

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра галузевого машинобудування

Пояснювальна записка

до бакалаврської кваліфікаційного проєкту на тему:

**«РОЗРОБКА ПРЕСА ДЛЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОБРОБЛЕННЯ
НЕМЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ»**

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ІГМ-216

зі спеціальності 133

«Галузеве машинобудування»

(шифр і назва напрямку підготовки)

Барда Д.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц., доцент каф. ГМ

Слабкий А.В.

(прізвище та ініціали)

« 6 » Червня 2025 р.

Рецензент: к.т.н., доц., доцент каф. АТМ

Кужель В.П.

(прізвище та ініціали)

« 6 » Червня 2025 р.

Допущено до захисту

Зав. кафедри ГМ

д.т.н., професор Поліщук Л.К.

« 10 » червня 2025 р.

Вінниця ВНТУ– 2025 р

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГМ

Поліщук Л.К.

"04" березня 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКИЙ КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧУ

гр. 1ГМ-216 Барді Д.О.

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема бакалаврського кваліфікаційного проєкту: РОЗРОБКА ПРЕСА ДЛЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОБРОБЛЕННЯ НЕМЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ

керівник бакалаврського кваліфікаційного проєкту Слабкий А.В., к.т.н. доцент,

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 20.03. 2025 року №97

2. Строк подання здобувачем бакалаврського кваліфікаційного проєкту

3. Вихідні дані до бакалаврського кваліфікаційного проєкту 1) Номінальне зусилля преса $F_{ном}$, МН – 2,5; 2) Номінальна потужність, кВт – 3; 3) Етажність – 2; 4) Відстань між плитами, мм – 250; 5) Габаритні розміри, не більше ($D \times Ш \times В$), мм – 1600×2000×3000.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Вступ; 2) Виконати дослідження з встановленням стану та тенденції розвитку пресів для високотемпературного оброблення неметалевих виробів, дослідити конструкції аналогічного обладнання; 3) Здійснити патентно-інформаційний огляд аналогічних конструкцій; 4) Висновки з теоретичного огляду та постановка задач проєктування; 5) Розробка конструкції прес для високотемпературного оброблення неметалевих виробів; 6) Виконати конструкторські та технологічні розрахунки, що необхідні для побудови розробленої конструкції прес для високотемпературного оброблення неметалевих виробів; 7) Розробити заходи з охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 1) Аналіз конструкцій обладнання для формування та вулканізації гумових виробів (ф. А1 – 1 арк); 2) Патентно-інформаційний огляд (ф. А1 – 1 арк); 3) Складальний кресленик преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів (ф. А1 – 1 арк); 4) Складальний кресленик плити нагнітальної (ф. А1 – 1 арк.); 5) Складальний кресленик гідродиліндра (ф. А3 – 2 арк., ф. А4 – 1 арк.).

6. Консультанти розділів бакалаврського кваліфікаційного проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Технічний розділ (основна частина)	Слабкий А.В.	05.03.2025р.	05.03.2025р.
		02.05.2025р.	02.05.2025р.
Охорона праці, безпека життєдіяльності	Поліщук О.В.		

7. Дата видачі завдання 05.03.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврського кваліфікаційного проекту	Термін виконання		Примітки
		початок	закінчення	
1	Аналіз існуючих конструкцій пресів для високотемпературного оброблення неметалевих виробів	05.03.25р	20.03.25р	вик
2	Розробка конструкції прес для високотемпературного оброблення неметалевих виробів	05.03.25р	20.03.25р	вик
3	Виконання проектних та перевірочних розрахунків конструкції	21.03.25р	07.04.25р	вик
4	Розробка графічної частини БКП	08.04.25р	02.05.25	вик
5	Охорона праці	02.05.25	12.05.25	вик
6	Оформлення текстової та графічної частини проекту	12.05.25р	06.06.25	вик
7	Перевірка на плагіат	06.06.25	09.06.25	вик
8	Нормоконтроль БКП	10.06.25	10.06.25	вик
9	Рецензування БКП	11.06.25	16.06.25	вик
10	Захист БКП	3є травня кожної		вик

Здобувач


(підпис)

Барда Д.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Слабкий А.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з 77 сторінок формату А4, на яких є 10 рисунків, 9 таблиць, список використаних джерел містить 25 найменувань.

Результатом виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи є теоретичне дослідження пресового обладнання для виготовлення неметалевих технічних виробів та розробка преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів з покращеними техніко-економічними показниками. Виконанні проєктні та перевірочні розрахунки розробленої конструкції. Розроблені креслення згідно, яких можливе виготовлення розробленої конструкції.

Ключові слова: механізм, конструкція, прес, високотемпературне оброблення, розрахунок.

ANNOTATION

The bachelor's qualification work consists of 77 pages of A4 format, which include 10 figures, 9 tables, and the list of sources used contains 25 items.

The result of the bachelor's qualification work is a theoretical study of press equipment for the manufacture of non-metallic technical products and the development of a press for high-temperature processing of non-metallic products with improved technical and economic indicators. Design and verification calculations of the developed design have been performed. Drawings have been developed according to which it is possible to manufacture the developed design.

Keywords: mechanism, design, press, high-temperature processing, calculation.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ І ВУЛКАНІЗАЦІЇ ГУМОВИХ ВИРОБІВ	6
1.1 Основні види обладнання для формування і вулканізації гумових виробів	6
1.2 Класифікація обладнання для виготовлення гумових технічних виробів	7
1.3 Класифікація і конструкції вулканізаційних пресів.....	12
1.4 Патентно-інформаційний огляд	20
РОЗРОБКА ГІДРАВЛІЧНОЇ СХЕМИ ПРЕСА ДЛЯ	
2 ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОБРОБЛЕННЯ НЕМЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ	30
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	34
3.1 Розрахунок товщини стінки циліндра	34
3.2 Розрахунок нарізки гайок ущільнення	36
3.3 Розрахунок прохідних перерізів трубопроводів за вихідних даних і допустимих швидкостей течії в трубопроводі	39
3.4 Обґрунтування вибору ущільнення	41
3.5 Вибір опорного фланця.....	42
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	46
4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта	47
4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	50
4.3 Технічні рішення з пожежної безпеки.....	54
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58
ДОДАТКИ.....	61
ДОДАТОК А . Технічне завдання	62
ДОДАТОК Б. Ілюстративна частина.....	67
ДОДАТОК В. Специфікації.....	73

ВСТУП

Виробництво гумотехнічних виробів (ГТВ) є однією з найскладніших технологій сучасної цивілізації. У ній закладено досягнення таких галузей, як машинобудування, нафтопереробка і нафтохімія, органічний синтез. Відмінною особливістю виробництва ГТВ є надзвичайно широкий асортимент (близько 100 тис. найменувань), оскільки вироби знаходять застосування практично у всіх сферах діяльності сучасного суспільства. У зв'язку зі швидко зростаючими вимогами до ГТВ розв'язують комплекс надскладних науково-технічних завдань, що передбачає поряд із використанням нових полімерів розроблення специфічних способів створення еластомерних композиційних матеріалів, високо механізованих і автоматизованих процесів, досконаліших конструкцій і методів подовження терміну служби виробів шляхом хімічної або фізичної модифікації.

Особливістю гумової промисловості вважається висока вартість застосовуваної сировини, яка найчастіше є продуктом інших галузей хімічної та нафтохімічної індустрії.

Частка праці співробітників самої гумової промисловості в собівартості найважливіших виробів становить лише 6 – 7%. Тому величезне значення мають економія сировини і матеріалів, розробка безвідходних технологій, подовження термінів експлуатації виробів.

Розвиток сучасної гумової промисловості характеризується такими основними особливостями:

- розширенням сфер застосування та асортименту гумових виробів;
- посиленням умов експлуатації виробів (температура, навантаження, швидкість, агресивність середовища тощо);
- використовувати найдешевші та найдоступніші армувальні матеріали, каучуки та інгредієнти за неможливості безмежного збільшення їхнього асортименту;

- необхідністю зниження матеріаломісткості виробів і трудомісткості їх виготовлення;

- вимогами охорони праці та захисту навколишнього середовища.

Очевидно, що одночасне виконання всіх цих вимог неможливе, і реальне рішення завжди є компромісним. Особливо різко вартість виробів зростає при їх створенні для граничних умов експлуатації – для роботи в умовах сильно агресивних середовищ, при температурах вище 250°C або нижче -100°C, оскільки для цього потрібні дуже дорогі каучуки і хімічні добавки. Хоча вартість комплектуючих гумових виробів порівняно з вартістю машин і механізмів, у яких вони використовуються, зазвичай невелика, труднощі заміни гумових деталей часто такі високі, що для споживача їхня довговічність є основним показником. Для гумової промисловості це обертається збільшенням трудомісткості, зниженням рентабельності, оскільки вартість переробки становить невелику частку вартості виробів.

Тому є важливим створювати нові зразки техніки та модернізація існуючих для виготовлення ГТВ, зокрема пресового обладнання.

Метою роботи є розробка преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів з покращеними техніко-економічними показниками.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі задачі:

- Виконати дослідження з встановленням стану та тенденції розвитку пресів для високотемпературного оброблення неметалевих виробів, дослідити конструкції аналогічного обладнання;

- Виконати патентно-інформаційний огляд преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів;

- Базуючись на результатах теоретичного дослідження проблематики теми роботи розробити конструкцію преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів;

- Виконати технологічні та конструкторські розрахунки, що необхідні для побудови розробленої конструкції.

- Розробити кресленики преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів;
- Запропонувати заходи з охорони праці для безпечної експлуатації розробленої конструкції преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів.

1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ І ВУЛКАНІЗАЦІЇ ГУМОВИХ ВИРОБІВ

1.1 Основні види обладнання для формування і вулканізації гумових виробів

Відміними ознаками різних видів обладнання для формувань та вулканізації гумових технічних виробів (ГТВ), якими визначається його призначення, можна назвати наступні [1 – 3]:

- а) джерело зовнішньої сили та спосіб її застосування до гумової суміші для надання їй форми виробу;
- б) спосіб та джерело підведення тепла до виробу для здійснення реакції вулканізації;
- в) спосіб завантаження порожнини форми гумовою сумішшю;
- г) неперервність чи періодичність дії обладнання.

Тиск, що розвивається сучасними гідравлічними пресами, становить 5 –10 МН/м² робочої площі нагрівальної плити. Якщо врахувати, що площа прес-форм завжди трохи менше площі нагрівальних плит, то тиск, що розвивається пресом, є достатньо, щоб виготовити вироби способом простого (компресійного) формувань.

На відміну від компресійного формування виготовлення ГТВ в плунжерно-ливарних формах (спосіб трансферного формувань) вимагає застосування обладнання з тиском на нагрівальні плити порядку 10 –15 МН/м².

Існує багато дрібних ГТВ масою від часток грама до декількох грамів. Виготовлення заготовок та їх поштучне укладання в багатогніздні прес-форми (до 100 і більше гнізд) для них стають проблематичними. У цьому випадку ефективним виявляється використання обладнання для виготовлення ГТВ способом лиття гуми під тиском.

Для отримання формових тонкостінних ГТВ, коли не потрібно докладання значних зовнішніх зусиль при формувань (наприклад, плоскі та об'ємні килими), часто використовуються заготовки з каландрованої гумової

суміші, за товщиною і конфігурацією близькі до готового виробу. У цих випадках до достатнього тиску порядку 0,6—2,0 МН/м² для формувань у вулканізаційних котлах або автоклавах у середовищі пари, перегрітої води, гарячого повітря.

Існують установки безперервної вулканізації в розплавах солей, в псевдозрідженому шарі («киплячий» шар піску, скляних кульок), які знайшли застосування при вулканізації профільних виробів.

Відомі способи радіаційної вулканізації гумових виробів [4], що здійснюється за допомогою радіоактивних випромінювань, а також формування і вулканізація з впливом на гуму ультразвукових коливань і струмів СВЧ, які (по даних лабораторних досліджень) дозволяють інтенсифікувати процеси виробництва ГТВ та отримувати вулканізатори з підвищеною теплостійкістю і морозостійкістю.

Заслужовує також на увагу спосіб виготовлення формових ГТВ з рідких каучуків, особливістю якого є можливість формувань без докладання зовнішніх зусиль. Впровадження цього способу є необхідність приготувань рідкого каучуку на місці переробки у зв'язку з коротким терміном його зберігання. Найбільш широке поширення цей спосіб отримав у взуттєвій промисловості.

