів	Середній
5	Габарити, не більше, мм:	
	а) висота	2200
	б) довжина	6500
	в) ширина	1500

#### 5.1 Технічні вимоги

- регулювання органів управління – автоматизоване, програмоване;
- вимоги монтажно-ї придатності до продукції – поставка в зібраному вигляді;
- маса продукції – до 300кг;
- захист від вологи, шкідливих випаровувань та корозії, здійснюється за рахунок герметичності та покриттів;
- складові частини конструкції установки для пресування ємностей з тонколистового матеріалу взаємозамінні;
- деталі, вузли конструкції установки для пресування ємностей з тонколистового матеріалу, повинні виготовлятися з матеріалів стійких до дії миючих засобів, мастила;
- система керування – логістичний контролер чи механічна система.

## 5.2 Вимоги до надійності:

довговічність – не менше 6 тис. год; безвідмовність – напрацювання на відмову – 1 тис. год; збереженість – повинна забезпечуватися працездатність верстатного комплексу в режимі очікування, роботи, консервації; ремонтпридатність – компоновочне рішення повинно бути таким, що забезпечує легкодоступність до деталей, які вірогідно можуть мати найменший термін служби та відносно простий їх ремонт.

5.3 Вимоги до технологічності розробки, виробництва і експлуатації – конструкція деталей установки для пресування ємностей з тонколистового матеріалу повинна бути такою, щоб забезпечувати їх виготовлення без застосування спеціального обладнання і устаткування.

5.4 Вимоги до рівня уніфікації і стандартизації, вимоги до використання стандартних, уніфікованих і запозичених складальних одиниць і деталей при розробці, показники рівня уніфікації – по можливості під час модернізації конструкції установки для пресування ємностей з тонколистового матеріалу використовувати уніфіковані деталі і стандартні вироби.

5.5 Вимоги безпеки життєдіяльності – забезпечується безпека під час монтажу, і ремонті. Допустимі рівні вібраційних і шумових навантажень, допустимі випаровування робочої рідини у відповідності з санітарними нормами. Повинні бути розроблені заходи, що забезпечують технічну безпеку під час монтажу, експлуатації і ремонті крану.

5.6 Конструкція повинна відповідати естетичним і ергономічним вимогам, повинна бути зручною в обслуговуванні та управлінні.

5.7 Матеріали, що використовуються для деталей слід вибирати відповідно до рекомендацій.

5.8 Умови експлуатації, вимоги до технічного обслуговуванню і ремонту:

– умови експлуатації, при яких повинно забезпечуватися використання продукції з заданими технічними показниками – продукція призначена для використання у середньоширотних кліматичних умовах;

– час підготовки продукції до використання після транспортування і зберігання – 1 год;

– вид обслуговування періодичний;

– періодичність і орієнтовна трудомісткість технічного обслуговування і ремонту – 2 дні (один раз в три місяці);

#### 5.9 Вимоги по транспортуванню і збереженню

– можливість транспортування на будь – якому виді транспортних засобів

– захист від ударів під час завантаження і розвантаження

– зберігання на складі готової продукції

– зберігання у законсервованому вигляді

– складування на стелажах.

#### **6 Економічні показники:**

- орієнтований термін окупності витрат на розробку – 0,5 роки,

- освоєння виробництва продукції,

- економічна перевага розробленої продукції у порівнянні з кращими зразками.

**7 Виконавці НДР:** студент спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» Віталій Маковійчук

#### **8 Етапи НДР і терміни їх виконання:**

- теоретичний аналіз проблематики перероблення твердих побутових відходів та шляхи вирішення;

- визначити найбільш раціональну схему переробки металевих відходів з покращеними техніко-економічними показниками;

- розробити конструкцію установки для пресування твердих побутових відходів, зокрема і для пресування ємностей з тонколистового матеріалу

- проектні та перевіірочні розрахунки елементів конструкції;

- техніко-економічне обґрунтування МКР;
- охорона праці;
- висновки.
- оформлення текстових документацій та ілюстративних матеріалів для захисту МКР.

## **9 Порядок контролю і прийомки**

- попередній захист проекту
- захист проекту перед МКР

Додаток Б (обов'язковий)

**ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА**

**РОЗРОБКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРЕСУВАННЯ ЄМНОСТЕЙ З  
ТОНКОЛИСТОВОГО МАТЕРІАЛУ**

# Огляд установок для пресування твердих побутових відходів



Рисунок 1 – Прес для ручного пресування тонколистових ємностей



Рисунок 2 – Прес для відходів вторинної сировини "ПГ-5"



Рисунок 3 – Прес для відходів вторинної сировини "ПГ-10"



Рисунок 4 – ЕКО-PRASY.PL ПРЕС-ПІДБИРАЧ ДЛЯ БАНОК MILPAP HСAV



Рисунок 5 – Вертикальний прес –підбирач для металів відходів FWL-120M



Рисунок 6 – Вбудований горизонтальний прес-підбирач YD-1000A

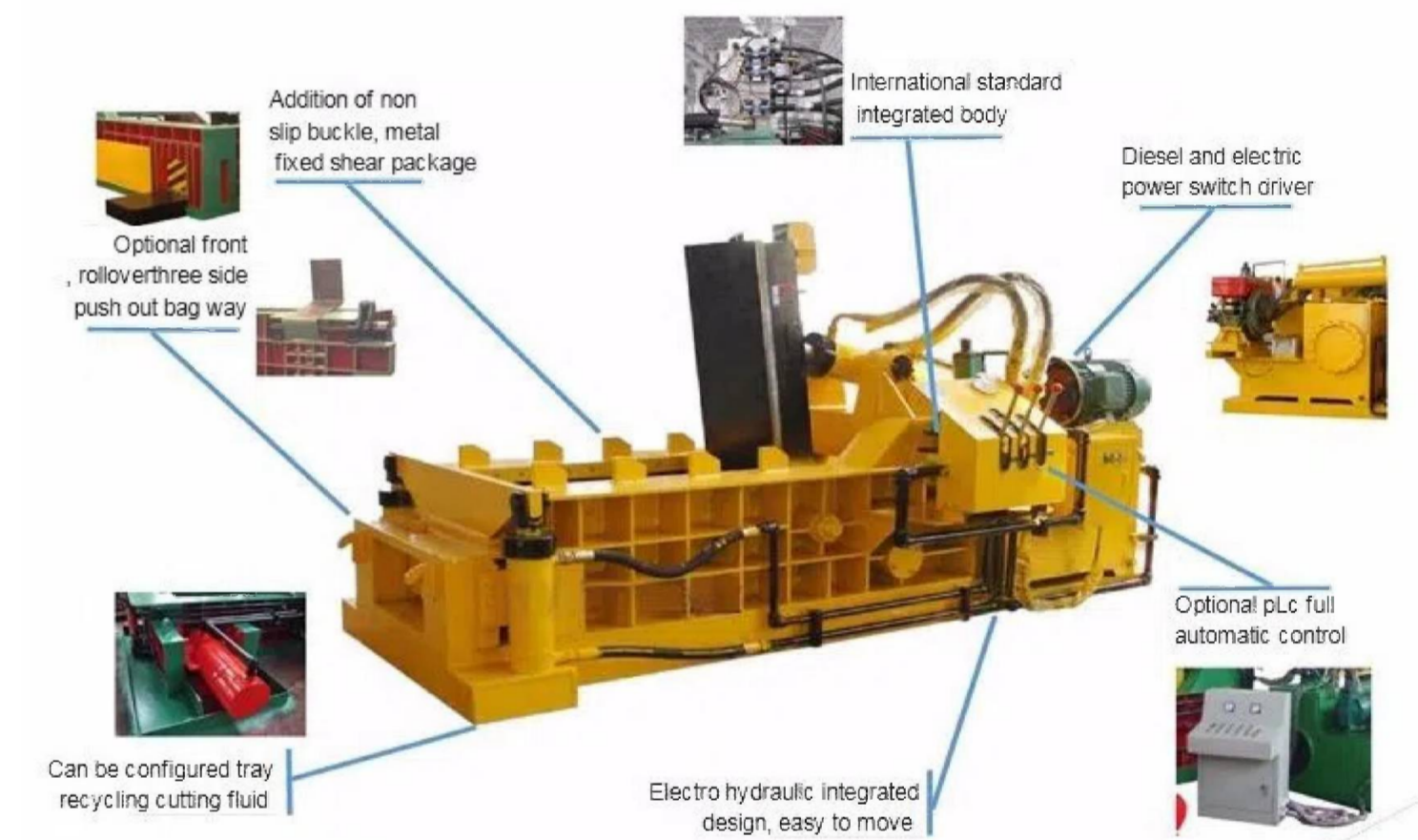
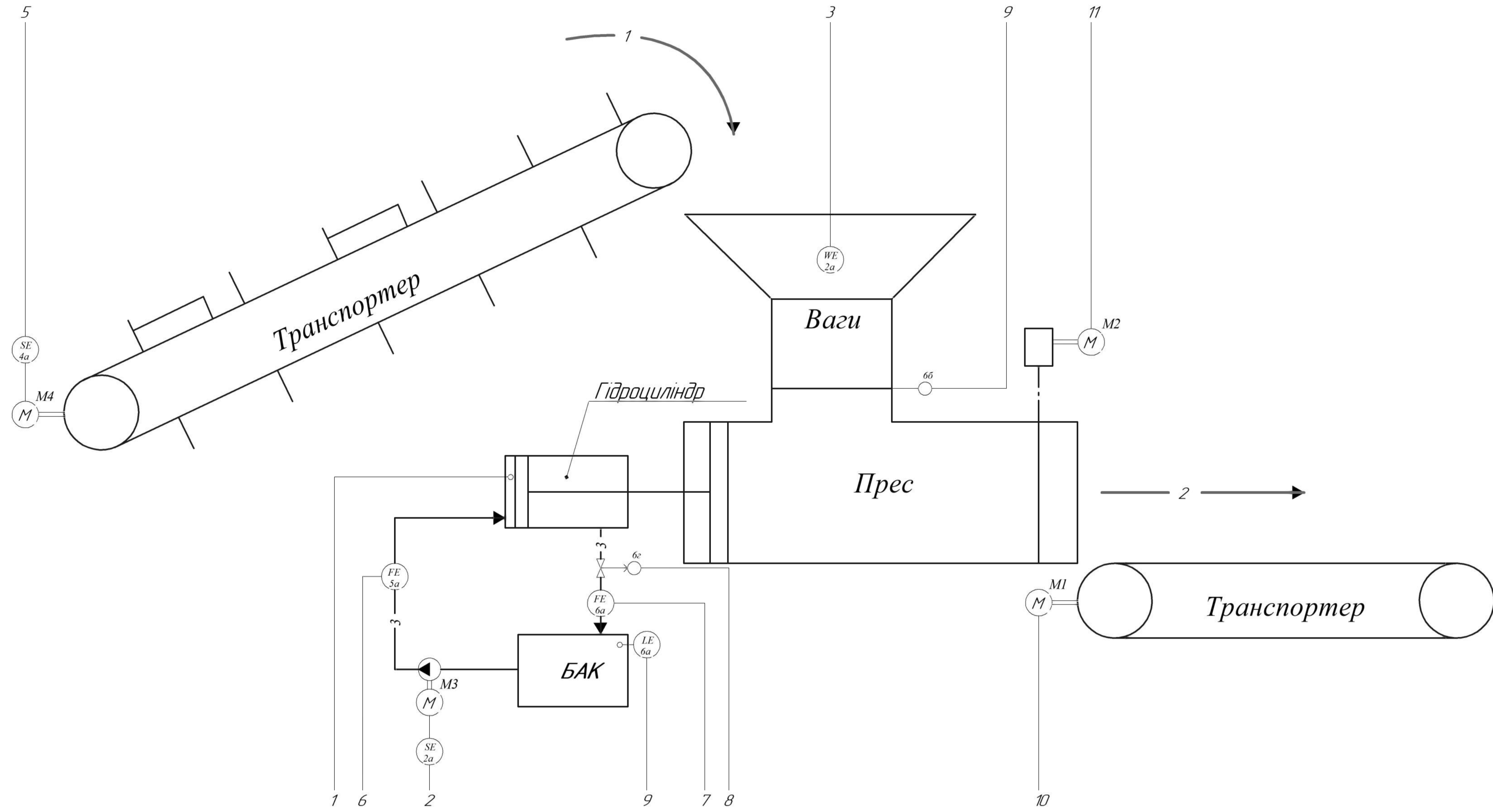