1.2 Класифікація обладнання для виготовлення гумових технічних виробів

Залежно від призначень вулканізаційного обладнання класифікується наступним чином [1, 5]:

1) вулканізаційне апаратне загального призначення (котли, преси, автоклави - преси, обладнання для роздільного формування та вулканізації фермових ГТВ, обладнання для виготовлення ГТВ способом лиття гум під тиском);

2) вулканізатори спеціального призначення (карусельні вулканізаційні преси для формових ГТВ, установки для виготовлення виробів способом рідких формувань).

За принципом дії розрізняють вулканізаційне обладнання періодичної дії (котли, преси, автоклав-преси та ін.), безперервної дії під тиском (карусельні вулканізаційні преси), безперервної дії без тиску (деякі види установок для виготовлення виробів способом рідкого формування, шахтні, тунельні та інші установки).

За ступенем механізації та автоматизації вулканізаційне обладнання підрозділяється на немеханізоване, механізоване та автоматизоване.

На немеханізованому устаткуванні більшість операцій з його обслуговування та перезаряджання прес-форм виконують вручну.

В останні роки інтенсивно механізуються операції з обслуговування вулканізаційних пресів. На зміну підйомним столам, призначеним для обслуговування кількох етажів преса, прийшли перезарядники прес-форм, з впровадженням яких немеханізованими залишилися тільки операції завантаження заготовок (в окремих випадках) вилучення звулканізованих виробів. Перезарядниками виконуються найбільш важкі операції переміщення і розкриття прес-форм. Головною перевагою перезарядників є те, що вони дозволяють працювати на прес-формах, за площею рівних нагрівальних плит пресів.

Найбільших успіхів у автоматизації виробництва фермових ГТВ досягнути при впровадженні ливарних машин та агрегатів. З гідравлічних пресів автоматичним є пресі 160-400 Е2 з перезарядниками, в якому укладання арматури і заготовок у гнізда касетної прес-форм і вилучення вулканізованих виробів (типу манжет), подача їх в тару, а також всі інші операції циклу вулканізації здійснюється автоматично.

Головним критерієм вибору обладнання для формувань і вулканізації ГТВ є його універсальність, тобто є можливість виготовляти різноманітні гумові деталі з різних гумових сумішей з регулюванням технологічних параметрів (тиску, температури, часу вулканізації та ін.) у широкому діапазоні. Не менш важливим критерієм вибору обладнання є економічна доцільність його використання для виготовлення того чи іншого виробу.

Спеціалізоване обладнання є більш продуктивним порівняно з універсальним. У той же час воно стає економічно малоефективним, якщо працює з низьким коефіцієнтом використання робочого часу, крім того, переналагодження такого обладнання на випуск інших виробів дуже складне або неможливе [2, 5].

Основним способом виготовлення фермових ГТВ є пресова вулканізація у формах, а основним обладнанням – гідравлічні вулканізаційні преси з паровим або електричним обігрівом прес-форм. Це обладнання є порівняно простим у експлуатації та ремонті, не вимагає великої кількості однотипних прес-форм, характеризується легким переналагодженням параметрів формувань та вулканізації в широких межах, не вимагає великих виробничих площ.

До недоліків виготовлення ГТВ на вулканізаційних гідравлічних пресах відносяться: необхідність виготовлення заготовок, близьких за формою і масою до готових виробів; значний відхід гумової суміші в облой і впресовування; великі фізичні навантаження пресувальників при обслуговуванні немеханізованих пресів; трудомістке оброблення звулканізованих виробів; складність виготовлення багатогніздних та касетних прес-форм в умовах заводів ГТВ, які не спеціалізовані на виготовленні оснастки.

Більш досконалим є спосіб формування виробів литтям під тиском, який в залежності від застосовуваного обладнання має кілька напрямків.

1. Виготовлення ГТВ на звичайних гідравлічних вулканізаційних пресах в плунжерних ливарних прес-формах (трансферне формування). Цей спосіб дає можливість застосовувати групову заготовку найпростішої конфігурації і отримувати вироби з мінімальним облоєм без впресовок. Переваги цього способи особливо очевидні при виготовленні дрібних (до 5 г) виробів, а також тонкостінних ГТВ типу чохлів, «гармошок», ковпачків та інших виробів з відкритими порожнинами.

При трансферній формуванні розкриття прес-форму по площині роз'єму (в ній розташовані ливарна камера і плунжер) вимагає значних зусиль, у зв'язку

з чим плити прес-форми закріплюють на нагрівальних плитах, а самі преси мають пристрої, що примусово розкривають їх.

2. Окреме формування та вулканізація. Формування ведеться у формах, що заповнюються на литьових пресах систему Коропальцева. Наступна вулканізація здійснюється в пресі, автоклав-пресі або вулканізаційному котлі (якщо форма оснащена замками). Цей спосіб кращий при виготовленні масивних ГТВ масою 1 кг і більше. Спосіб використовується при виготовленні ущільнень пральних машин, деталей нафтобурової техніки (поршні, пакеру, превентеру) і т. д. Порівняно з іншими способами формувань і вулканізації процес характеризується низькою продуктивністю (через застосування тривалих режимів вулканізації) і недостатньою формою вулканізації і назад, а також вимагає більшої кількості однотипних прес-форм.

3. Поєднання операцій заповнення форму гумовою сумішшю (залиття) і наступна вулканізація на тому самому агрегаті. До цього обладнання відносяться різні лиття вулканізаційні преси.

Порівняно з компресійним способом виготовлення формових ГТВ ливарної має ряд переваг:

а) незалежно від числа гнізд у прес-формі потрібна одна заготовка простої конфігурації;

б) час укладання однієї групової заготовки в литьову камеру в кілька разів менше часу укладання заготовок у кожне гніздо;

в) можливість отримання підігрітої заготовки від живильника, встановленого в безпосередній близькості від литтєвих пресів (продавлювання гумової суміші через литникову систему форму зменшує її температуру та скорочує час вулканізації);

г) для більшості ГТВ не потрібно підпресування;

д) вироби виходять з мінімальним (постійної величини) облоєм і без випресувань;

е) відкриття та закриття стаціонарних форм за допомогою спеціальних пристроїв преса в 2 – 3 рази збільшує термін їх служби.

На деяких підприємствах експлуатуються ливарні преси з вбудованими шнековими живильниками для подачі гумової суміші в ливарну камеру.

Незважаючи на складність і високу вартість оснастки та обладнання для здійснення ливарного способу перелічені переваги роблять виготовлення фермових ГТВ цим методом досить ефективним.

Існує ряд ГТВ, формування та вулканізація яких на гідравлічних пресах з тих чи інших причин недоцільно. Зокрема, великогабаритні вироби типу обгумуваних валів різних машин, амортизатори типу «відбійних пристроїв», пакери циліндричні та ін. вулканізуються в котлах або автоклавах. Подібні вироби випускаються невеликими партіями, і тривалий час вулканізації не впливає на їхню вартість. Тонкостінні вироби (типу об'ємних автомобільних килимків) мають досить складну конфігурацію в поперечному перерізі і водночас відносно невимогливі до точності поперечних перерізів та чистоти лицьової сторони; їх не потрібно виготовляти в прес-формах, що складаються з матриць і пуансону. Такі прес-форми масою вище 1 т є дорогими у виготовленні і рідко виготовляються на заводах ГТВ.

Найбільш раціональним способом виробництва об'ємних килимків є вакуумне формування і вулканізація в котлах. Як оснастку застосовується легка напівформа, що відображає конфігурацію і малюнок лицьової сторони килима. Напівформа має канали та отвори, які з'єднані з вакуум системою для утримання заготовки з листової гумової суміші до моменту створення в вулканізаційному котлі або автоклаві збнтчного тиску пари.

Менш поширеним вулканізаційним обладнанням вітчизняних заводів є тунельні вулканізатори, що забезпечують більш високу продуктивність, ніж пресові. Але внаслідок низького коефіцієнта теплопередачі від газового середовища (теплоносія) до прес-форм вимагає більш тривалий час вулканізації виробів і наявність комплекту однакових прес-форм, що здорожує вартість виробів.

1.3 Класифікація і конструкції вулканізаційних пресів

За призначенням преси, що використовуються у виробництві формових ГТВ, поділяються на [1 – 5]:

- 1) вулканізаційні, призначені для формувань та вулканізації виробів у прес-формах компресійним способом;
- 2) ливарні, призначені для заповнення форм гумовою сумішшю з наступною вулканізацією ГТВ на вулканізаційних пресах або в котлах;
- 3) ливарні вулканізаційні преси, що поєднують функції попередніх типів пресів;
- 4) лабораторне, призначення для виготовлення зразків та дрібних партій ГТВ.

За типом приводу вулканізаційні преси ділять на гідравлічні та гідромеханічні. У свою чергу, розрізняють гідравлічні преси з індивідуальним і груповим приводом. Гідромеханічні преси поділяють на гвинтові та важельні. Робоче зусилля в них розвивається гідроциліндром з невеликим ходом, а закріплення і розкриття преса проводиться за допомогою коліноважельних або гвинтових систем.

За способом обігріву прес-форм розрізняють прес з паровими та електричними нагрівальними плитами. За конструктивним оформленням розрізняють колонні, рамні та щелепні преси.

Є низка інших конструктивних ознак, що зумовлюють визначення відмінності та особливості при обслуговуванні пресів. Наприклад, прес з верхнім або нижнім розташуванням головного гідроциліндра; преси з похилими нагрівальними плитами, до яких кріпляться прес-форм; багатопозиційні преси карусельного типу; преси з примусовим роз'ємом плит (при їх розкритті) або з опусканням столу (при розкритті рухомих частин під дією власної маси).

За кількістю просвітів між нагрівальними плитами преси поділяють на одноповерхові (з одним просвітом) і багатоповерхові.

Істотною особливістю пресів є їх ступінь механізму. За цією ознакою преси поділяються на: немеханізовані; прес з підйомними столами; прес з

пристроями для переміщення (вручну) касетних прес-форм на перезарядку, з перезарядниками двох- і триплитних прес-форм; за способом обслуговування групових пресів - з однієї або з двох сторін обслуговування.

Основними конструктивними параметрами гідравлічних вулканізаційних пресів є номінальне зусилля, розмір нагрівальних плит, відстань між ними, число етажів. Номінальне зусилля сучасних вітчизняних пресів відповідає наступному ряду: 40; 100; 160; 250; 400; 1000; 1250 та 2500 тс. Відповідно розмір нагрівальних плит – 250×250; 400×400; 600×600; 800×800; 1250×1250; 1800×1300; 2000×1880 мм. Залежно від типу пресу та числа етажів відстань між нагрівальними плитами приймається 100; 125; 160; 200; 250; 320 та 700 мм; а число етажів – 1; 2; 4; 6.

Як типова конструкція преса розглянемо двоповерховий гідравлічний вулканізаційний прес 250 – 600 Е2 з номінальним зусиллям 2500 кН (250 тс), розміром нагрівальних плит 600×600 мм і з електричним обігрівом прес-форм (рисунок 1.1).

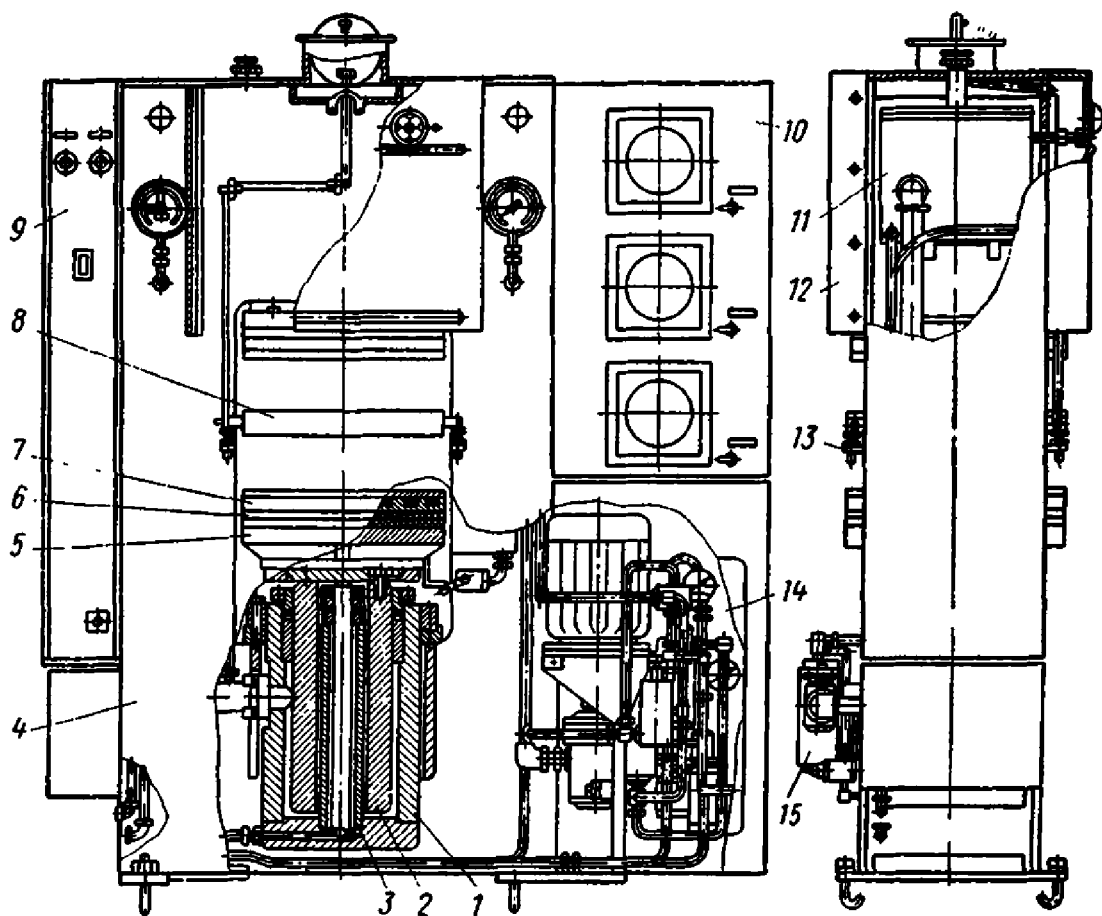


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд пресу 250 – 600 Е2

Прес має раму 4 зварної конструкції, що сприймає все навантаження під час пресування. Рама є базовою частиною преса, яку для зняття внутрішніх напруг після зварювання піддають відпалу. У нижній частині рами встановлений корпус гідроциліндра 1 з плунжером 2, що має хід 500 мм, і вбудованим до нього допоміжним гідроциліндром 3, призначеним для скорочення часу змикання плит преса за допомогою насосної установки 14. На плунжері 2 встановлений рухомий стіл 5 з теплоізоляційною 6 і нагрівальною 7 плитами.

Для зниження переходу тепла від нагрівальної плити до плунжеру стіл заповнений з ребрами. У верхній частині рами закріплений архітрав, що несе на собі верхню нагрівальну плиту. Середня нагрівальна плита 8, що утворює верхній і нижній етаж преса, встановлена в направляючих рамі преса, в яких вона може вільно переміщатися вгору і вниз до упорів 13. Відстань між нагрівальними плитами (висота етажу) 250 мм. У верхній частині рами над архітравом розташований гідробак 11 ємністю 150 л, що має подвійне дно для створення порожнини, в яку подається проточна вода для охолодження оливи на гідросистемі. Верхнє розташування гідробака забезпечує достатній підпір мастила для живлення насоса і швидке наповнення гідроциліндра 1 при змиканні плит допоміжним гідроциліндром 3. На корпусі гідроциліндра 1 встановлений блок клапанів 15, що складається з клапана наповнення — зливу і регулятора.

На бокових сторонах рами змонтовано шафу 9 із електричною апаратурою регулювання режиму роботи і керування пресом та шафу 10 із електричними приладами контролю регулювання та підтримання заданої температури нагрівачів плит. Система автоматики забезпечує підтримку температури плит з точністю $\pm 1\%$. Максимальна температура нагріву плит 250 °C.

Для зменшення тепловиділень у навколишнє середовище та видалення газів, що утворюються при вулканізації, пресі має кожух 12, який приєднується до внутрішньої системи вентиляції.

Всі операції циклу при роботі на пресі (крім перезарядки прес-форм) виконуються автоматично. Тривалість вулканізації встановлюється реле часу в межах від 1 до 30 хв. Системою автоматики преса передбачено вповнення однієї або двох підпресувань. Тиск, при якому необхідне впровадження підпресувань, встановлюється за допомогою електроконтактного манометра (максимальний робочий тиск у гідросистемі преса 32 МН/м^2). Число та тривалість підпресовок встановлюються за допомогою реле часу.

На рисунку 1.2 показаний гідроциліндр вулканізаційного преса 160 – 400 Е2. Ущільнення плунжера 10 виконано за допомогою манжети 6 зменшеного перерізу. Для видалення повітря з порожнини гідроциліндра (в початковий момент заповнення гідросистемним мастилом) має пристрій 1, вповнене у вигляді вентиля і розташоване у верхній частині корпусу гідроциліндра 11.

Корпус допоміжного гідроциліндра 9 приварений до днища корпусу гідроциліндра 11. Напрямок циліндра і штока під час руху здійснюється за допомогою бронзових втулок 7 і 2. З метою зниження зносу робочих поверхонь плунжера 10 і втулки 7 останню виконують сталевую з облицовкою її робочої поверхні капрографітом.

Манжети 6, що ущільнюють плунжер 10 і шток 8, під час розчину утримуються ґрундбуксами 5 і 3. У ґрундбуксі 5 є манжета 4, що виконує роль брудознімача при опусканні плунжера.

Плунжери виконують із сталі з нанесенням шару хрому товщиною до 60 мкм. У розглянутій конструкції ущільнення плунжера манжета не вимагає попередньої затяжки та періодичного підтискання в процесі експлуатації, що дозволило використовувати її в пресах без пристроїв для їх примусового розкриття.

Розкриття преса після зняття тиску відбувається за рахунок маси рухомих частин, оскільки сил тертя між манжетою і плунжером практично відсутні, і тому потрібно подолати тільки опір мастила, що передавлюється з порожнини гідроциліндра в бак гідросистемного преса.

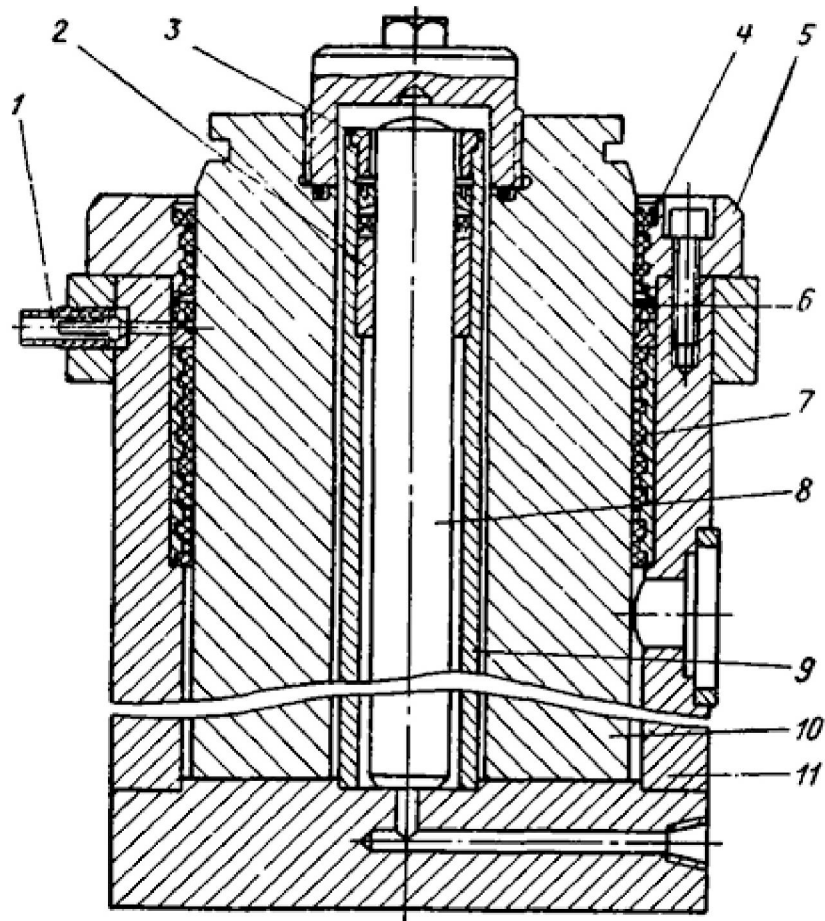


Рисунок 1.2 – Гідроциліндр преса 150-400 Е2

Для полегшення умов праці працюючих під час перезаряджання пресс-форм та підвищення продуктивності обладнання використовують підйомні столи, пристосування для внесення касетних пресс-форм, перезарядники дво- та триплитних касетних пресс-форм.

Сучасні гідравлічні вулканізаційні преси, що випускаються заводами полімерного машинобудування, ідентичні за конструкцією і мають уніфікацію гідравлічну та електричну схеми. А відрізняються вони в основному розмірами гідроциліндрів, числом етажів, розмірами плит та способом їхнього обігріву.

Існують вулканізаційні пресні з більш різко вираженими конструктивними особливостями. До них відносяться щелепні преси, преси з верхнім розташуванням головного та гідроциліндра, преси колонного типу та преси з механогідравлічним приводом.

Щелепні преси мають один етаж, відкритий для обслуговування з трьох сторін, і невелике (до 1000 кН) номінальне посилення. Найбільшого поширення ці преси отримали при виготовленні клинових пасів. У виробництві формових ГТВ вони використовуються для привулканізації сторінок автомобільних віконних ущільнювачів ливарним способом (пресі 25-400 Е1) та впровадження спеціальних робіт (пресі ВН-09109).

Вулканізаційні преси з верхнім розташуванням головного гідроциліндра у практиці виготовлення формових ГТВ зустрічаються рідше. Перевага пресів такої конструкції полягає в тому, що рівень нижнього етажу, розміщеного на зручній для обслуговування зовнішній вигляд, у них постійний; у нижній траверсі можливе, крім того, розміщення виштовхувачів виробів, а також має можливість розкриття прес-форми в пресі без додаткових пристроїв.

Однак така конструкція має й низку недоліків, що обмежують використання пресів у виробництві ГТВ. Головний з них – неможливість практично виготовляти преси у багатоетажному виконанні; крім того, преси повинен мати головний гідроциліндр поршневого типу або додатково оснащений ретурними гідроциліндрами. Необхідно також мати на увазі, що при заміні ущільнень у головному гідроциліндрі неминуче витікання мінеральної оливи, що ускладнює проведення ремонтних робіт.

Крім рамних пресів існують вулканізаційні гідравлічні преси колоного типу. Рамні преси менш трудомісткі у виготовленні, але для механічного оброблення самого громіздкого вузла - рами завод - виробник повинен розташовувати великими металорізальними верстатами, а для нормалізації рам зварної конструкції - великими печами для відпалу. Рамні пресні зручні в експлуатації, проте у них утруднений доступ до манжети головного гідроциліндра і до окремих гідравлічних приладів.

Конструктивне оформлення преса з верхнім розташуванням головного гідроциліндра набагато простіше в пресах колонного типу. У деяких випадках у виробництві потрібні вулканізаційні преси з підвищеними вимогами до збереження паралельності робочих поверхонь верхньої та нижньої нагрівальних

плит у розкритому положенні та під навантаженням. У рамних пресах з гідроциліндром плунжерного типу цю умову вповнити не представляється можливим. За наявності зазорів між плунжером і направляючими втулками корпусу гідроциліндра в момент «розтікання» гумової заготовки при пресуванні плунжер зміщується до однієї сторони, а при ексцентричному розташуванні прес-формі або установці прес-форм різної висоти на одному етажі пресу виникає перекося плунжера в корпусі гідроциліндра, що приводить до інтенсивного зношування манжети, що направляючих втулок та робочої поверхні плунжера.

У колонних пресах можна усунути ці недоліки. Для цього необхідно зв'язати рухомий стіл преса з колонами досить розвиненими напрямними, виконаними в столі. Однак слід мати на увазі, що вартість виготовлення та періодичних ремонтів таких пресів у кілька разів перевищує витрати на ці роботи в пресах рамної конструкції.