Рисунок 6 – Вбудований горизонтальний прес-підбирач YD-1000A



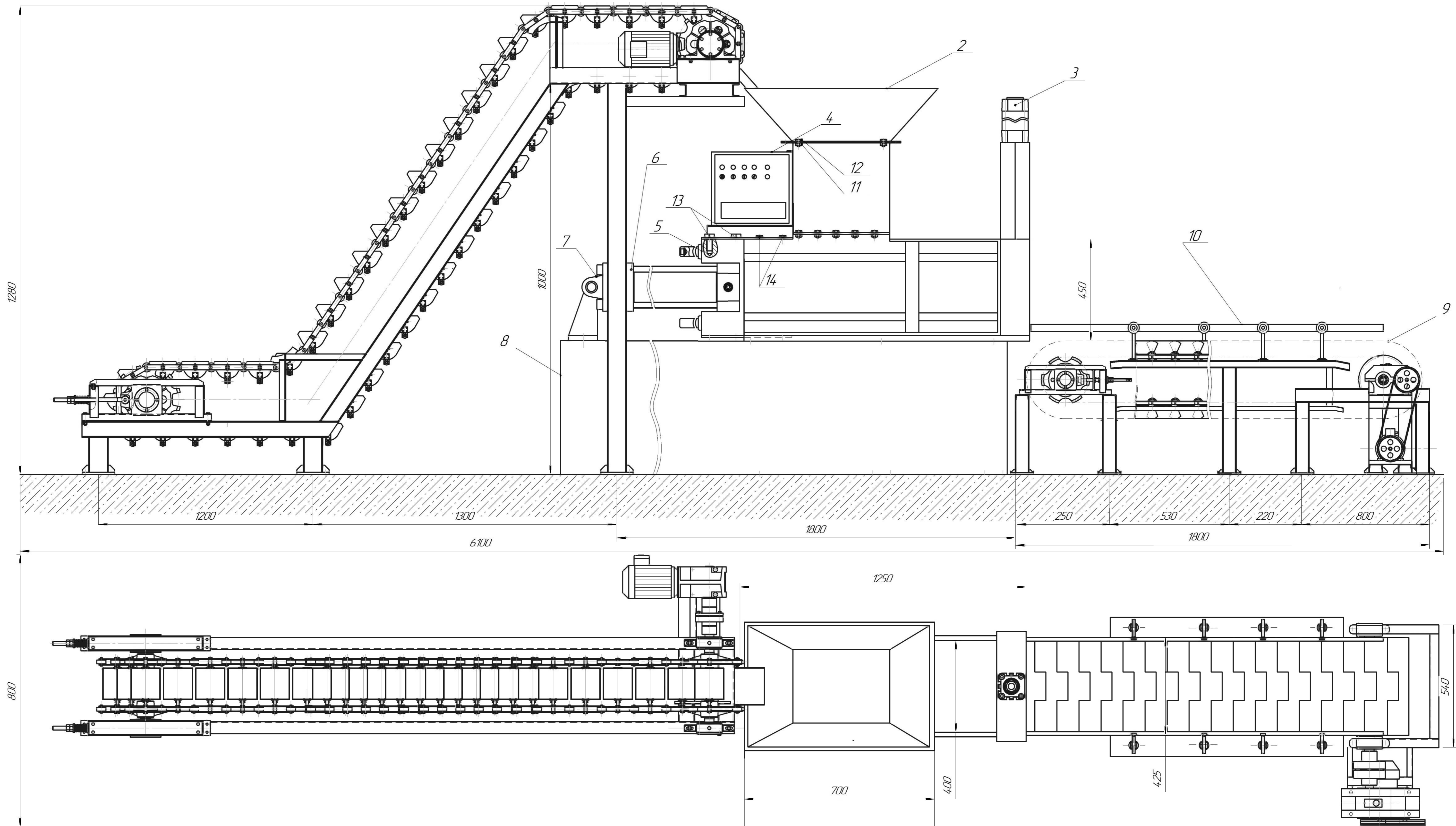
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ПІК	Прилади по місцю	PT 1b	SC 2b	WT 3b	SC 4a	FT 5b	FT 6b	FT 6b		LT 7a	NS KM1 H SB1	NS KM2 H SB3
	Щит з'єднання та керування				E/P WY 3b				E/P FY 6b		HS S41 H SB2	HS S42 H SB4
	У											
	С											
	В											
ПК	В											
	І											
	Р											
	С											
	А											

Позначення	Найменування
— 1 —	Сировина
— 2 —	Брикет
— 3 —	Робоча рідина
— 4 —	Заторна маса
— 5 —	Пара

				08-27.MKP.04.00.00.001.B3			Лист	Масштаб
Відк. Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Система автоматизації				
Розроб.	Модифікації			установки для пресування ємностей				
Проб.	Поліщук /ЛК			з тонко-листового матеріалу			Лист	Листов 1
Техніч.								
Начинт.	Слободко А.В.							
Чтб.	Поліщук /ЛК							ВНТУ 1ГМ-21м
				Копіював			Формат А1	

Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20





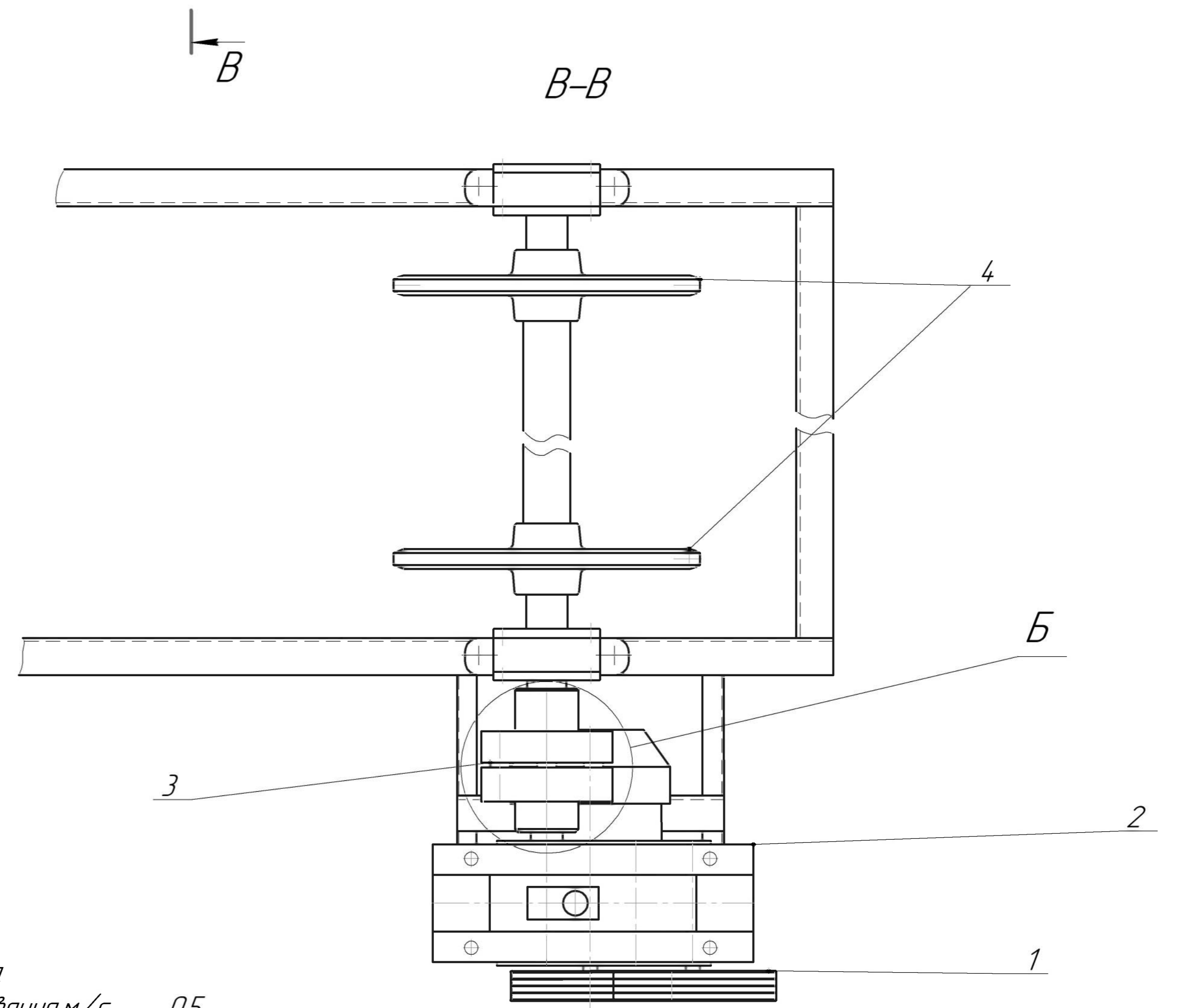
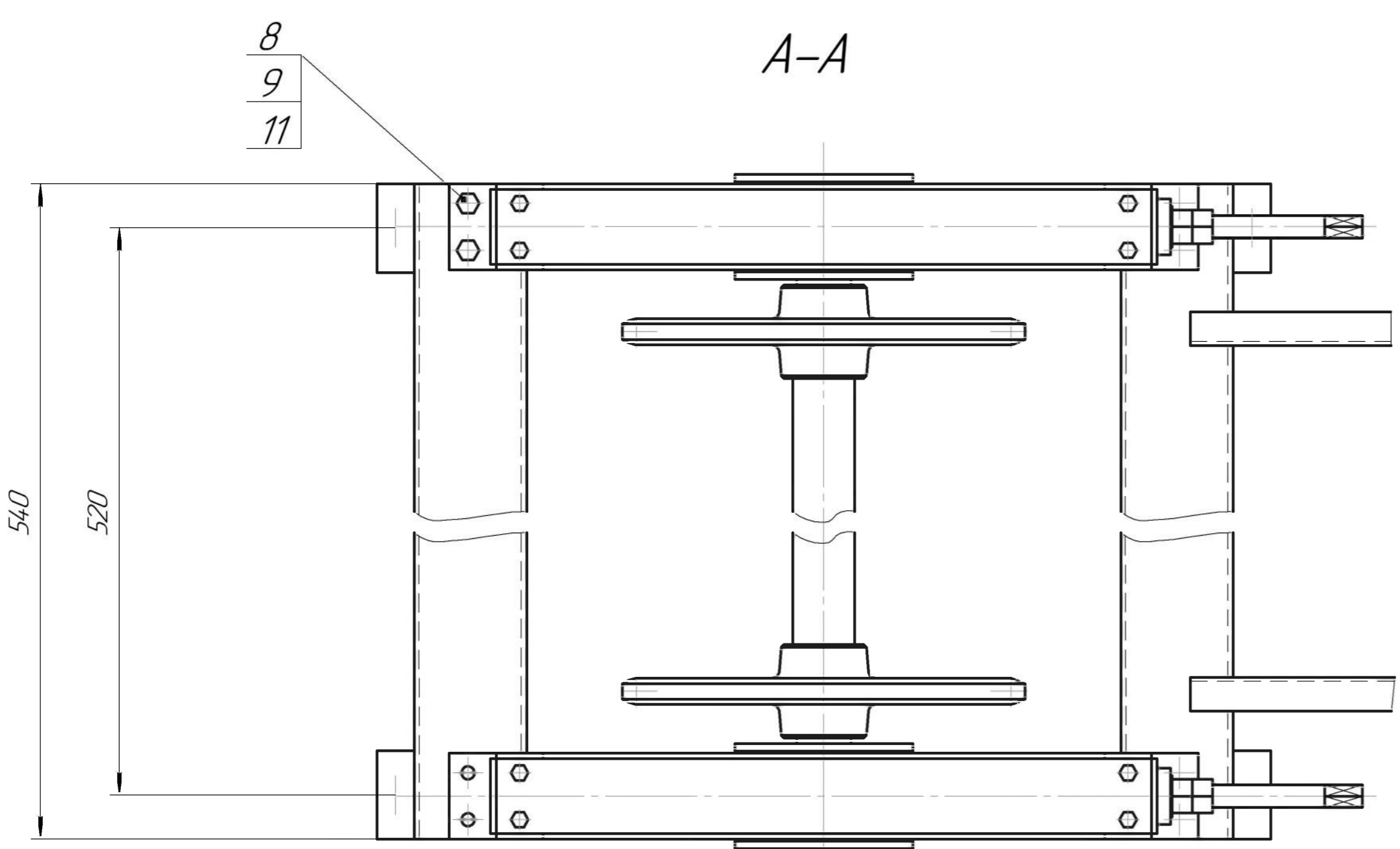
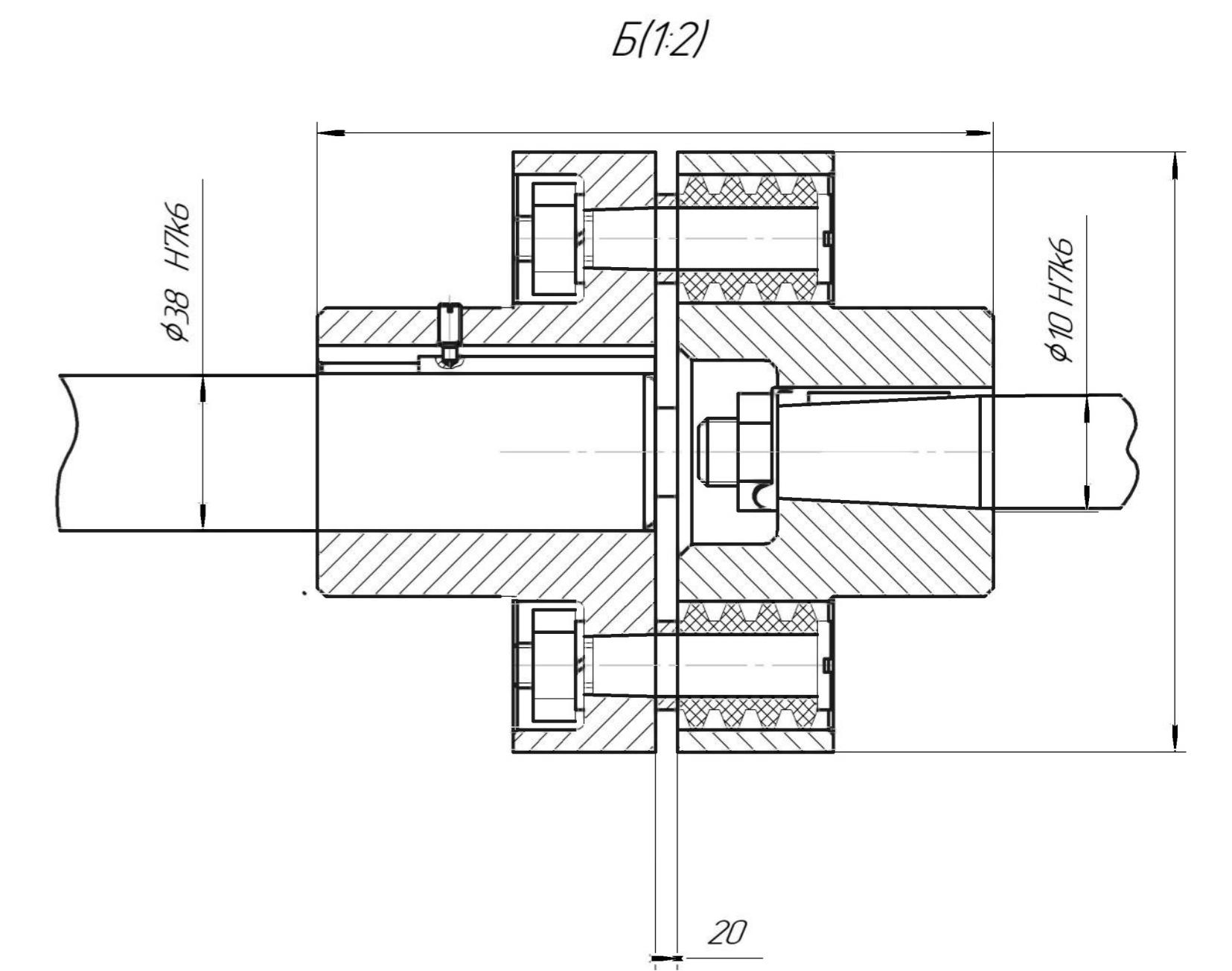
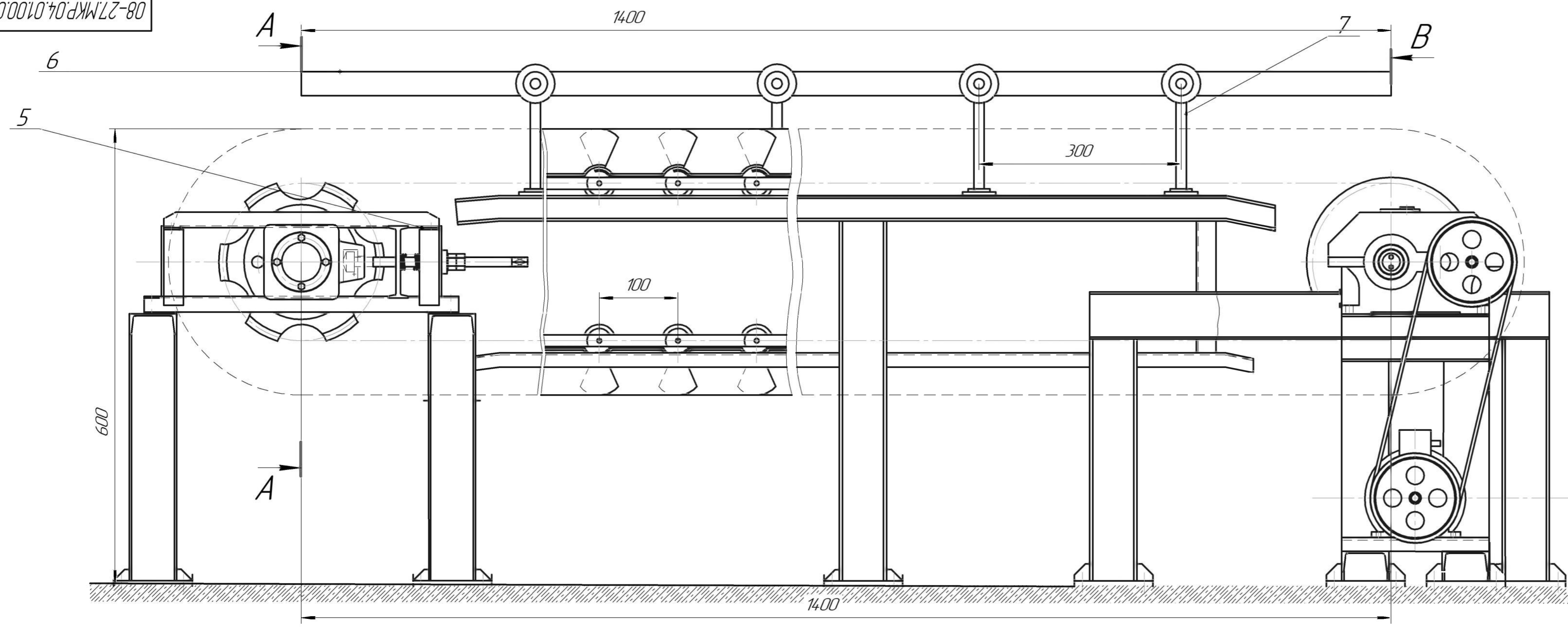
**Технічна характеристика:**