Гідравлічний вулканізаційний пресі 40-250 Е1 (рисунок 1.3) призначений для виготовлення різних зразків з гуми та для виконання експериментальних робіт у лабораторіях. Прес може бути використаний також при одиничному виробництві ГТВ та виробів з термореактивних пластмас у знімних прес-формах. Він являє собою одноповерховий прес колонного типу. Зусилля преса 400 кН, розмір електронагрівальних плит 250×250 мм. Механізм змикання прес-форм преса встановлений на звареній станині 1.

Всередині станині 1 вбудована насосна станція 11. Лопатевий насос 3Г14-22 фланцевого виконання розташований у гідробаку і за допомогою пружної муфти та перехідного стакану з'єднаний із електродвигуном АОЛ2-22-6. На кришці гідробака розташована гідропанель 9 з апаратурою управління пресом. При необхідності насосна станція може бути висунута зі станини по роликах рольганга 10. Зліва і праворуч від механізму змикання прес-форм на станині встановлена шафа теплової автоматики 5 та електрошафа управління роботою преса 8. У шафах розташований потенціометричний контроль та незалежне регулювання температури верхньої та нижньої нагрівальних плит, реле часу

вулканізації, світловий та звуковий сигнали закінчення циклу вулканізації. Верхня частина механізму змикання закрита кожухом 6, який при необхідності з'єднується з цеховою системою витяжної вентиляції.

Механізм змикання складається з нижньої 2 і верхньої 7 траверс, з'єднаних двома колонами 4. Нижня траверса виконана за одне ціле з корпусом гідроциліндра поршневого типу. На штоку гідроциліндра встановлена рухома плита преса 3.

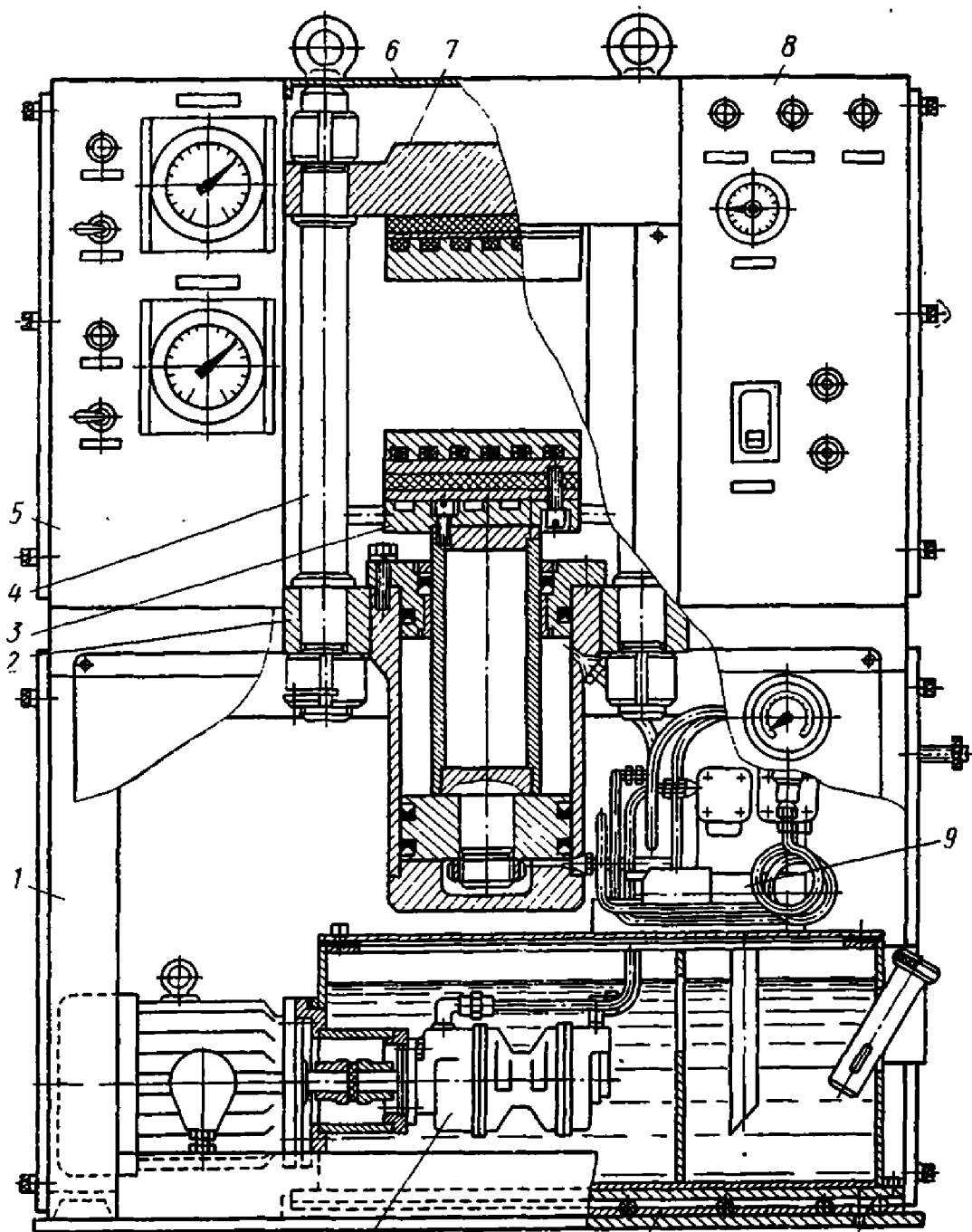


Рисунок 1.3 – Прес 40-250 Е1

На рухомій плиті 3 і верхній траверсі 7 закріплені теплоізоляційну і нагрівальну плити. Потужність кожної нагрівальної плити рівна 1 кВт. Максимальний хід рухомої плити 200 мм.

Керування роботою преса виконується за допомогою кнопкової станції, розташованої праворуч на передній стороні преса. Тиск мастила в гідроциліндрі ($2-10 \text{ МН/м}^2$) регулюється запобіжним клапаном, рукоятка якого виведена на передню стінку станини і розташована поряд з манометром. Під час вулканізації насосна установка вмикається, а тиск у гідроциліндрі зберігається завдяки наявності в гідросистемі зворотного керованого клапана.

1.4 Патентно-інформаційний огляд

На рисунку 1.4 представлено винахід України «Секторна прес-форма двофазної дії для вулканізації покришок пневматичних шин» №44306 [6]. Задача винаходу – підвищення надійності роботи прес-форми шляхом зменшення тертя конусних поверхонь.

Суть винаходу полягає в тому, що запорний корпус механізму управління виконано з двох кілець, які з'єднано між собою за допомогою кронштейнів із закріпленими на них подовженими похилими планками, які взаємодіють з Т-образними пазами корпусів, при цьому кут запирання конуса виконано більшим за кут руху корпусів, що створює зазор між конусними поверхнями. Крім того, обмежувальні стойки виконано по висоті більшими за висоту корпусів, що дозволяє створити зазор «а» та виключити тертя між торцями верхньої плити та корпусів. Торці секторів виконано ступінчастими, на поверхні одного з них закріплюються опорні планки, а другими поверхнями створюють порожнину для розміщення обмежувальних стійок.

Секторна пресформа двофазної дії для вулканізації покришок пневматичних шин складається з механізму управління та власно прес-форми.

Механізм управління містить запорний конус, який встановлено поміж двох плит: рухомою верхньою 1 та нерухомою нижньою 2, що взаємодіють між собою за допомогою корпусів 3, з Т-образними пазами, що переміщуються у

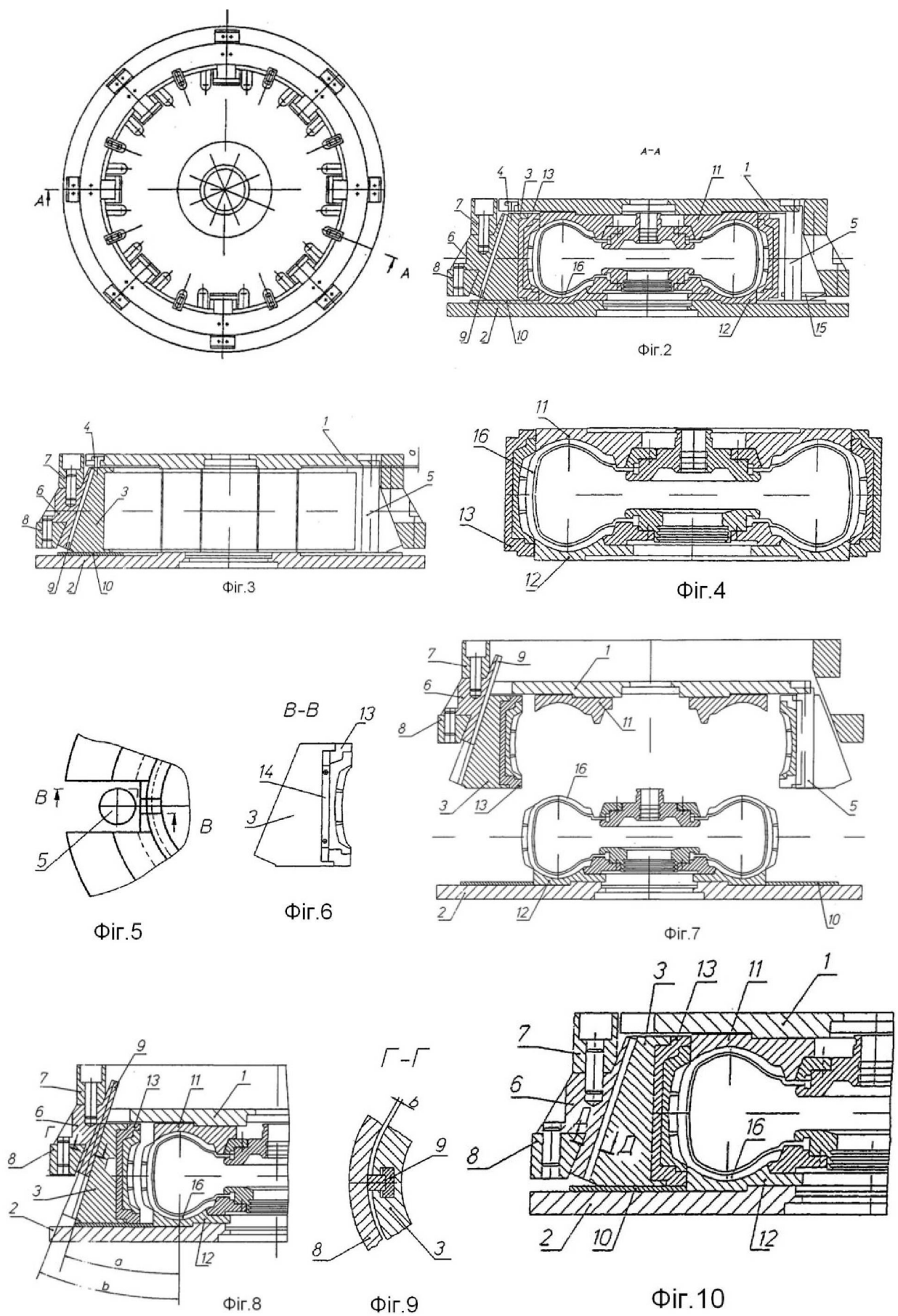


Рисунок 1.4 – Секторна прес-форма двофазної дії для вулканізації покриттів пневматичних шин» винахід України №44306

радіальних спрямовуючих верхньої плити за допомогою поводків 4, та жорстко закріплених обмежувальних стійок 5.

Запорний конус виконано у вигляді верхнього 7 та нижнього 8 кілець та встановлених на них під кутом кронштейнів 6, які створюють кут b запирання конуса. До кронштейнів прикріплено подовжуючи похилі планки 9, які взаємодіють з Т-образними пазами корпусів 3. Кут b запирання конуса повинен бути більшим за кут a похилу подовженої планки.

Нерухому плиту 2 виконано з антифрикційними пластинами 10. Власно прес-форма складається з двох полуформ – верхньої 11, що закріплено на верхній плиті механізму управління, та нижньої 12, що закріплено на нижній плиті, а також секторів 13, що закріплено на корпусах 3 механізму управління. Опорні планки 14 закріплюються на торцях секторів 13, створюючи разом з корпусами 3 порожнину для розміщення обмежувальних стійок 5. Обмежувальні стойки 5 виконано по висоті більшими за висоту корпусів 3 з секторами 13, що дозволяє створити зазор «а» між торцями верхньої плити та корпусами.

Виконання похилих планок подовженими створює більший контакт поверхонь Т-образної пари та забезпечують плавний хід. Виконання запорного конуса з двох кілець із кронштейнами забезпечує доступ до болтів кріплення, які з'єднують корпуси 3 з секторами 13, та дозволяє здійснювати контроль конусних поверхонь.

Встановлення по торцях секторів 13 опорних планок 14 (доцільно у випадку набору малюнка з сегментів- вкладишів) підвищує точність виконання малюнка. Для фіксації нижньої частини стійок 5 до торця нижнього кільця 8 закріплено фіксуючу планку 15. Верхня плита закріплено до фланця циліндра управління першою фазою форматора-вулканізатора (не наведено).

Секторна прес-форма працює наступним чином. На нижню полуформу 12 встановлюється заготовка покришки 16. До внутрішньої її порожнини подається пара або стисле повітря під тиском формування, а після того опускається траверса форматора-вулканізатора. У цей час рухома верхня плита 1

знаходиться у крайньому нижньому положенні, а корпуси 3 із секторами 13 розведено. Під час опускання траверси формоутворююча поверхня верхньої полуформи 11 контактує з бортом та боковиною заготовки покришки 16 та починає її формувати внаслідок того, що зусилля, яке створюється циліндром управління першої фази, перевищує зусилля формування покришки. Формування подовжується до моменту торкання нижніх торців обмежувальних стоек 5 з поверхнею нижньої плити 2. В цей момент торці корпусів 3 також торкаються поверхні нижньої плити та починається радіальних рух.

Рух корпусів 3 у радіальному напрямку здійснюється за рахунок подальшого опускання траверси. Внаслідок цього між конусними поверхнями на протязі всього періоду опускання траверси присутній зазор «б» до моменту заключного запирання прес-форми.

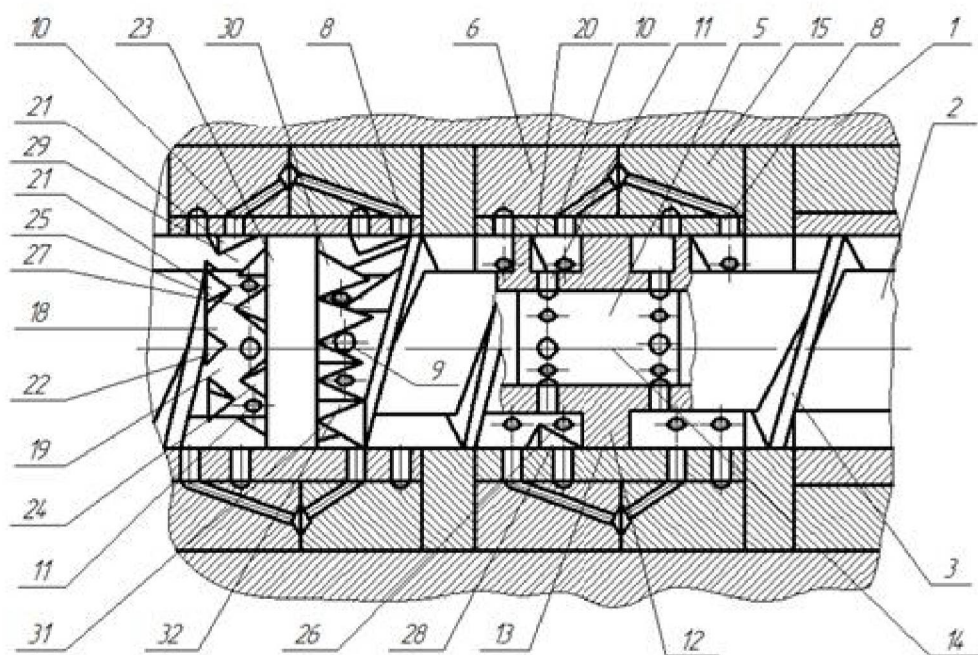
Прес-форму зачинено. Во внутрішню порожнину заготовки 16 подається вулканізаційний агент і подальша вулканізація здійснюється відомим способом.

По закінченні циклу вулканізації прес-форма відчиняється у зворотному порядку. Встановлення обмежувальних стоек по висоті більших за висоту конусів та виконання кута руху α меншим за кут запирання β дозволяють виключити тертя між конусними поверхнями запорного конуса та корпусів, а також навантаження та тертя між торцевими поверхнями верхньої плити та корпусів. Виконання похилих планок подовженими поліпшує плавність ходу.

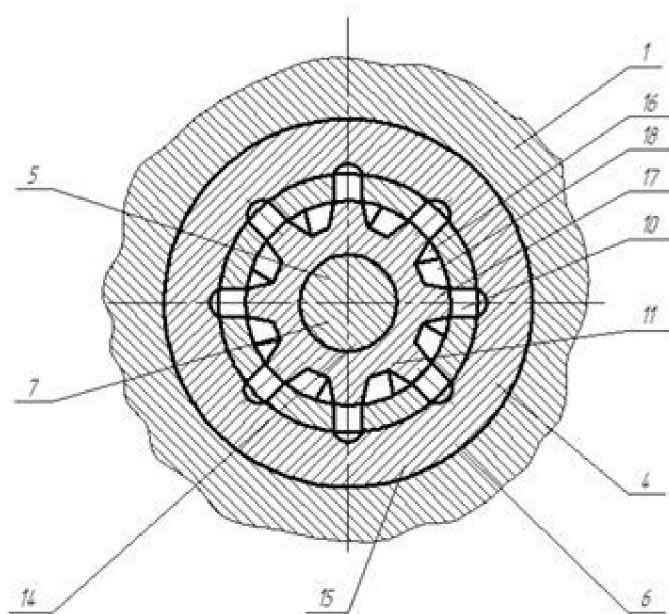
Порівняльний аналіз запропонованого винаходу та відомого показує, що запропонована конструкція має суттєві відрізняльні ознаки, які дозволяють віднести це технічне рішення до винаходів.

Позитивний ефект полягає в подовженні експлуатаційного строку та підвищенні надійності роботи прес-форми внаслідок виключення тертя конусних поверхонь запорного конуса та корпусів, а також торцевих поверхонь верхньої плити та корпусів, поліпшення плавності ходу внаслідок подовження похилих планок.

На рисунку 1.5 представлено «Черв'ячний прес для полімерних матеріалів» згідно патенту України на корисну модель № 128960 [7].



Фиг.1



Фиг.2

фіг. 1 показаний черв'ячний прес для полімерних матеріалів, поздовжній розріз; на фіг. 2 - те ж, поперечний розріз.

Рисунок 1.5 – «Черв'ячний прес для полімерних матеріалів» згідно патенту України на корисну модель № 128960

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення ефективності змішування та зниження металоємності і габаритів черв'ячного преса.

Поставлена задача вирішується тим, що черв'як і корпус забезпечені щонайменше однією секцією з порожнинами і отворами для впускання і випуску розплаву. У порожнині секції черв'яка встановлений статичний змішувач. У порожнині секції корпусу встановлено додатковий статичний змішувач. На корпусі і на черв'яку виконані виступи. У гвинтовій різьбі черв'яка виконані кільцеві прорізи. Виступи корпусу зміщені щодо виступів черв'яка. Отвори для впуску розплаву полімеру корпусу зміщені щодо відповідних отворів черв'яка. На черв'яку виконані клинові виступи. У кільцевому і додатковому кільцевому прорізах виконані профільні виступи та клини. При роботі черв'ячного преса розплав полімеру проходить через статичні змішувачі.

Виступи зрізають розплав полімеру на виході з отворів і забезпечують подачу в статичні змішувачі малих доз розплаву полімеру.

Черв'ячний прес для полімерних матеріалів (рисунок 1.5) містить корпус 1 і встановлений в корпусі 1 з можливістю обертання черв'як 2 з гвинтовою різьбою 3, причому корпус 1 і черв'як 2 забезпечені щонайменше однією секцією 4 і 5, відповідно порожнинами 6 і 7, отворами 8, 9 для впуску і 10, 11 для випуску розплаву полімеру, розташованими по різні боки підпірних елементів 12, встановлених на черв'яку 2 і корпусі 1, які утворюють ущільнювальний проміжок 13, а в порожнині 7 секції 5 черв'яка 2 встановлений статичний змішувач 14. У порожнині 6 секції 4 корпусу 1 встановлений додатковий статичний змішувач 15. На корпусі 1 і черв'яку 2 виконані виступи 16 і 17, розташовані навпроти отворів 8 і 9 для впуску розплаву полімеру відповідно в порожнині 7 і 6 секцій 4 і 5 черв'яка 2 і корпусу 1, причому в гвинтовій різьбі 3 черв'яка 2 в зоні 18 розташування виступів 16 і 17 та отворів 8 і 9 для впуску розплаву полімеру виконані кільцеві прорізи 19, а виступи 16 корпусу 1 зміщені вздовж осі черв'ячного преса щодо виступів 17 черв'яка 2 і отвори 8 для впуску розплаву полімеру в порожнину 6 секції 4 корпусу 1 зміщені уздовж осі черв'ячного преса відносно отворів 9 для впуску розплаву

полімеру в порожнину 7 секції 5 черв'яка 2. На черв'яку 2 між гвинтовою різьбою 3 і підпірним елементом 12 в зоні 20 розташування отворів 10 і 11 для випуску розплаву полімеру з порожнин 6 і 7 секцій 4 і 5 черв'яка 2 і корпусу 1 виконані клинові виступи 21, що утворюють уздовж протилежних бічних поверхонь 22 і 23 гвинтової різьби 3 і підпірного елемента 12 виступи 24 і западини 25, що чергуються, причому отвори 10 і 11 для випуску розплаву полімеру виконані в западинах 25 між клиновими виступами 21. У гвинтовій різьбі 3 черв'яка 2 виконаний додатковий кільцевий проріз 26, який розташований в зоні 20 отворів 11 для випуску розплаву полімеру з порожнини 7 секції 5 черв'яка 2. В кільцевому прорізі 19 і в додатковому кільцевому прорізі 26 черв'яка 2 і на корпусі 1 виконані профільні виступи 27 і 28, що утворюють між собою профільні канали 29, сполучені з отворами 8-11 черв'яка 2 і корпусу 1 для впускання і випуску розплаву полімеру. З боку входу розплаву полімеру, перед профільними виступами 27 і 28, в кільцевому прорізі 19 і додатковому кільцевому прорізі 26 черв'яка 2 і на корпусі 1 виконані клини 30 і 31, що утворюють між собою додаткові канали 32 для проходу розплаву полімеру. Профільні виступи 27 і клини 30, встановлені в кільцевому прорізі 19 і додатковому кільцевому прорізі 26 черв'яка 2 і отвори 9 і 11 для впускання і випуску розплаву полімеру, розташовані навпроти відповідних профільних виступів 28 і клинів 31, встановлених на корпусі 1 і отворів 8 і 10 для впускання і випуску розплаву полімеру.

Робота черв'ячного преса для полімерних матеріалів полягає в наступному.

Розплав полімеру, що складається з різних компонентів і рухається в корпусі 1, попередньо перемішується під дією обертового черв'яка 2 з гвинтовою різьбою 3. Ущільнювальний проміжок 13, утворений підпірним елементом 12 і корпусом 1, перешкоджає руху розплаву полімеру і змушує його через отвори 8 і 9 для впуску розплаву полімеру рухатися в порожнинах 6 і 7 секцій 4 і 5. У порожнинах 6 і 7 розплав полімеру проходить через статичний змішувач 14 і додатковий статичний змішувач 16, в яких реалізується процес

інтенсивного змішання, і виходить з іншого боку підпірного елемента 12 через отвори 10 і 11.