- 1. Продуктивність пресу, т/год..... 5
- 2. Потужність двигуна відповідного конвеєра, кВт..... 1,1
- 3. Тип приводів:
  - на відповідному конвеєрі-електромеханічний;
  - для механізму переміщення вантажу - гідравлічний;
  - для механізму підйому конвеєра - електромеханічний.

08-27.MKP.04.00.00.000.CK				Лист	Маса	Масштаб
Вид	Лист	№ докум.	Лист	Дата	Установка для пресування емностей з тонко-листового матеріалу	
Розроб	Механізм ВВ	Прив	Поліщук ЛК		Лист	Листів
Т.контр.						
Н.контр.	Складий А.В.				ВНТУ, 1ГМ-21М	
Знак	Поліщук ЛК					

Лист № 01  
Всес. № 01  
Лист № 01  
Лист № 01  
Лист № 01

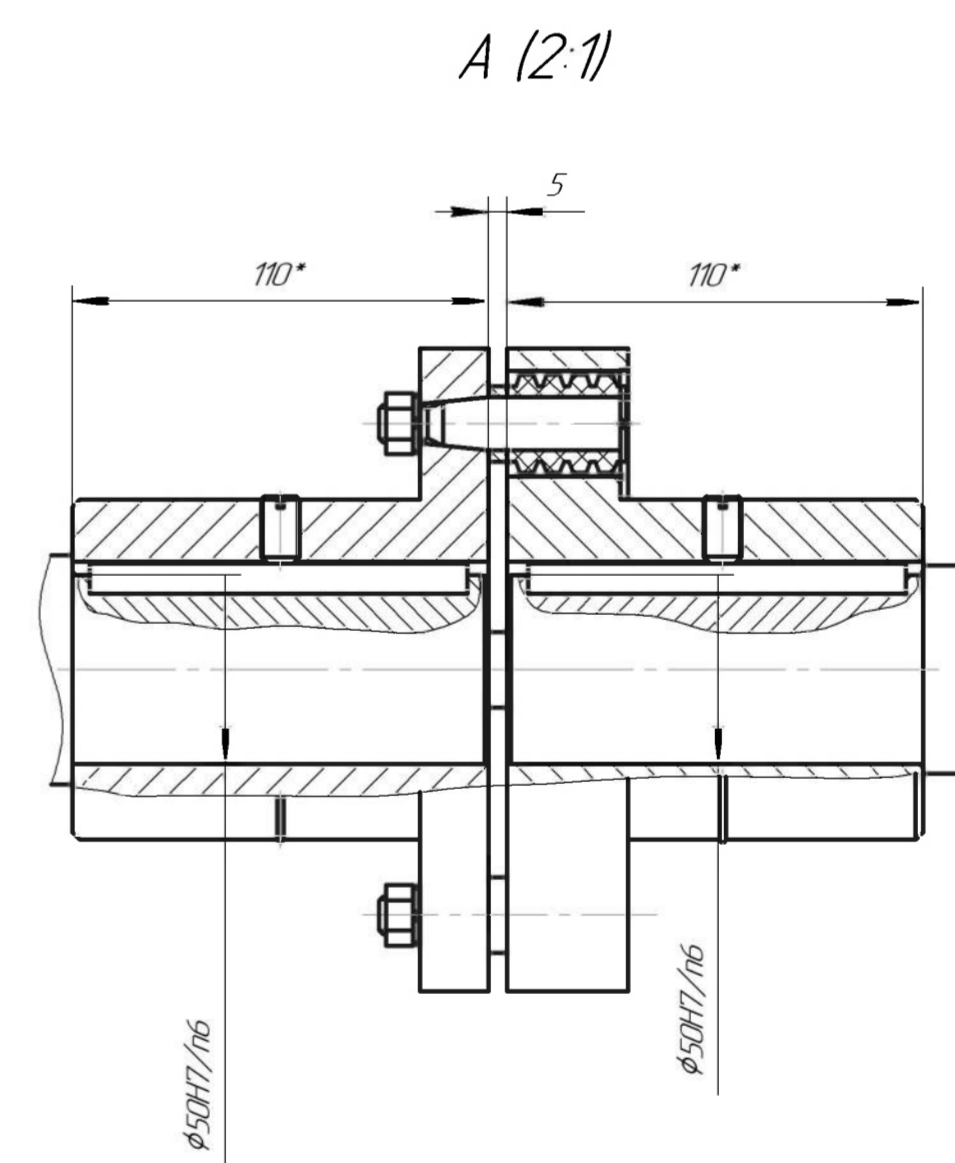
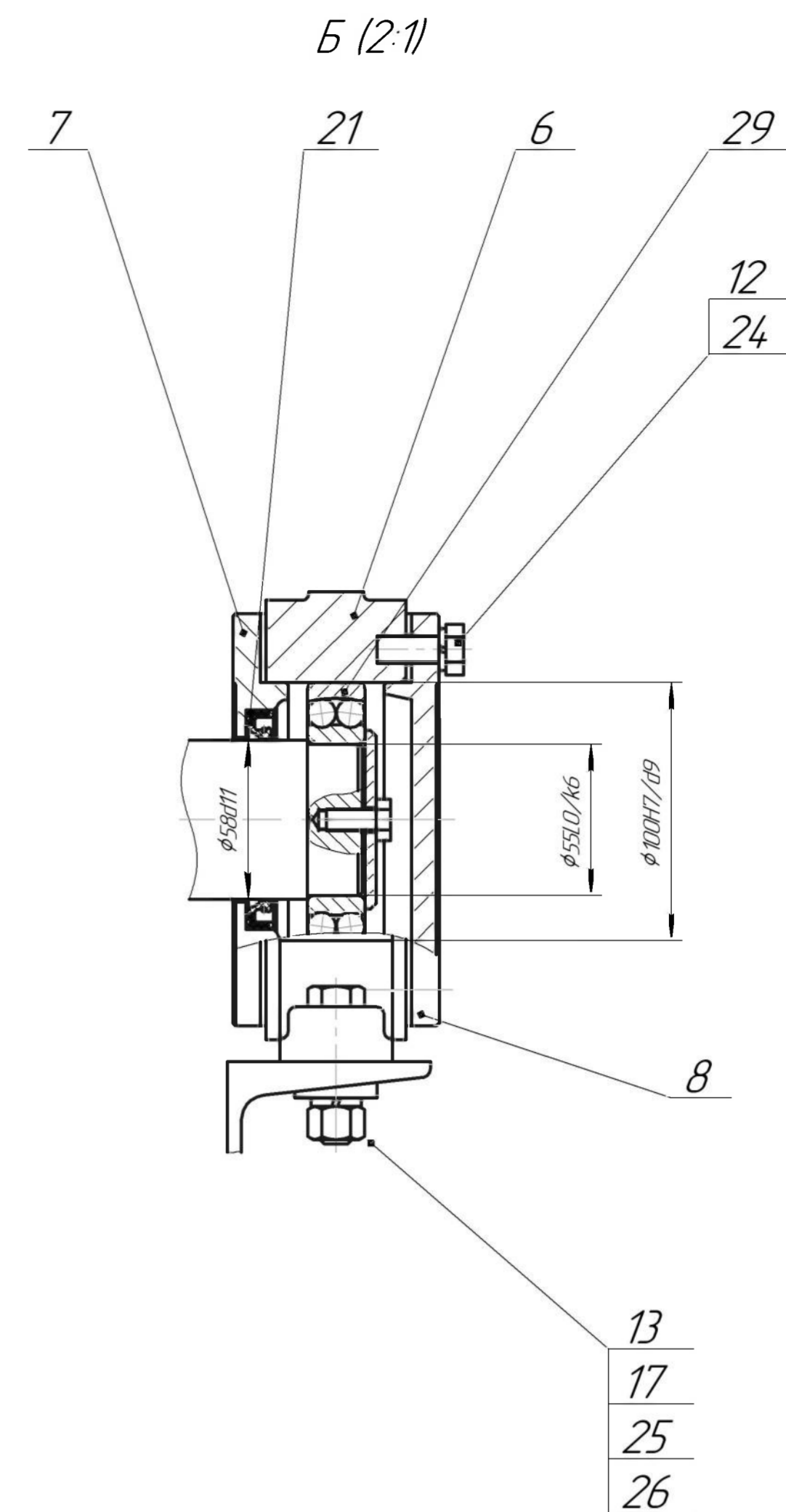
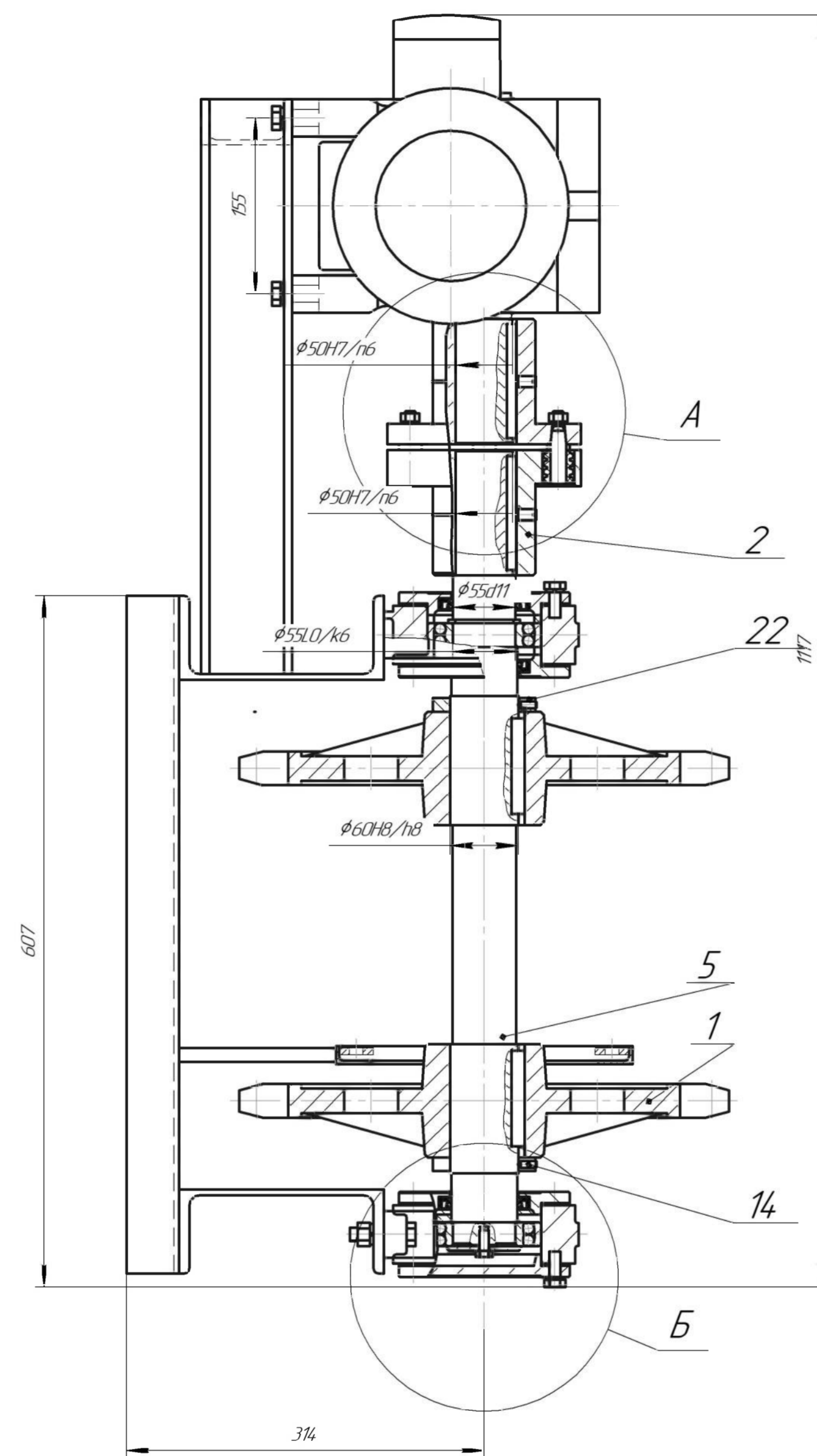
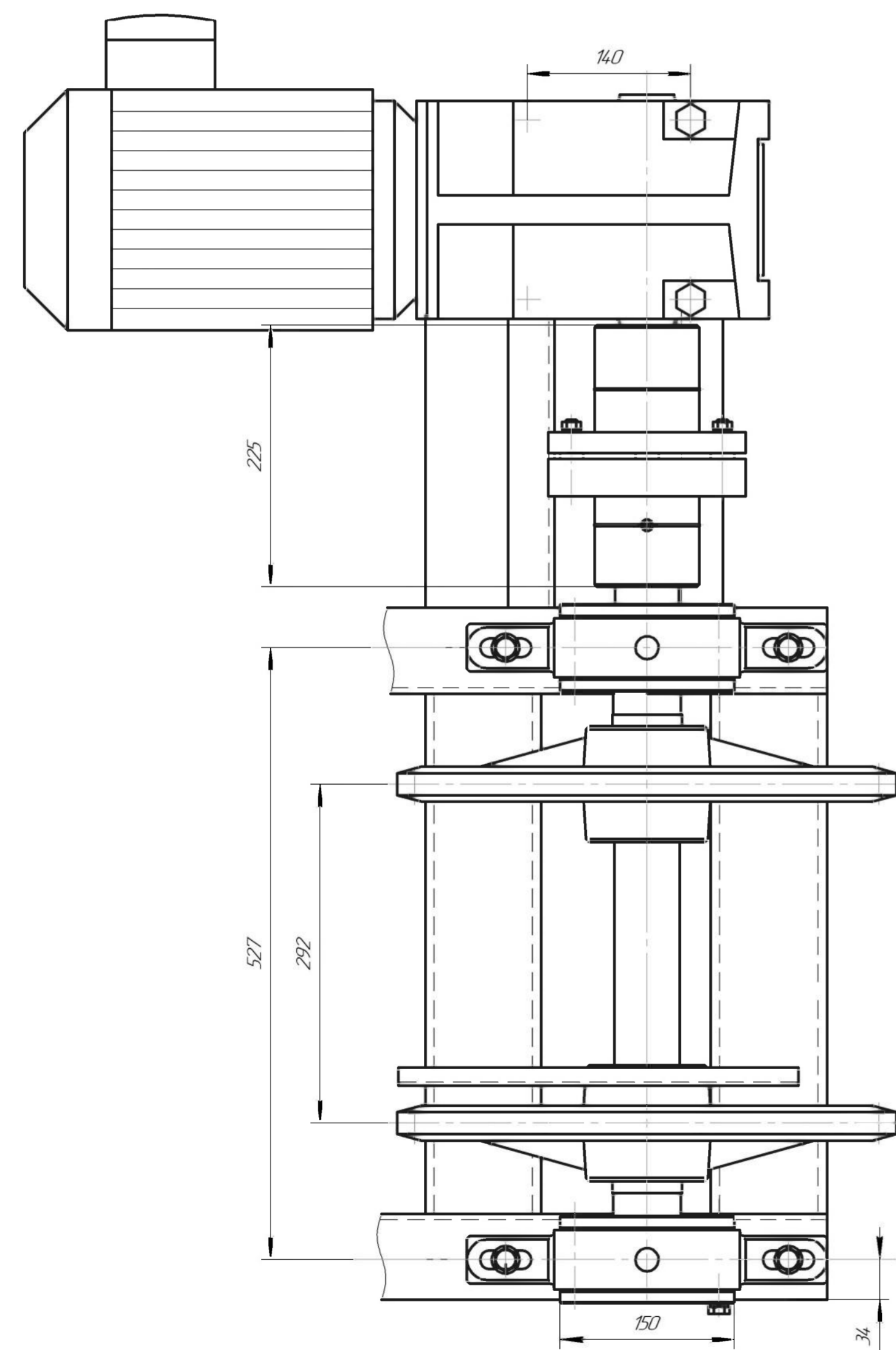
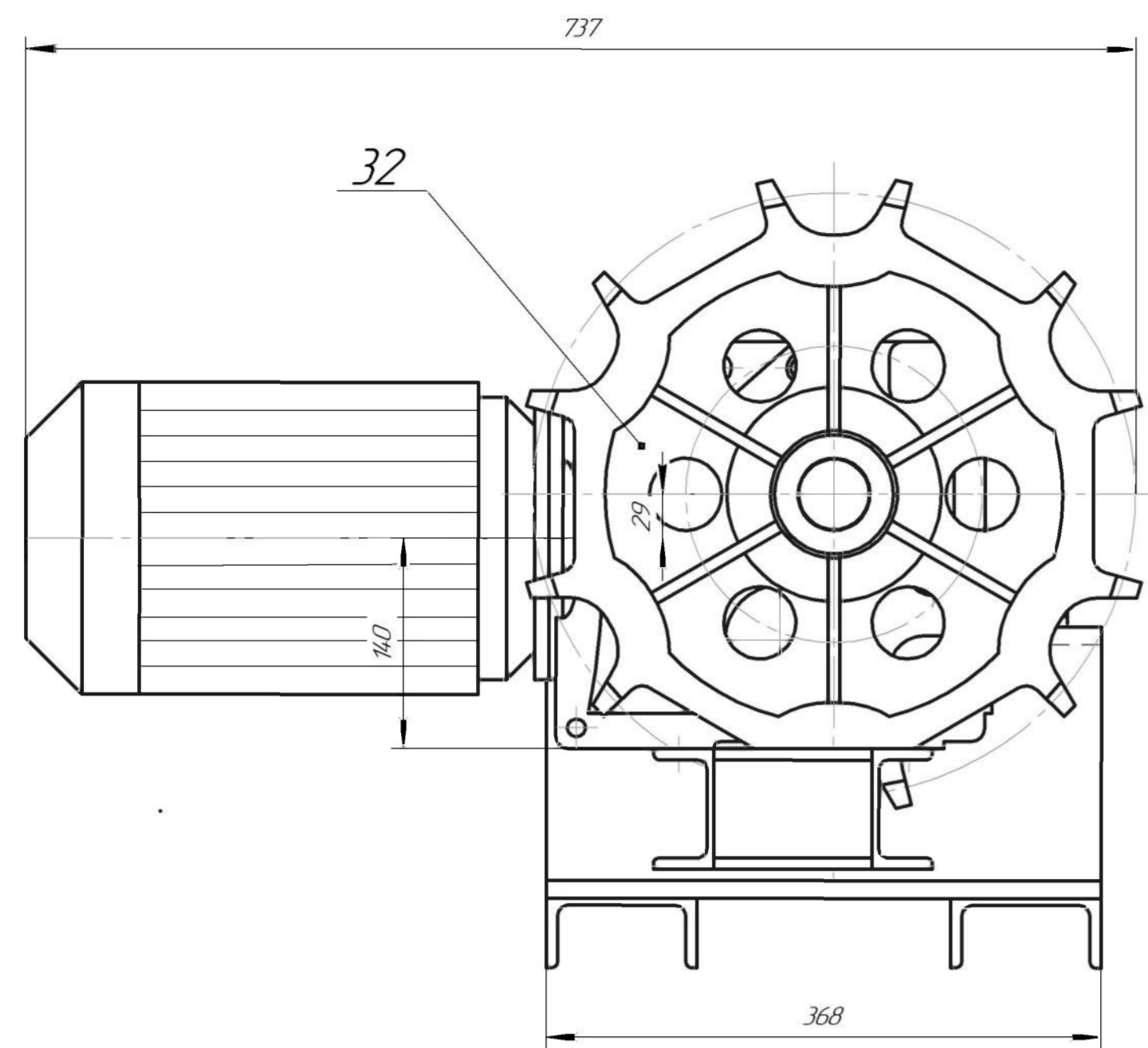




Технічна характеристика  
 1. Швидкість транспортування, м/с.....0.5  
 2. потужність двигуна 1.1 кВт

				08-27.МКР.04.01.00.000.СК				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Конвейер	Лист	Масса	Максимум
					пластинчатий			15
Разраб.	Провер.	Механик ВВ	Полещук ЛК			Лист	Листов	
Инж.пр.	Складий АВ	Складий АВ	Полещук ЛК			ВНТУ, 1ГМ-21М		
Экз.						Копіювати		

Лист № 15  
 Конвейер  
 08-27.МКР.04.01.00.000.СК



Технічна характеристика

Потужність, кВт.....0,55  
 Частота обертання вала, об/хв.....12,6  
 Крутний момент на вихідному валу, Н/м.....112

				08-27.MKP.04.01.04.000.CK		
Мен. Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Михайчук ВВ					
Проб.	Поплишук ЛК			Лист	Листів	1
Нач.пр.	Слабкий АВ			ВНТУ, 1ГМ-21М		
Зна.	Поплишук ЛК			Копіювати		

Копіювати

Формат А1

Лист 14

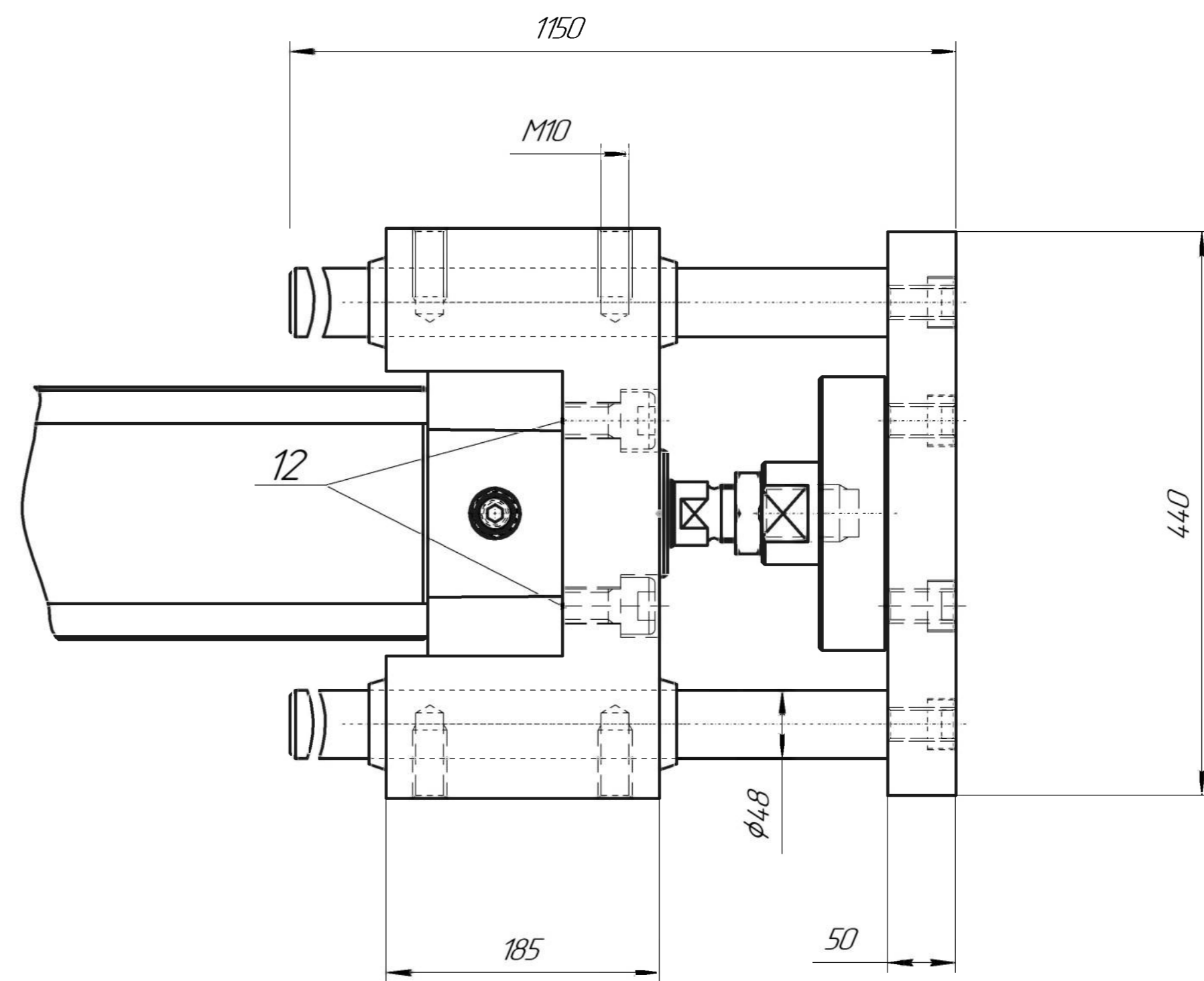
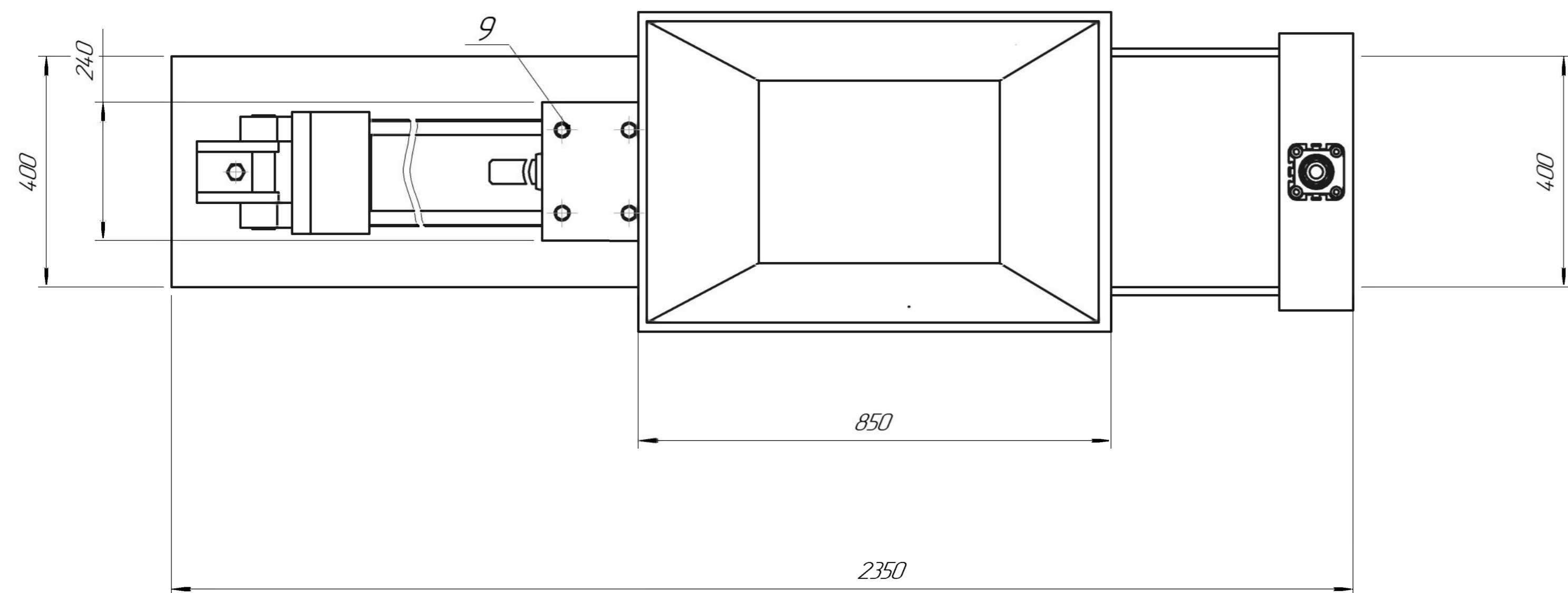
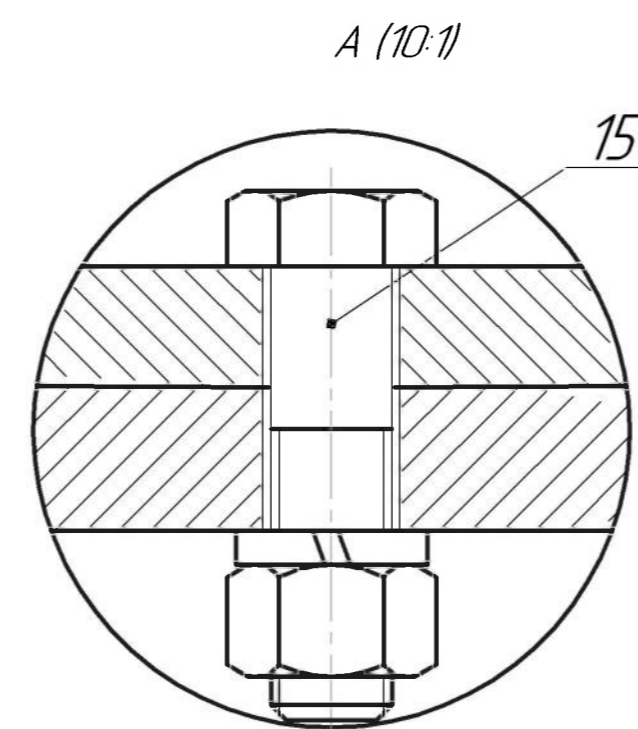
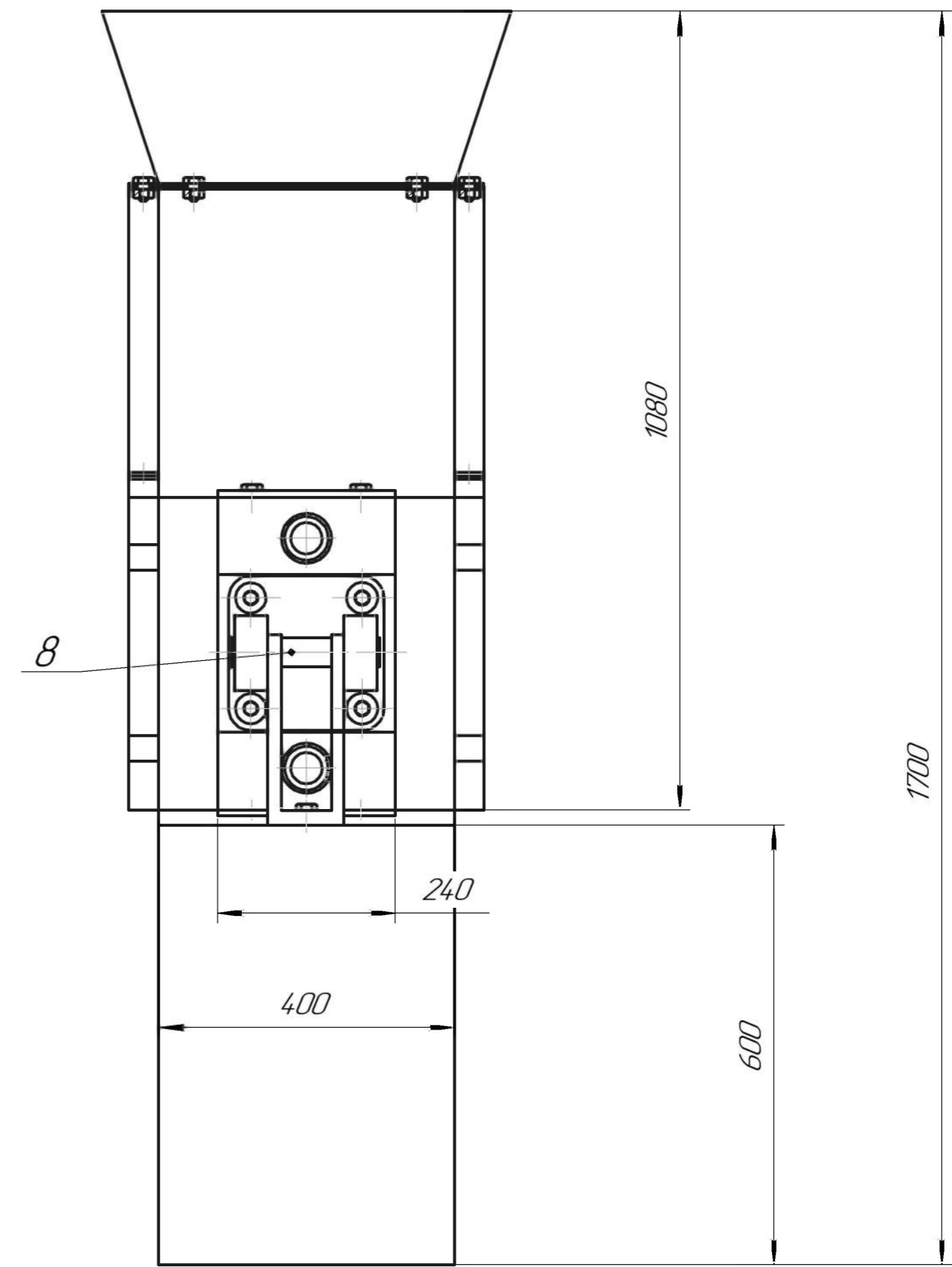
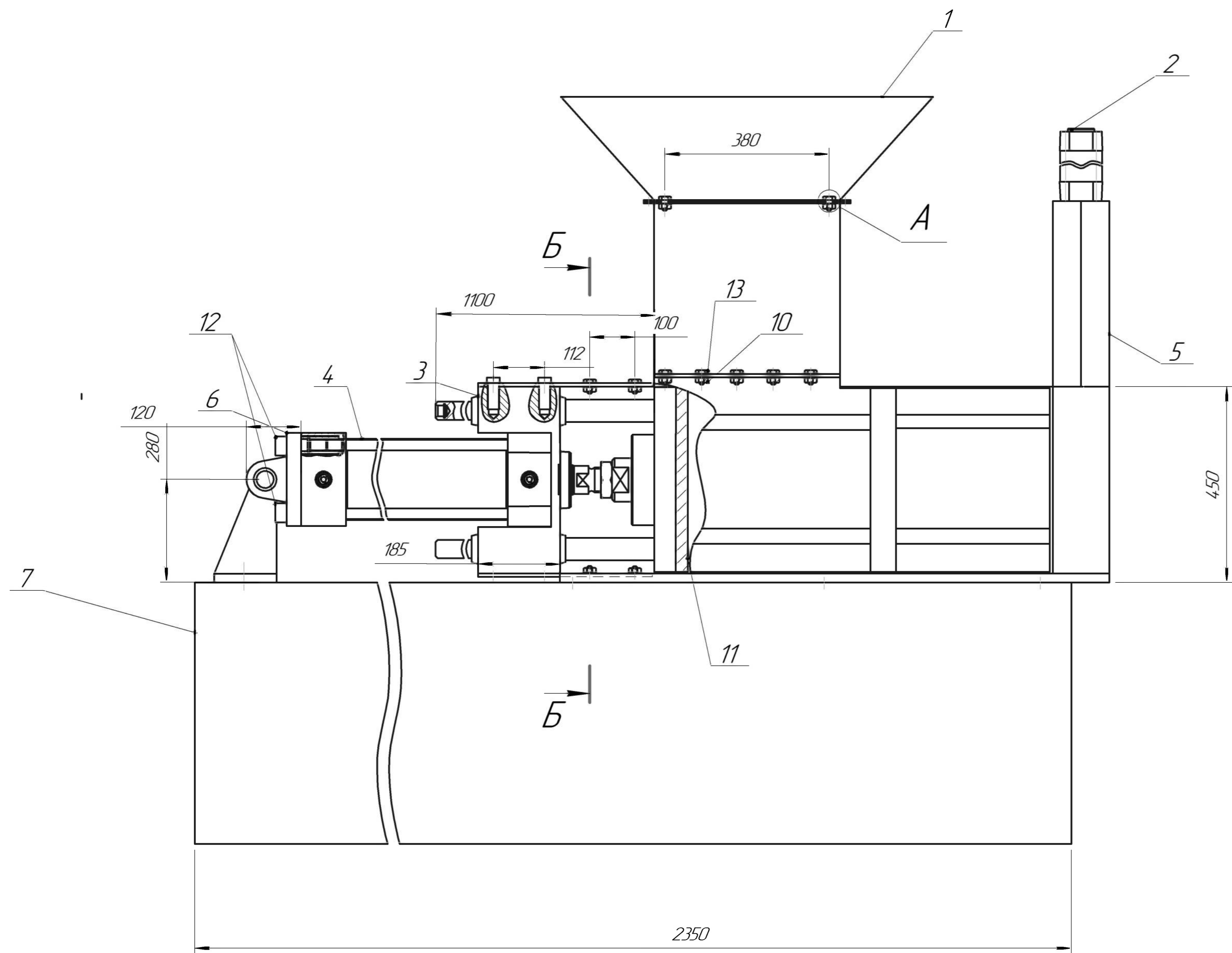
Лист 14