При цьому виступи 16 і 17, розташовані в зоні 18 поперек потоку розплаву полімеру, по черзі перекривають відповідні отвори 8 і 9, подаючи розплав полімеру в статичний змішувач 14 і додатковий статичний змішувач 15. Виступи 16 і 17, зрізуючи розплав полімеру на вході в отвори 8 і 9, забезпечують подачу в статичні змішувачі 14 і 15 досить малих для гарного змішування порцій розплаву полімеру. Виступи 16 і 17 не перекривають одночасно всі отвори 8 і 9, а забезпечують поступове збільшення витрати полімеру в статичних змішувачах 14 і 15 від нульового до максимального значення, яке має місце в тому положенні, коли, наприклад, виступ 16 і 17 перекриває всі отвори 9 або 8, а отвори 8 або 9 при цьому всі відкриті. Таким чином забезпечується пульсуюча подача розплаву полімеру в статичні змішувачі 14 і 15. Через статичні змішувачі 14 і 15 проходить приблизно половина загальної витрати полімеру через канали черв'ячного преса, так як відбувається поділ потоку розплаву полімеру при вході в отвори 8 і 9. У статичних змішувачах 14 і 15 відбувається інтенсивне змішання полімеру, який зливається при виході з отворів 10 і 11 в зоні 20. При цьому знижуються гідравлічні втрати енергії, які залежать від витрати полімеру через змішувач і зменшуються зі зменшенням витрат. Знижуються металоємність і габарити черв'ячного преса, так як відсутня необхідність збільшувати довжину змішання і час перебування полімеру в змішувачі за рахунок довжини і габаритів черв'яка. Розміщення додаткового змішувача 15 в корпусі 1 черв'ячного преса, як правило, не пов'язане з будь-яким істотним збільшенням розмірів тіла 1. Таким чином забезпечується підвищення ефективності змішування та зниження металоємності і габаритів черв'ячного преса. У варіантах конструкції розплаву полімеру в зоні 20 при злитті потоків полімеру, що виходять з отворів 10 і 11 для випуску полімеру, потрапляє під дію клинових виступів 21 і рухається в виступах 24 і западинах 25, що чергуються, між протилежними бічними поверхнями 22 і 23 гвинтової нарізки 3 і підпірного елемента 12. При цьому

розплав полімеру втягується в гвинтовий рух у зазначеному каналі. Під дією розплаву полімеру, що виходить з отворів 10 і 11 (на фіг. 1 з отворів 11), збільшується закрутка потоку полімеру. З метою усунення можливості утворення застійних зон отвори 11 і 10 доцільно розташовувати в западинах 25.

Якщо профільні виступи 27 і 28, виконані в кільцевому прорізі 19 і додатковому кільцевому прорізі 26, розгорнути по потоку, то вони можуть організувати рух розплаву полімеру в профільних каналах 29, сполучених з отворами 8 і 9 для впуску і 10 і 11 для випуску розплаву полімеру. У варіанті конструкції розплав полімеру рухається через додаткові канали 32 клинами 30 і 31, а потім перетікає в профільні канали 29. При цьому істотно поліпшується змішання, так як розплав полімеру проходить дифузорно-конфузорний перехід, утворений нерухомими і обертовими профільними виступами 27, 28 і клинами 30 і 31.

У варіанті конструкції розплав полімеру може рухатися через профільний канал 29 і додатковий канал 32, який утворюють дифузорно-конфузорний перехід як по довжині змішувача, так і в проміжку між корпусом 1 і черв'яком 2. При цьому профільні виступи 27 і клини 30 розташовані навпроти профільних виступів 28 і клинів 31, також як і отвори 9 і 11 черв'яка 2 для впускання і випуску розплаву полімеру розташовані навпроти отворів 8 і 10 корпусу 1. У запропонованій конструкції для підвищення ефективності змішування здійснений процес одночасного змішування полімеру в змішувачах корпусу і черв'яка. Інтенсифікація процесу змішування здійснюється за рахунок пульсуючої подачі малих порцій полімеру в канали змішувачів, багаторазового злиття і розділення потоків розплаву полімеру, створення областей інтенсивних зсувних деформацій з одночасним перевертанням (закручуванням) розплаву полімеру, руху розплаву полімеру в дифузорно-конфузорних переходах. При цьому відбувається збільшення поверхні розділу полімеру і більш інтенсивний розподіл контакту по всьому об'єму суміші, а отже, підвищення якості змішування і якості одержуваної полімерної композиції і виробів. Процес змішування проводиться як з використанням зовнішньої поверхні черв'яка з

гвинтовою різьбою і внутрішньої поверхні корпусу, так і в статичних змішувачах, встановлених в порожнинах секцій корпусу і черв'яка. Це призводить до зменшення металоємності і габаритів конструкції.

Таким чином в черв'ячному пресі для полімерних матеріалів досягається підвищення ефективності змішування в порівнянні з відомими конструкціями. Економічний ефект від використання черв'ячного преса забезпечується за рахунок підвищення якості виробів, зниження собівартості і капітальних витрат при змішуванні і фарбуванні композиційних матеріалів.

2 РОЗРОБКА ГІДРАВЛІЧНОЇ СХЕМИ ПРЕСА ДЛЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОБРОБЛЕННЯ НЕМЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ

Гідросхема приводу до напівавтоматних пресів забезпечує роботу в режимах пресування та лиття (див. рисунок 2.1).

У вихідному положенні електромагніти розподільників знеструмлені, а золотники останніх перебувають у положенні, показаному на рисунку 2.1. Насос 1 (2) розвантажений. Повзун 6 утримується у верхньому положенні поворотними циліндрами 7. Прес починає працювати під час увімкнення електромагнітів 2Е і 5Е розподільників 15 (7) і 11. Розподільник 11 спрямовує мастило із системи управління до клапана наповнення 9 і гідрозамка 12, розподільник 15 (1) відкриває злив масла зі зворотних циліндрів.

Мастило витісняється силою тяжіння повзуна зі зворотних циліндрів 7 через відкритий гідрозамок 8 і дросель 13. Звільнений об'єм головного циліндра 8 заповнюється через клапан наповнення 9 насосом 1 (2). Швидкість холостого ходу повзуна визначається налаштуванням дроселя 13.

Холостий хід повзуна обмежується вимикачем ВК1, що перемикає прес на повільний хід. При цьому відключається магніт 5Е розподільника 11. Клапан 12, закриваючись, відключає дросель 13, а клапан наповнення 9 - порожнину головного циліндра 8 від бака 10.

Швидкість повзуна визначається подачею насоса 1 (2), що нагнітає мастило в циліндр через розподільник 15 (1) і зворотний клапан 14. Мастило зі зворотних циліндрів витісняється через підтримувальний клапан 16.

Після попереднього пресування матеріалу в прес-формі та підвищення тиску в головному циліндрі до 8-16 МПа реле тиску РД дає команду на підпресовування, вимикаючи електромагніт 2Е та вмикаючи електромагніти 1Е і 5Е розподільників 15 (1) і 11. При цьому розподільник 15 (1), переміщуючись вліво, направляє мастило від насоса 1 (2) через дросель І3 і гідрозамок 12 у

поворотні циліндри 7. З головного циліндра 8 масло через клапан наповнення 9 витісняється в бак наповнення 10.

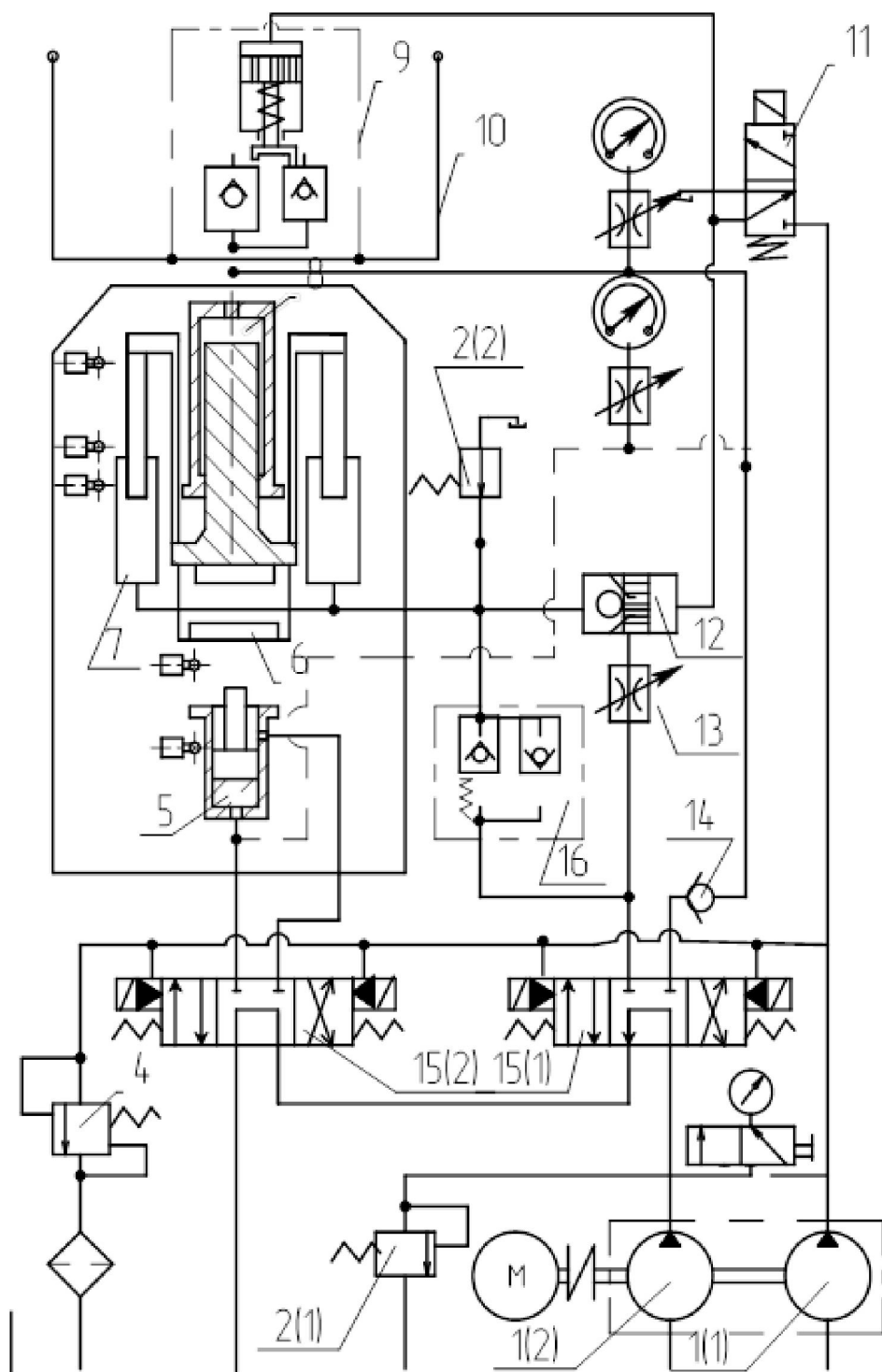


Рисунок 2.1 – Гідрокінематична схема преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів

Плавне розвантаження головного циліндра від тиску в період реверсу повзуна на підйом здійснюється декомпресійним клапаном, змонтованим у клапані наповнення 9.

Рух повзуна вгору під час підпресування обмежується кінцевим вимикачем ВК2, який, вимикаючи електромагніти 1Е і 5Е і вмикаючи електромагніт 2Е, дає команду на хід повзуна вниз.

Число підпресовок визначається налаштуванням реле часу. Після підпресовок повзун преса здійснює робочий хід, під час якого тиск у системі підвищується до граничного, що визначається налаштуванням електроконтактного манометра ЕКМ1. Наприкінці робочого ходу манометр ЕКМ1 дає команду на ввімкнення реле витримки під тиском і вимикає електромагніт 2Е розподільника 15 (1), а за тривалої витримки - і електродвигун приводу насоса.

Золотник розподільника 15 (1) повертається у вихідне положення, з'єднуючи лінію насоса зі зливом. У разі падіння тиску в головному циліндрі в період витримки нижче за допустимий другий контакт електроконтактного манометра ЕКМ1 дає команду на ввімкнення магніту 2Е та електродвигуна насоса (у разі його вимкнення) для підживлення головного циліндра.

Після закінчення витримки під тиском реле часу дає команду на ввімкнення електромагнітів 1Е і 5Е, тобто на підйом повзуна. Хід повзуна вгору обмежується кінцевим вимикачем ВК3, що відключає електромагніти 1Е і 5Е. Вимикач ВК3 дає команду на хід виштовхувача 5 вгору, включаючи електромагніт 4Е розподільника 15 (2). Хід виштовхувача вгору обмежується кінцевим вимикачем ВК4, що вимикає електромагніт 4Е розподільника 15(2). У вихідне положення виштовхувач повертається під час натискання кнопки «Виштовхувач вниз» на пульті керування.