Лист 14

Лист 14

Лист 14

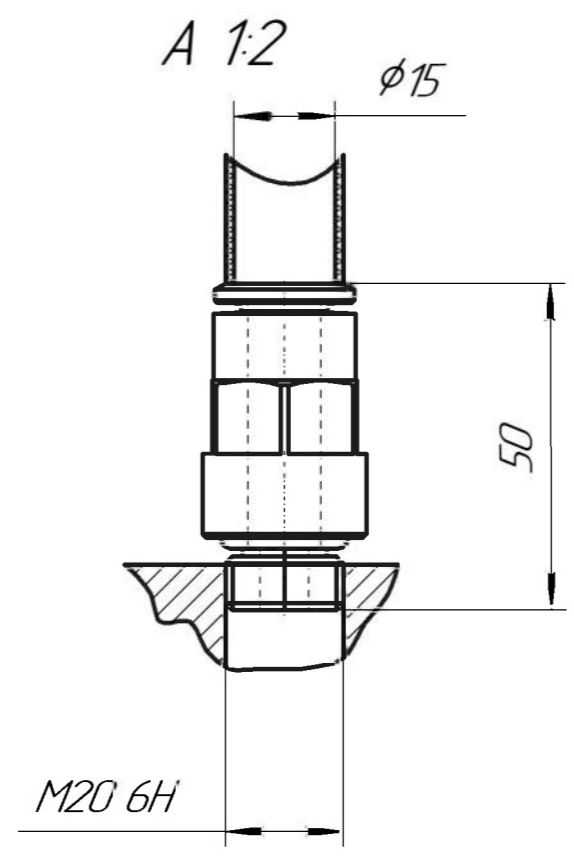
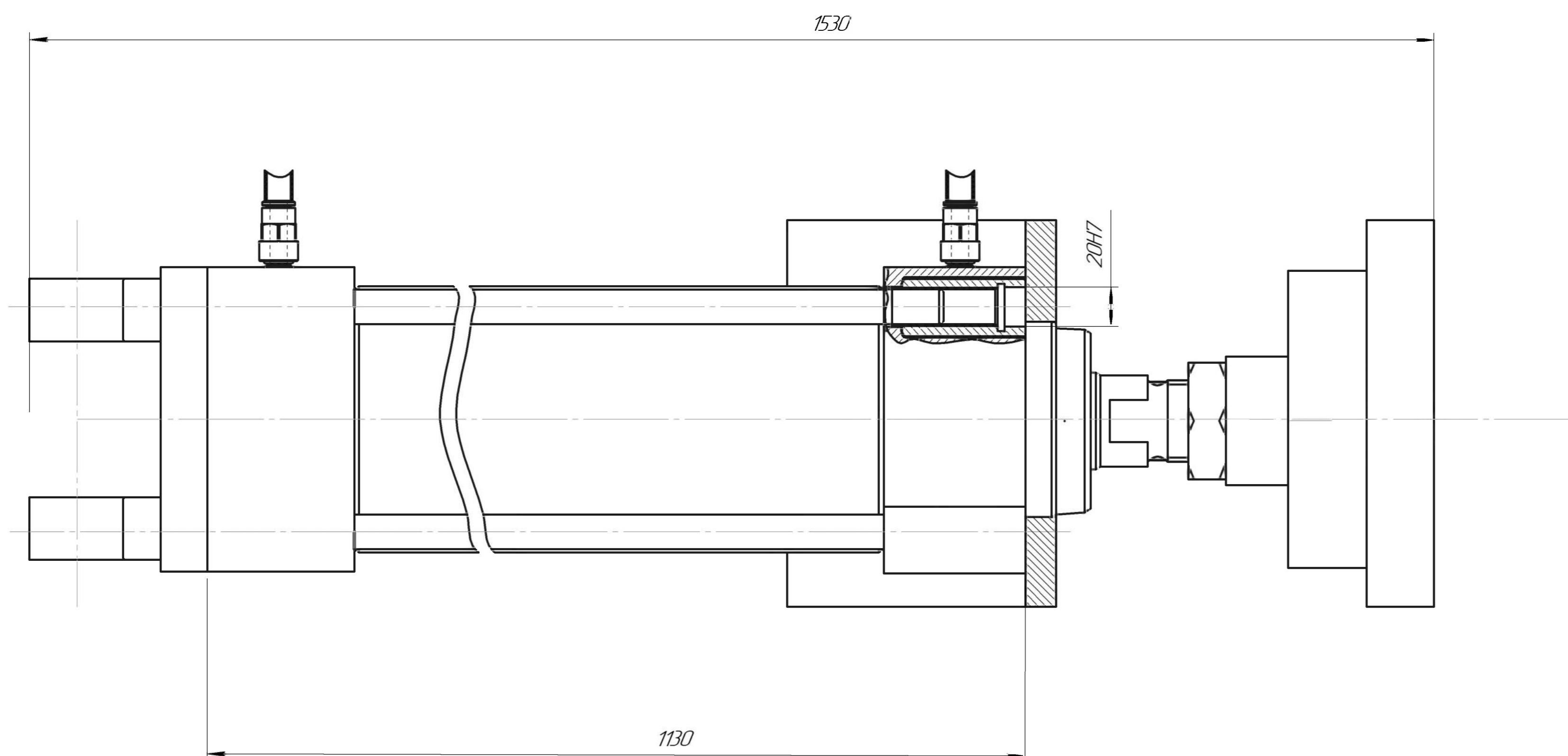
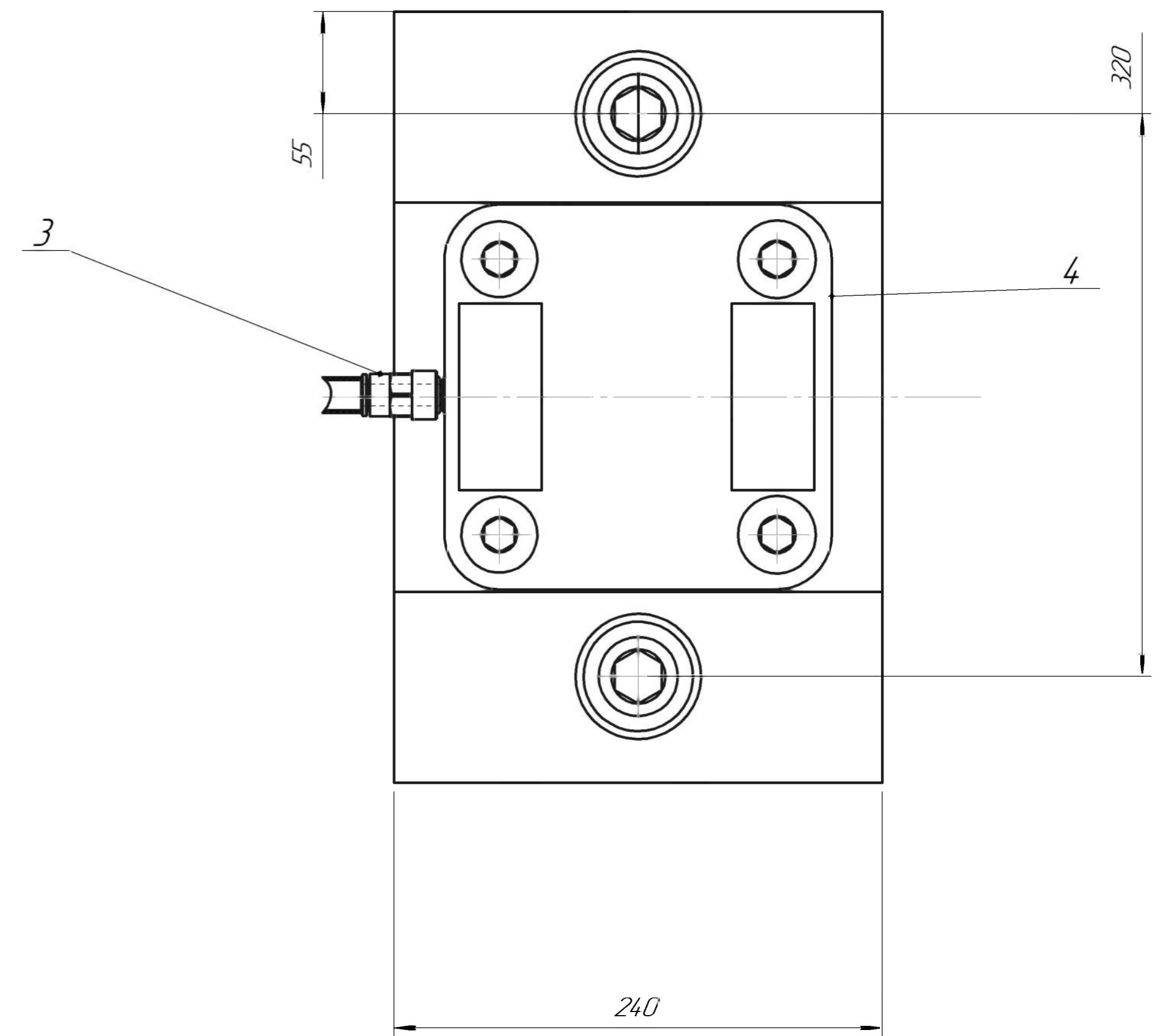
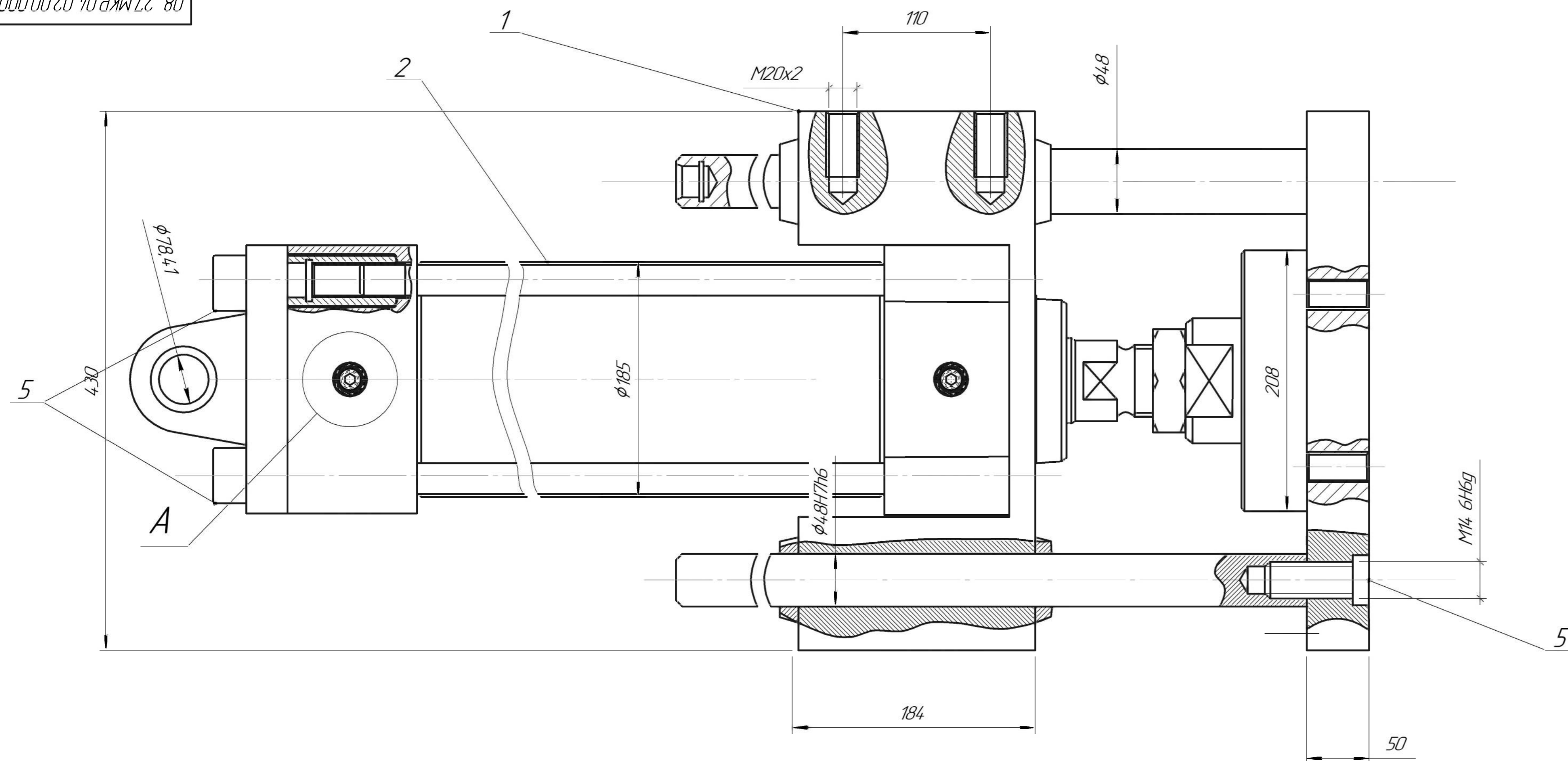
Лист 14



- Технічні характеристики:
- 1.Продуктивність..... 5т/год
  - 2.Зусилля на поршні гідроциліндру..... 16МПа
  - 3.Тиск гідроманістралі..... 16МПа
  - 4. Тиск пневмоманістралі..... 0,6МПа
  - 5. Геометричні параметри спресованого блоку  
 $H = 0,45\text{м}$   
 $B = 0,4\text{м}$   
 $A = 0,25\text{м}$

				08-27.МКР.04.08.00.000.СК			
Вид	Лист	№ докум.	Лист	Дата	Лист	Масса	Максимум
Разраб	Механик ВВ						
Проб	Полещук ЛК						
Т.контр.							
Исполн	Славий А.В.						
Этб	Полещук ЛК						
					Прес		
					Лист		Листов
					ВНТУ		1ГМ-21М

Лист 1 з 1  
 Назва документа: Прес  
 Код документа: 08-27.МКР.04.08.00.000.СК

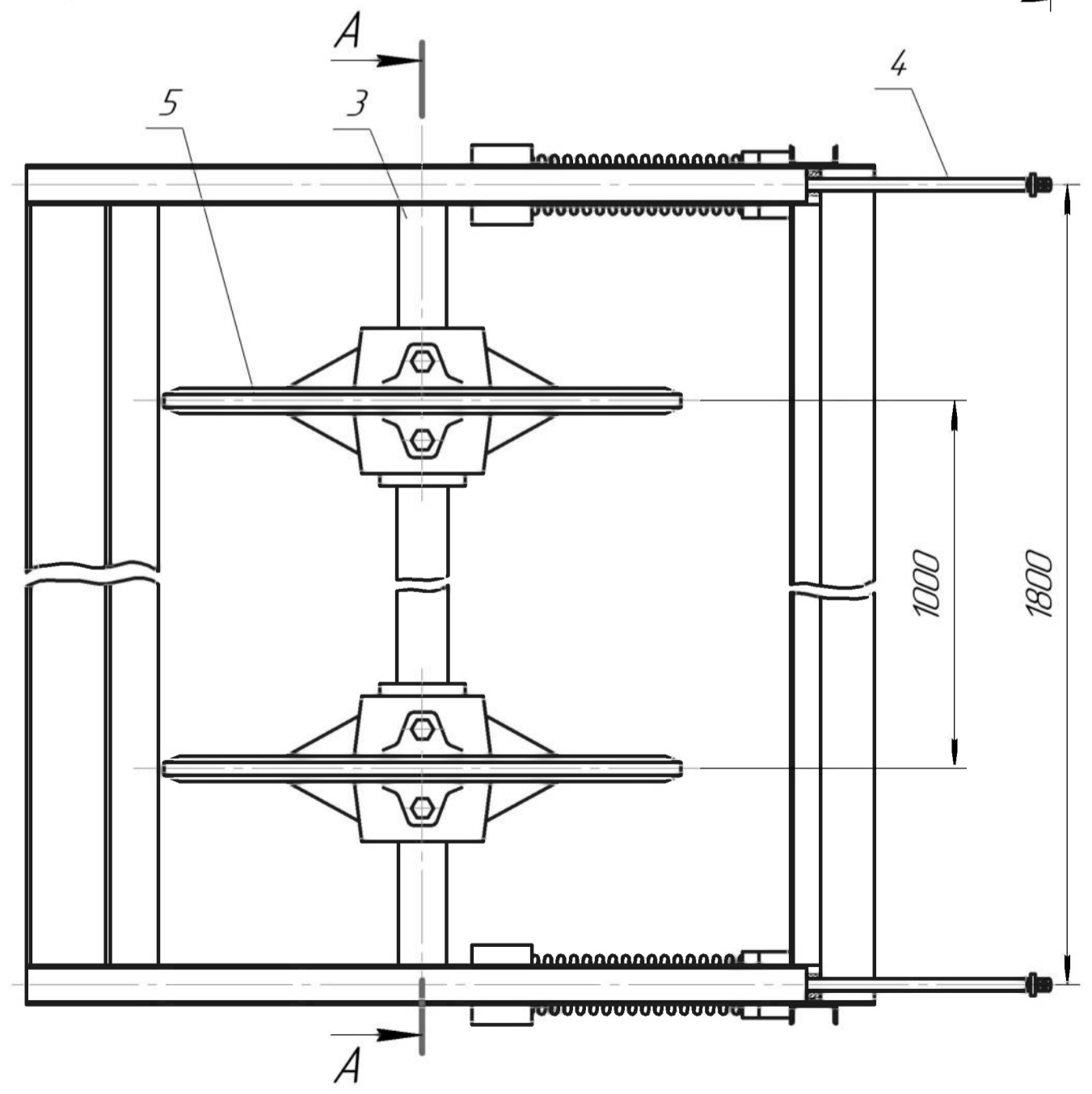
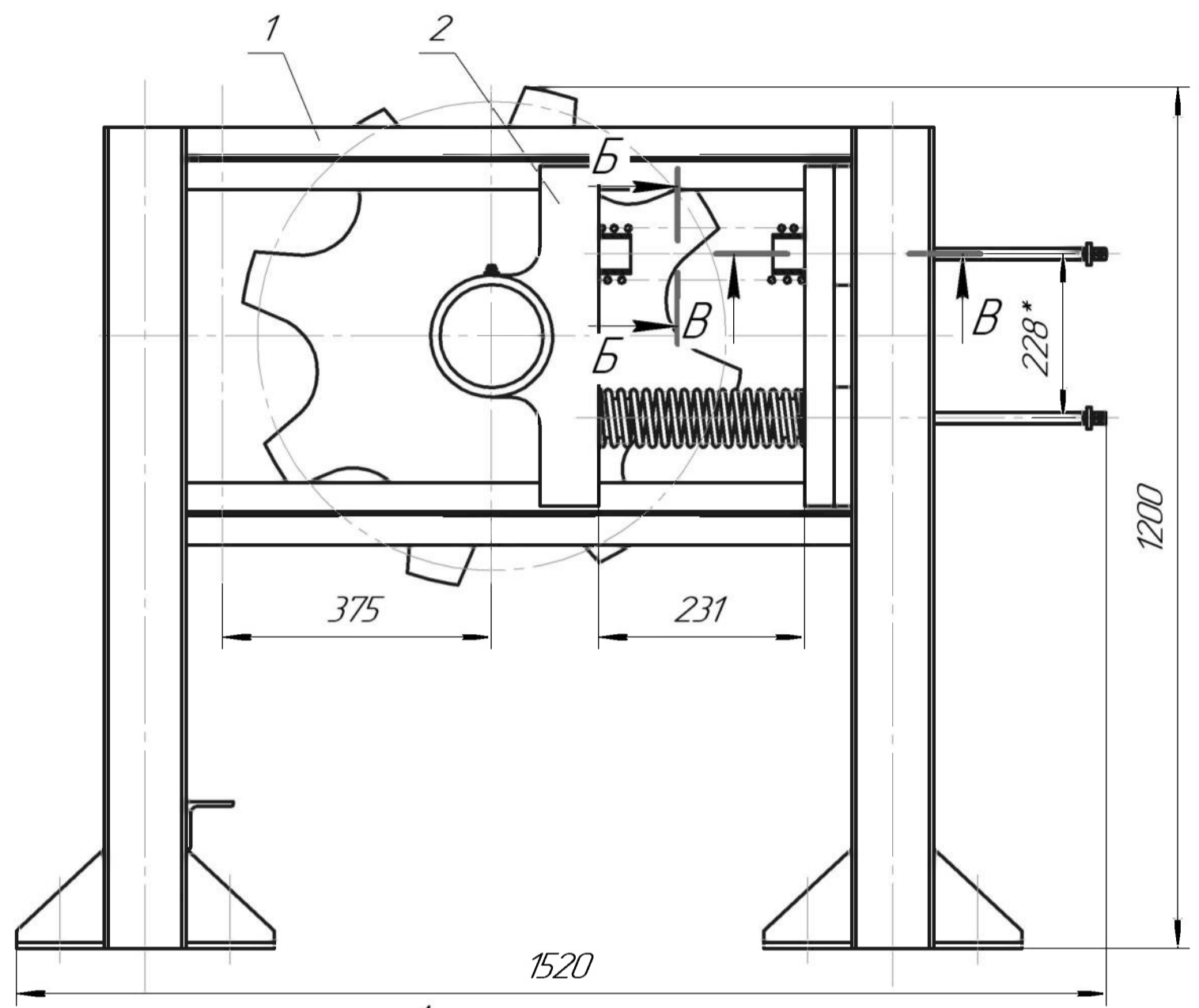


Технічна характеристика:  
 1.Робочий тиск.....160бар  
 2.Швидкість преміщення штоку.....0,4м/с  
 3.Діаметр поршня .....160мм  
    штока .....80мм  
 4. ККД .....0,94  
 5. Хід поршня .....650мм

				08-27.МКР.04.02.00.000.СК		
				Гідрациліндр		
				(складальне креслення)		
Лист	№ докум.	Лист	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Розроб	Мехабічч ВВ					
Проб	Полещук ЛК			Лист	Листов	
Т.контр.						
Н.контр.	Слободий А.В.			ВНТУ, 1ГМ-21М		
Знаб.	Полещук ЛК			Формат А1		

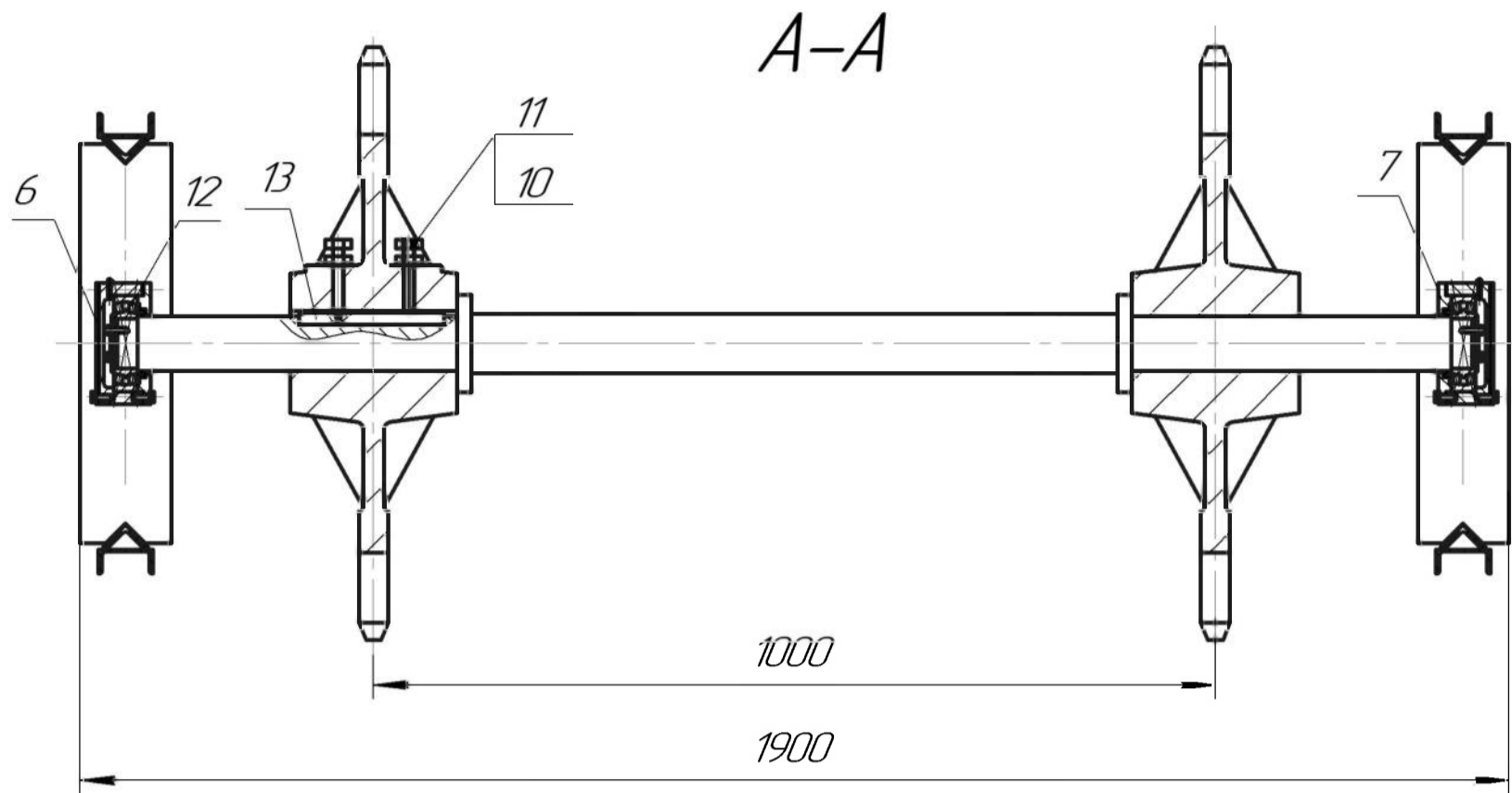
Лист № 01  
 Всього листів 01  
 Дата: 11.01.2011  
 Сторінка № 1  
 Періодичність: 1 раз на рік

08-27.MKP.04.01.02.000.CK

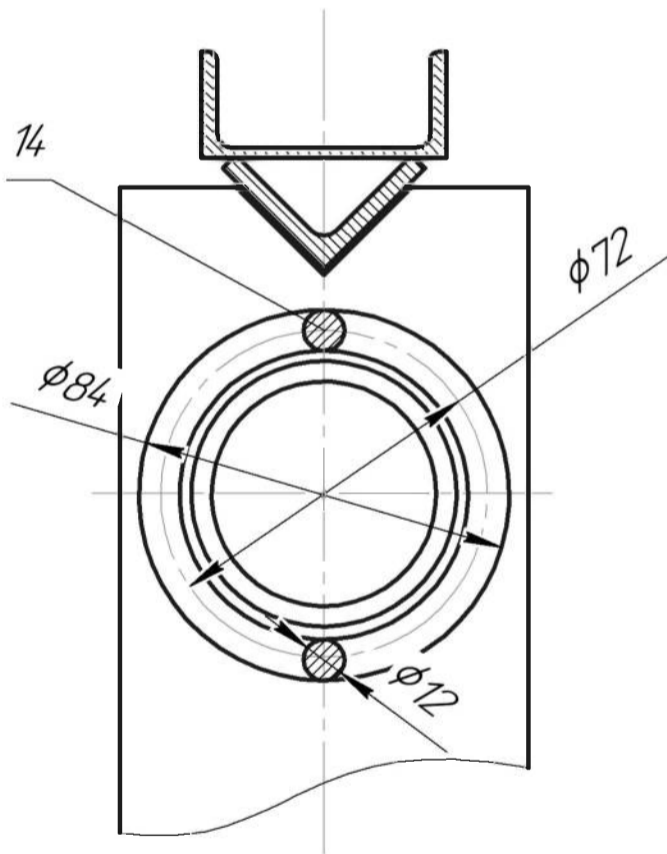


Спроб. №	Перв. примен.
----------	---------------

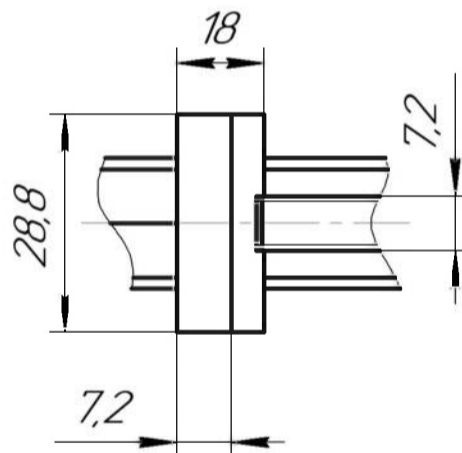
Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. ив. №	Ив. № дцкл.
Подп. и дата	
Ив. № подл.	



Б (1:2,5)



В (1:1)