Зупинка виштовхувача в нижньому положенні здійснюється кінцевим вимикачем ВК5, що вимикає електромагніт 3Е розподільника 15(2).

Для захисту насоса високого тиску від перевантажень передбачено запобіжний клапан 2 (1). Запобіжний клапан 2 (2) запобігає можливості мультиплікації тиску в поворотних циліндрах.

Система керування живиться пластинчастим насосом 1(1), встановленим на насосі високого тиску 1 (2). Пластинчастий насос використовується для фільтрації мастила, для чого в системі встановлено фільтр 3. Тиск у системі керування визначається налаштуванням золотникового клапана 4.

Для переведення преса з режиму пресування в режим лиття реле тиску РТ перемикається з системи головного циліндра 8 на безштокову порожнину циліндра виштовхувача 5.

Пуск преса в роботу, прискорений і сповільнений ходи повзуна вниз виконуються так само, як і в режимі пресування, за винятком підпресовувань, які під час лиття відсутні.

При русі максимального тиску в головному циліндрі манометр ЕКМ1 дає команду на впорскування матеріалів у прес-форму. При цьому вмикається електромагніт 3Е розподільника 15 (2), і золотник останнього, переміщаючись ліворуч, відкриває підведення оливи від насоса 1 (2) в поршневу порожнину циліндра виштовхувача. Після впорскування матеріалу в прес-форму реле тиску РД дає команду на витримку матеріалу під тиском, за якого електромагніт 3Е розподільника 15 (2) відключається. Після закінчення витримки реле часу дає команду на підйом. Повзуна: У верхньому положенні повзун, впливаючи на кінцевий вимикач ВКЗ, дає команду на виштовхування виробу. Повернення виштовхувача у вихідне положення здійснюється як у режимі пресування.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок товщини стінки циліндра

Стінки циліндра в процесі роботи відчують пульсуюче навантаження, а за великих швидкостей переміщення поршня або плунжера виникають гідравлічні удари.

Під впливом гідростатичного тиску циліндр перебуває в складному напруженому стані, в якому можуть брати участь осьові, тангенціальні та радіальні напруження.

Напруження в стінках зовнішнього циліндра:

Радіальне напруження знаходять за формулою [8 – 10]:

$$\sigma_r = \frac{p \cdot R_{\text{в}}^2}{R_{\text{н}}^2 - R_{\text{в}}^2} \cdot \left(1 - \frac{R_{\text{н}}^2}{r^2} \right), \quad (3.1)$$

де p – гідростатичний тиск у циліндрі, $p = 32$ МПа;

$R_{\text{в}}$ – внутрішній діаметр циліндра, $R_{\text{в}} = 0,162$ м;

$R_{\text{н}}$ – зовнішній діаметр циліндра, $R_{\text{н}} = 0.220$ м;

r – координата середини стінки циліндра, $r = 0.191$ м.

$$\sigma_r = \frac{32 \cdot 10^6 \cdot 0.162^2}{0.220^2 - 0.162^2} \cdot \left(1 - \frac{0.220^2}{0.191^2} \right) = -12.38 \text{ МПа}.$$

Тангенціальне напруження знаходять за формулою [11]:

$$\sigma_t = \frac{p \cdot R_{\text{в}}^2}{R_{\text{н}}^2 - R_{\text{в}}^2} \cdot \left(1 + \frac{R_{\text{н}}^2}{r^2} \right), \quad (3.2)$$

$$\sigma_t = \frac{32 \cdot 10^6 \cdot 0.162^2}{0.220^2 - 0.162^2} \cdot \left(1 + \frac{0.220^2}{0.191^2} \right) = 88.19 \text{ МПа}.$$

Осьове напруження знаходять за формулою [10]:

$$\sigma_z = \frac{p \cdot R_e^2}{R_n^2 - R_e^2} \quad (3.3)$$

$$\sigma_z = \frac{32 \cdot 10^6 \cdot 0.162^2}{0.220^2 - 0.162^2} = 37.90 \text{ МПа}.$$

Еквівалентне напруження знаходимо за формулою [12, 13]:

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot [(\sigma_r - \sigma_t)^2 + (\sigma_t - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_r)^2]}, \quad (3.4)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{екв} &= \sqrt{\frac{1}{2} \cdot [(-12.38 - 88.19)^2 + (88.19 - 37.90)^2 + (37.90 + 12.38)^2]} = \\ &= 87.10 \text{ МПа} \leq [\sigma]. \end{aligned}$$

$[\sigma]$ - допустима напруга для матеріалу сталь 35, $[\sigma] = 320 \text{ МПа}$.

Напруження в стінках внутрішнього циліндра за формулою (3.1):

R_e – внутрішній діаметр циліндра, $R_e = 0,032 \text{ м}$;

R_n – зовнішній діаметр циліндра, $R_n = 0.056 \text{ м}$;

r – координата середини стінки циліндра, $r = 0.044 \text{ м}$

$$\sigma_r = \frac{32 \cdot 10^6 \cdot 0.032^2}{0.056^2 - 0.032^2} \cdot \left(1 - \frac{0.056^2}{0.044^2}\right) = -9.62 \text{ МПа}.$$

Тангенціальне за формулою (3.2):

$$\sigma_t = \frac{32 \cdot 10^6 \cdot 0.032^2}{0.056^2 - 0.032^2} \cdot \left(1 + \frac{0.056^2}{0.044^2} \right) = 40.65 \text{ МПа};$$

Осьове за формулою (3.3):

$$\sigma_z = \frac{32 \cdot 10^6 \cdot 0.032^2}{0.056^2 - 0.032^2} = 15.52 \text{ МПа};$$

Еквівалентна напруга за формулою (3.4):

$$\begin{aligned} \sigma_{екв} &= \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \left[(-9.62 - 40.65)^2 + (40.65 - 15.52)^2 + (15.52 + 9.62)^2 \right]} = \\ &= 43.54 \text{ МПа} \leq [\sigma], \end{aligned}$$

R_e – внутрішній діаметр циліндра, $R_e = 0,032$ м;

R_n – зовнішній діаметр циліндра, $R_n = 0.056$ м;

r – координата середини стінки циліндра, $r = 0.044$ м

3.2 Розрахунок нарізки гайок ущільнення.

Зовнішній циліндр [12]:

$$P = \frac{4 \cdot p}{\pi \cdot D_{нз}^2}, \quad (3.5)$$

де P – зусилля, що діє на різьбу, Н [14];

p – гідростатичний тиск у циліндрі, Па;

$D_{нз}$ – зовнішній діаметр різьби, $D_{нз} = 350$ мм;

$$P = \frac{4 \cdot 32 \cdot 10^6}{\pi \cdot 0.35^2} = 332.6 \cdot 10^6 \text{ Н},$$

Необхідна довжина нарізки при роботі на зминання за формулою [11, 15]:

$$l = \frac{1.27 \times P \times t}{\left[(D_{\text{нз}})^2 - (d_l)^2 \right] \times \sigma_{\text{зр}}}, \quad (3.6)$$

де $\sigma_{\text{зр}}$ – допустима напруга на зріз, $\sigma_{\text{зр}} = 320$ МПа.

$$l = \frac{1,27 \cdot 332,6 \cdot 10^6 \cdot 0,005}{\left[(0,35)^2 - (0,342)^2 \right] \cdot 320 \cdot 10^6} = 26,61 \text{ мм.}$$

При роботі на зріз за формулою [14, 15]:

$$l = \frac{0,318 \cdot P}{0,623 \cdot D_{\text{нз}} \cdot \tau_{\text{зр}}}, \quad (3.7)$$

де $\tau_{\text{зр}}$ – допустима напруга на зріз,

$$\tau_{\text{зр}} = \sigma_{\text{зр}} / 2 \text{ МПа.}$$

t – крок рнарізки, $t = 5$ мм

d_l – внутрішній діаметр різьби, $d_l = 342$ мм

$$l = \frac{0,318 \cdot 332,6 \cdot 10^6}{0,623 \cdot 0,35 \cdot 160 \cdot 10^6} = 12,95 \text{ мм.}$$

Оскільки необхідна довжина різьби менша за задану ($l = 44$ мм), то нарізка проходить за умовою міцності.

Внутрішній циліндр.

Розрахунки проводяться за формулами (3.5), (3.6), (3.7)

$$P = \frac{4 \cdot 32 \cdot 10^6}{\pi \cdot 0.090^2} = 3030 \cdot 10^6 \text{ Н},$$

де $D_{нз}$ – зовнішній діаметр різьби, $D_{нз}=90$ мм;

Необхідна довжина різьби при роботі на зминання:

$$l = \frac{1,27 \cdot 3030 \cdot 10^6 \cdot 0,005}{\left[(0,090)^2 - (0,082)^2 \right] \cdot 320 \cdot 10^6} = 36,783 \text{ мм},$$

де $\sigma_{зр}$ – допустима напруга на зріз, $\sigma_{зр}=320$ МПа.

Під час роботи на зріз:

$$l = \frac{0,318 \cdot 3030 \cdot 10^6}{0,623 \cdot 0,090 \cdot 160 \cdot 10^6} = 22,159 \text{ мм},$$

де $\tau_{зр}$ – допустима напруга на зріз, $\tau_{зр} = \sigma_{зр} / 2$ МПа.

t – крок різьби, $t = 5$ мм

d_l – внутрішній діаметр різьби, $d_l = 82$ мм

Оскільки необхідна довжина різьби менша за задану ($l = 44$ мм), то різьба проходить за умовою міцності.

3.3 Розрахунок прохідних перерізів трубопроводів за вихідних даних і допустимих швидкостей течії в трубопроводі

$$V_{xx} = 300 \text{ мм / с};$$

$$V_{px} = 50 \text{ мм / с};$$

$$V_{нк} = 6 - 7 \text{ м / с};$$

$$V_p = 6 \text{ м / с};$$

$$F_{пу} = \frac{\pi D_{nl}^2}{4} = \frac{\pi 255^2}{4} = 51044 \text{ мм}^2.$$

Діаметр трубопроводу знаходиться з рівняння нерозривності та суцільності потоку.

$$Q = FV = fV, \quad (3.8)$$

$$\frac{\pi}{4} \cdot D_{nl}^2 \cdot V_{px} = \frac{\pi}{4} \cdot D_{mp}^2 \cdot V_p, \quad (3.9)$$

$$D_{mp} = D_{nl} \sqrt{\frac{V_{px}}{V_p}} = 255 \sqrt{\frac{50}{6000}} = 21,8 \approx 22 \text{ мм}. \quad (3.10)$$

Прохідний переріз клапана:

$V_{\kappa} = 20 - 30 \text{ м / с}$ (впускний клапан) швидкість руху рідини через клапан,

$$f_{\kappa} = \frac{F_{пу} V_{nl}}{V_{\kappa}} = 51044 \cdot 300 / 30000 = 510 \text{ мм}^2, \quad (3.11)$$

Прохідний переріз наповнювального клапана [9]:

Для холостого ходу:

$$f_{нк} = \frac{F_{пц} V_{хх}}{V_{нк}} = \frac{51044 \cdot 300}{7000} = 2107 \text{ мм}^2, \quad (3.12)$$

$F_{пц}$ – площа робочого циліндра.

$$d_{нк} = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{н.к}}{\pi}} = 51 \text{ мм}. \quad (3.13)$$

Для зворотного ходу:

$$f_{нк} = \frac{F_{п.ц} \cdot V_{обх}}{15 \cdot 1000} = \frac{51044 \cdot 75}{15000} = 255 \text{ мм}^2. \quad (3.14)$$

$$d_{нк} = 18 \text{ мм}.$$

Для робочого ходу:

$$f_{нк} = \frac{F_{п.ц} \cdot V_p}{7 \cdot 1000} = \frac{51044 \cdot 50}{7 \cdot 1000} = 94,2 \text{ м}^2. \quad (3.15)$$

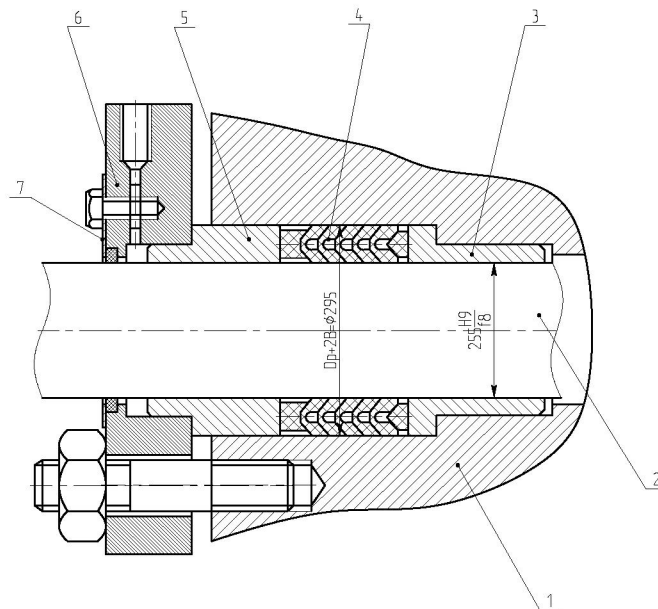
$$d_{нк} = 10,95 = 11 \text{ мм}.$$

Проаналізувавши розрахунки діаметрів клапана, виберемо найбільше значення, зважаючи на умову того, що один і той самий клапан забезпечує режими робочого, поворотного і холостого ходу.