Технічні вимоги

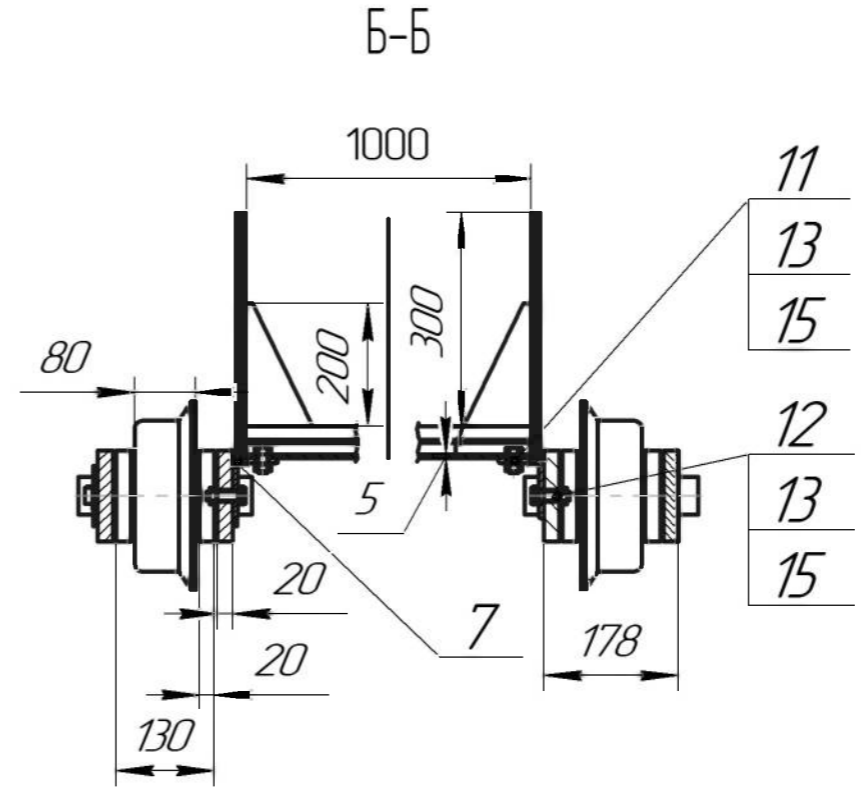
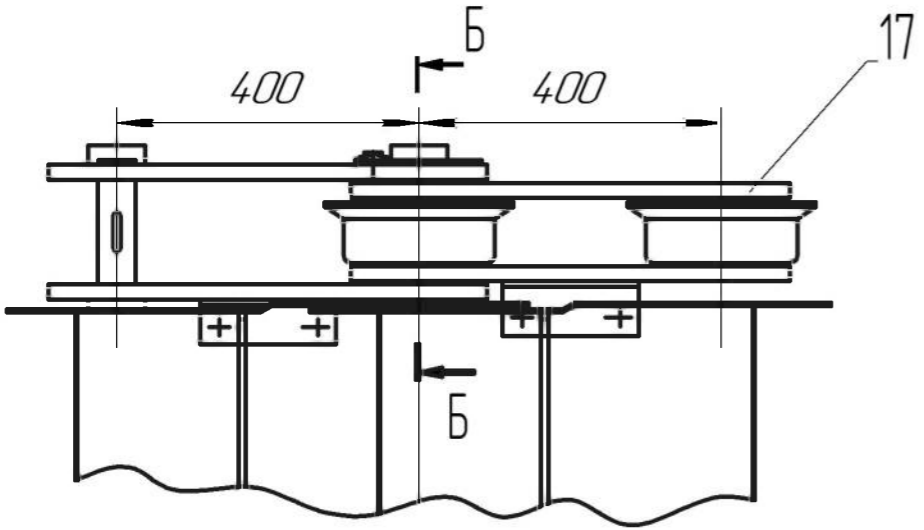
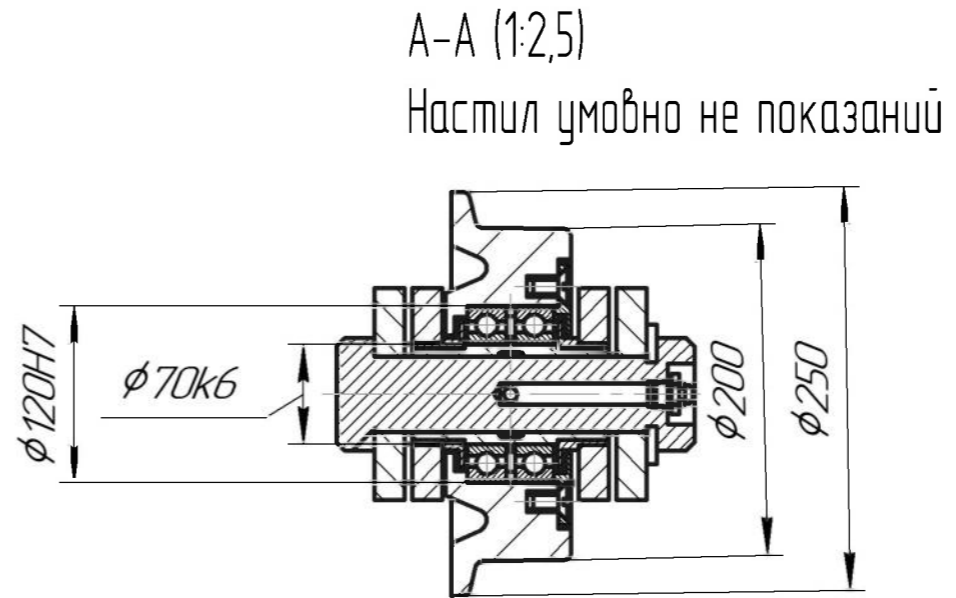
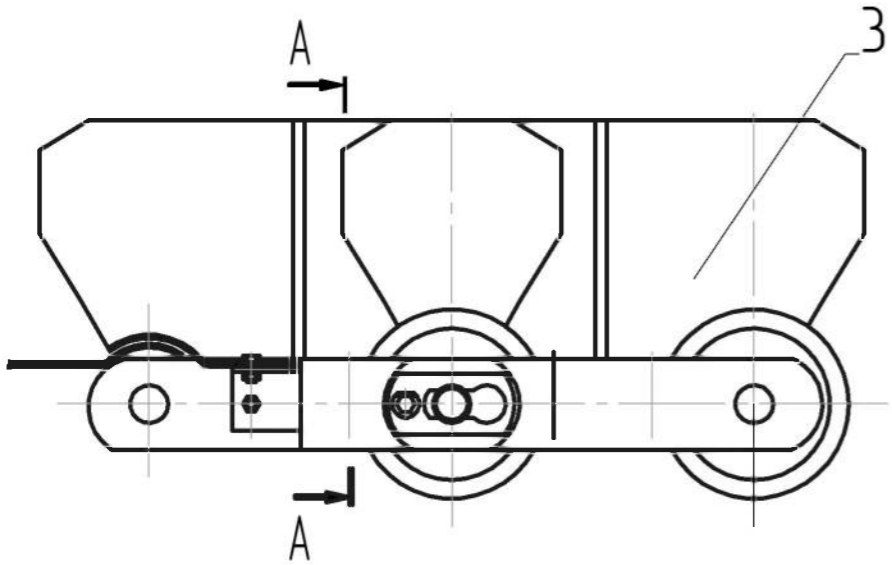
1. \* – розміри для довідок.
2. При складанні, підшипникові вузли заповнити змазкою М/ІІ 4/12-3 ГОСТ 23258-78 (Літол-24)
3. Регулювання натягування виконувати гвинтами
4. Елементи металокопонування пофарбувати фарбою ПФ115

					08-27.МКР.04.01.02.000.СК			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Натяжна станція (Складальне креслення)	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Маковичук В.В.							1:10
Проб.	Поліщук Л.К.					Лист	Листов	1
Т.контр.						ВНТУ, ІГМ-21М		
Н.контр.	Слабкий А.В.							
Утв.	Поліщук Л.К.							



08-27.МКР.04.01.03.000.СК

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

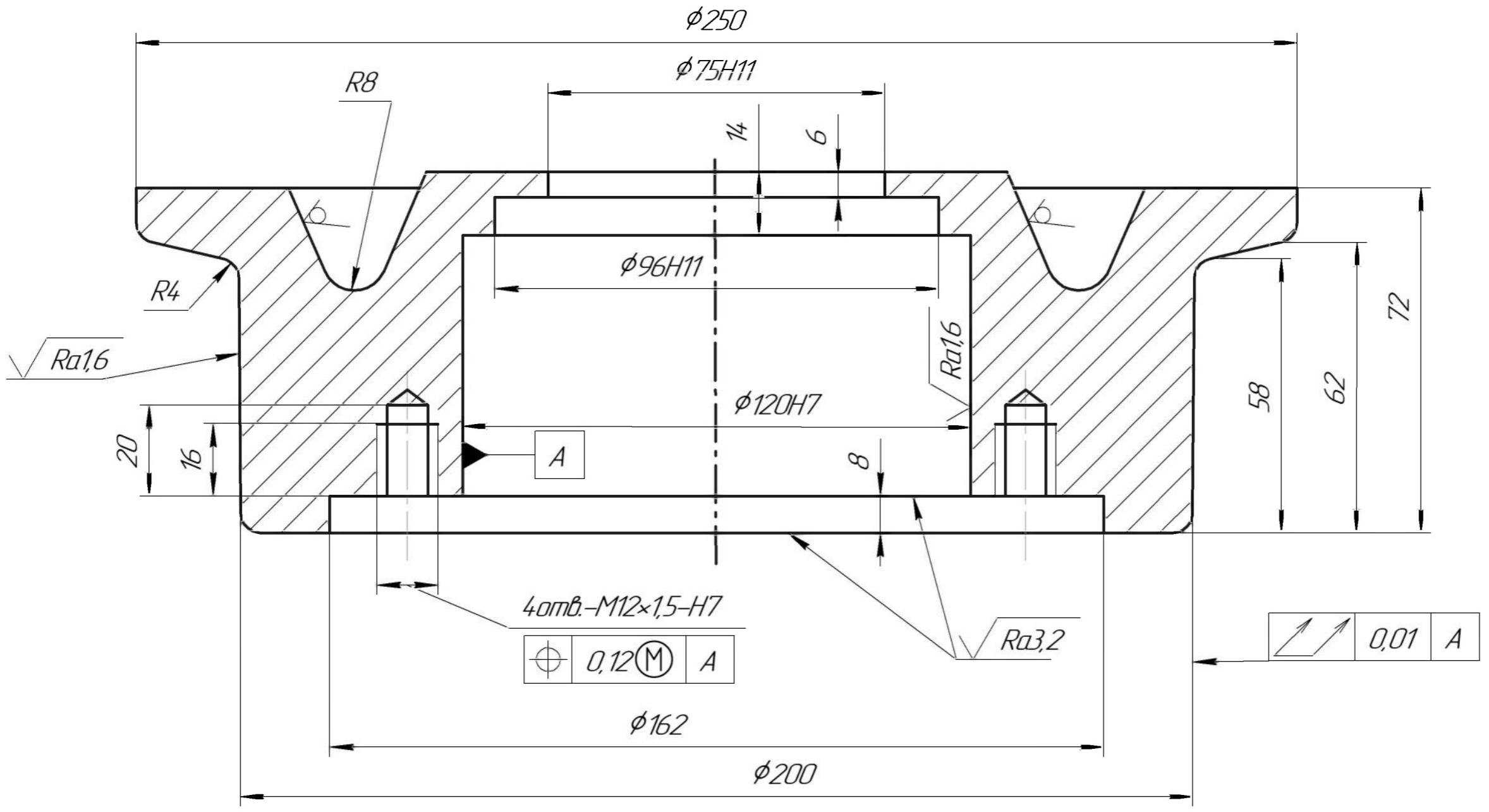


1. При складанні, підшипникові вузли заповнити змазкою МЛІ 4/12-3 ГОСТ 23258-78 (Літол-24).
2. Загальні допуски по ГОСТ 30893.1 - IT14.

				08-27.МКР.04.01.03.000.СК				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Ходова частина конвеєра (Складальне креслення)	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Маковічук В.В.						1:10
Пров.		Поліщук Л.К.				Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.		Сладкий А.В.						
Утв.		Поліщук Л.К.						

08-27.МКР.04.01.02.01.005

$\sqrt{Ra\ 6,3}$  (✓)



1.  $HRC_e\ 48...54$
2. Невказані радіуси скруглень 3 мм.
3. Невказані граничні відхилення розмірів по  $H14, h14, \pm IT14/2$ .

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

				<b>08-27.МКР.04.01.02.01.005</b>			
				<b>Коток</b>			
				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			
				ВНТУ, 1ГМ-21М			
				Формат А3			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Макавичук В.В.					1:1
Пров.		Поліщук Л.К.					
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.		Сладкий А.В.					
Утв.		Поліщук Л.К.					

Додаток В

**СПЕЦИФІКАЦІЇ**

**РОЗРОБКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРЕСУВАННЯ ЄМНОСТЕЙ З  
ТОНКОЛИСТОВОГО МАТЕРІАЛУ**

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<i>Документація</i>							
A1			08-27.МКР.04.00.000.СК	Складальне креслення			
<i>Складальні одиниці</i>							
		1	08-27.МКР.04.01.000.СК	Відвідний конвеєр	1		
		2	08-27.МКР.04.02.000.СК	Гідроциліндр 160x80	1		
		3	08-27.МКР.04.03.000.СК	Завантажувальний бункер	1		
		4	08-27.МКР.04.04.000.СК	Ковшовий конвеєр	2		
		5	08-27.МКР.04.05.000.СК	Направляючі	1		
		6	08-27.МКР.04.06.000.СК	Направляючі серії 45	1		
		7	08-27.МКР.04.07.000.СК	Пневмоциліндр серії 61	1		
		8	08-27.МКР.04.08.000.СК	Основа	1		
		9	08-27.МКР.04.09.000.СК	Станина	1		
		10	08-27.МКР.04.10.000.СК	Опора сферична	1		
<i>Стандартні вироби</i>							
		11		Болт М8-6д ГОСТ 7805-70	16		
		12		Болти М12-6д 7805-70	8		
		13		Гайка М8-6Н ГОСТ 5915-70	16		
		14		Гвинти М12-6д 6581-70	8		
<b>08-27.МКР.04.00.000</b>							
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата	
Разраб. Маковічук В.В.							
Пров. Поліщук Л.К.							
Н.контр. Слабкий А.В.							
Утв. Поліщук Л.К.							
Установка для пресування ємностей з тонко-листового матеріалу					Лит.	Лист	Листов
						1	1
					ВНТУ, 1ГМ-21М		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документація		
A1			08-27.МКР.04.01.04.000.СК	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
		1	08-27.МКР.04.01.04.001	Зірочка		
		2	08-27.МКР.04.01.04.002	Муфта		
				Деталі		
		3	08-27.МКР.04.01.04.003	Вал	1	
		4	08-27.МКР.04.01.04.004	Корпус підшипника	2	
		5	08-27.МКР.04.01.04.005	Кришка	2	
		6	08-27.МКР.04.01.04.006	Кришка	2	
				Стандартні вироби		
		7		Болти по ГОСТ 7805-70	16	
		8		Стопорний звинт ГОСТ 8878-93	2	
		9		Гайка ГОСТ 5927-70	16	
08-27.МКР.04.01.04.000						
Изм. Лист		№ докум.		Подп.	Дата	
Разраб. Маковіичук В.В.						
Пров. Поліщук Л.К.						
Н.контр. Слабкий А.В.						
Утв. Поліщук Л.К.						
Привод				Лит. Лист Листов		
				1 1		
				ВНТУ, 1ГМ-21М		









Додаток Г

**ПОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ)  
РОБОТИ**

**РОЗРОБКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРЕСУВАННЯ ЄМНОСТЕЙ З  
ТОНКОЛИСТОВОГО МАТЕРІАЛУ**

## ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ) РОБОТИ

Назва роботи: Розробка установки для пресування ємностей з тонко-листового матеріалу»

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота  
(кваліфікаційна робота, курсовий проект (робота), реферат, аналітичний огляд, інше (вказати))

Підрозділ Кафедра «Галузевого машинобудування», ФМТ, ІГМ-21м  
(кафедра, факультет (інститут), навчальна група)

Науковий керівник Поліщук Л. К., завідувач кафедри ГМ  
(прізвище, ініціали, посада)

### Показники звіту подібності

Plagiat.pl (StrikePlagiarism)		Unicheck	
КП1		Оригінальність	83,5%
КП2			
Тривога/Білі знаки	/	Схожість	16,5%

### Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)

- ✓ Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.
- Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

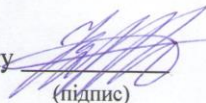
Заявляю, що ознайомлений (-на) з повним звітом подібності, який був згенерований Системою щодо роботи

Автор   
(підпис)

Маковійчук В.В.  
(прізвище, ініціали)

### Опис прийнятого рішення

Ознак академічного плагіату не виявлено

Особа, відповідальна за перевірку 

(підпис)

Шенфельд В. Й.  
(прізвище, ініціали)

Експерт \_\_\_\_\_

(підпис)

(прізвище, ініціали, посада)