3.4 Обґрунтування вибору ущільнення

Існує три типи ущільнень рухомих з'єднань: набивне, манжетне та з поршковими кільцями. У гідравлічних пресах найбільшого поширення набуло набивне ущільнення. З набивних ущільнень найпоширеніші гумовотканинні шевронні багаторядні (рисунок 3.1).

Натискне кільце кріплять до циліндра за допомогою різбових шпильок. Матеріалом для них слугує сталь 45. Направляючу втулку виготовляють із високолегованої бронзи. Висоту натискного кільця зазвичай приймають рівною $2 - 2,5$ діаметра різбових шпильок, за допомогою яких його кріплять до циліндра, або $(0,7-1)b$ (ширина кільця).



- 1 – циліндр; 2 – плунжер; 3 – втулка напрямна; 4 – набивка;
5 – втулка нажимна; 6, 7 – натискне та брудознімальне кільце

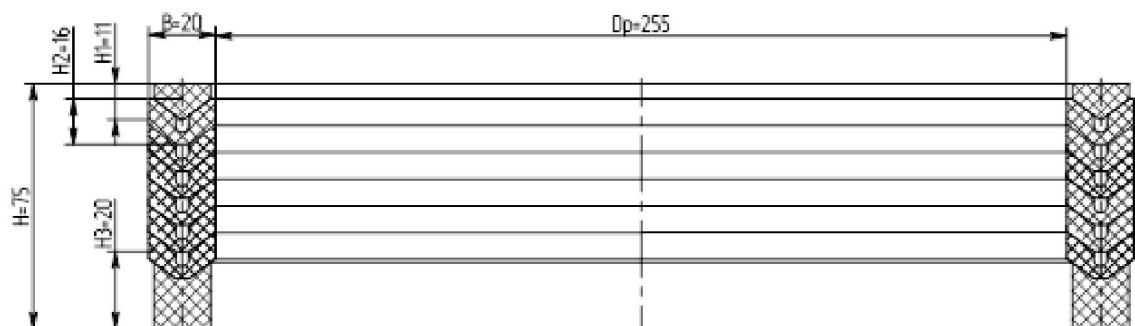


Рисунок 3.1 – Конструктивна схема ущільнення гідроциліндра

Різьбові шпильки перевіряють на зусилля P [16]:

$$P = \frac{\pi((D+2B)^2 - D^2)}{4} p = \frac{\pi((255+2 \cdot 20)^2 - 255^2)}{4} 32 = 176 \text{ МПа} \leq [P], \quad (3.16)$$

$$P_{\text{шпильки}} = \frac{\pi}{4} \times d_{\text{ун}}^2 \times n_{\text{ун}} \times [\sigma], \quad (3.17)$$

n – кількість шпильок;

$$d_{\text{ун}} = 0,65 d_{\text{метр}}; \quad (3.18)$$

$$P_{\text{ун}} = \frac{\pi}{4} 0,65^2 d_{\text{метр}}^2 n [\sigma] = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - d^2) p; \quad (3.19)$$

$$d_{\text{метр}} = 20 \text{ мм.}$$

$[\sigma] = 400 \text{ МПа}$ – допустиме напруження розтягу при змінних навантаженнях.

$$n = \frac{P_{\phi}}{\pi \cdot 0,16 \cdot [\sigma] \cdot d_m^2} = \frac{176}{\pi \cdot 0,16 \cdot 400 \cdot 0,020^2} = 5,6;$$

Округляємо до найближчого цілого числа: $n = 6$.

3.5 Вибір опорного фланця

У пресобудуванні застосовують циліндри з опорою на дно і на опорний фланець. Опора циліндра на дно (рисунки 3.2) є раціональною з погляду міцності, оскільки в цьому разі виключається напруження, спричинені вигином стінок від опорних реакцій на фланці. Крім того, стінки циліндра не піддаються осьовим розтягувальним напруженням.

Часто при опорі циліндра на дно ускладнюється конструкція преса, збільшується його маса і габаритні розміри. У зв'язку з цим найбільшого поширення в пресобудуванні набули циліндри з опорою на фланець.

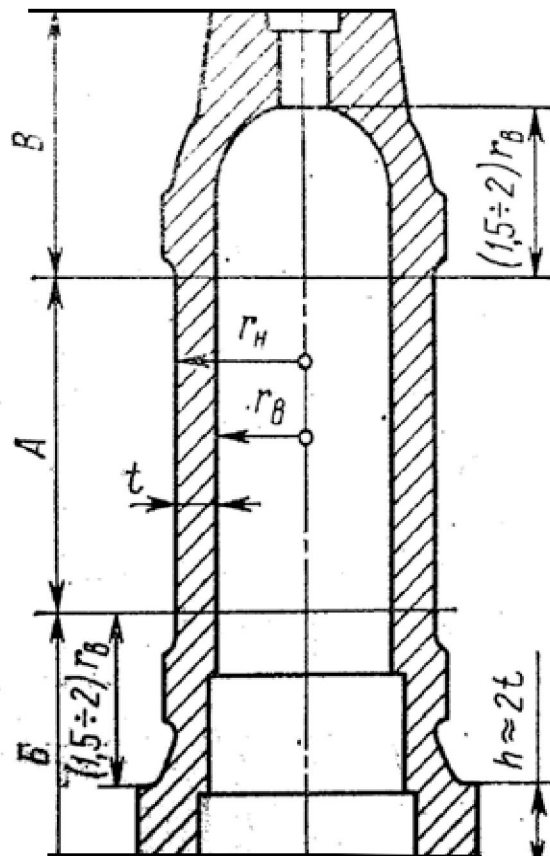


Рисунок 3.2 – Конструктивна схема опорного фланця

За особливостями напруженого стану циліндр можна розбити на 3 зони: циліндричну *A*, опорного фланця *B* і купольну частину *B*.

Оптимальний тиск [15]:

$$p_{opt} = \frac{[\sigma]}{2 \cdot \sqrt{3}} = 35 \text{ МПа}; \quad (3.20)$$

Товщина днища в середній частині циліндра має становити щонайменше 2 товщини стінки і мати плавний перехід від циліндричної частини до днища. $R \geq 0,4t \geq 14 \text{ мм}$.

Розмір бурта фланця перевіряють за питомим зусиллям, що приймається близько 80 МПа. Зазвичай ширина фланця $b=0,7t$, товщину його h перевіряють на зріз, допустиму напругу приймають 40 МПа або вибирають рівною залежно від величини стінки t .

$$h=(1,2-2,0)t = 70\text{мм}, \quad (3.21)$$

Для зменшення концентрацій напружень кути, утворені зовнішньою стінкою циліндра і поверхнею фланця, необхідно заокруглювати радіусами:

$$r \approx (0,20 - 0,25)t = 7\text{мм}, \quad (3.22)$$

Плунжери робочих циліндрів виконують суцільними або пустотілими. Плунжер передає зусилля на рухому поперечину і працює на стиснення. З'єднання плунжера з поперечиною може бути жорстким, через кульову п'яту і через пест кульовими головками.

У разі жорсткого з'єднання плунжер зазнає навантаження від моменту, що виникає під час ексцентричного навантаження преса. Це може призвести до сильного зносу прямої втулки і пошкодження ущільнення. Жорстке кріплення застосовують в одноциліндрових пресах і для середнього плунжера в трициліндрових пресах. Плунжери зазвичай виконують кованими з вуглецевої сталі 45, поверхня їх піддається загартуванню і ретельному шліфуванню. Плунжери, жорстко скріплені з рухомою поперечиною, часто виготовляють з легованих хромнікелевих сталей, HRC 48-60.

Розраховуємо висоту фланця [15]:

$$P_H = \sigma 2\pi R h; \quad (3.23)$$

$$h = \frac{P_H}{2\sigma\pi R} = \frac{1600 \cdot 10^3}{2 \cdot 32 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot 0,170} = 0,468\text{м} = 468\text{мм}, \quad (3.24)$$

Висоту фланця h перевіряємо на зріз:

$$\sigma_{cp} = P_H / F_{cp}, \quad (3.25)$$

де F_{cp} – площа зрізу.

$$F_{cp} = \pi \cdot d_{зовн} \cdot h = 3,14 \cdot 0,34 \cdot 0,486 = 0,518 \text{ м}^2, \quad (3.26)$$

де $d_{зовн}$ – зовнішній діаметр циліндра.

Тоді:

$$\sigma_{cp} = P_H / F_{cp} = 1600 \text{ кН} / 0,518 \text{ м}^2 = 30 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{cp} < [\sigma] = 40 \text{ МПа}.$$

Розмір бурта фланця перевіряють на зминання:

$$\sigma_{зм} = P_H / F_{зм} \quad (3.27)$$

де $F_{зм}$ – площа зминання.

$$F_{зм} = (\pi / 4) \cdot (d_{ф2}^2 - d_{зовн2}^2), \quad (3.28)$$

де $d_{ф}$ – діаметр фланця.

$$d_{ф} = d_{зовн} + 2 \cdot b = 340 + 2 \cdot 24,5 = 390 \text{ мм}, \quad (3.29)$$

тоді:

$$F_{зм} = (\pi / 4) \cdot (0,39^2 - 0,34^2) = 0,05 \text{ м}^2, \quad (3.30)$$

$$\sigma_{зм} = 1600 \text{ кН} / 0,05 \text{ м}^2 = 32,0 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{зм} < [\sigma] = 80 \text{ МПа}.$$

ВИСНОВКИ

Результатом виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи є теоретичне дослідження пресового обладнання для виготовлення неметалевих технічних виробів, зокрема гумових, яке виявило перспективність створення сучасних зразків пресового обладнання для виготовлення різноманітних неметалевих виробів для різних сфер людської діяльності та розроблена конструкція преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів з відповідною конструкторською документацією.

Для покращення техніко-економічних показників в конструкції використано електромагнітного індукційних нагрівальний елемент, який має зменшення тепловіддачі середньої ланки, так що його тепловий ККД може досягати більше 90%, – у порівнянні з звичайними нагрівальним елементами з ККД в 60%. Заміна нагрівального елемента забезпечить економію 0,5кВт/год для 3 кВт нагрівального елемента.

Аналіз вітчизняного ринку на предмет пресового обладнання для неметалевих технічних виробів показав позитивні тенденції, адже представлено достатня кількість українських виробників з широкою номенклатурою виробів. Проте варто виділити нижчий рівень вітчизняної техніки з функціональності у порівнянні з кращими закордонними аналогами.

Виконані розрахунки підтверджують правильність прийнятих конструкторських рішень під час розробки конструкції преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів.

На нашу думку подальша модернізація конструкції доцільно проводити в напрямку розширення технологічних можливостей та зменшення металоємності (шляхом використання тривимірному моделювання з подальшим дослідженням методом скінчених елементів, що дозволить значно зменшити металоємність).

Для забезпечення безпечної експлуатації розробленої конструкції преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів запропоновані відповідні заходи з охорони праці у відповідності до діючих нормативних документів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мікульонок І. О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. 324 с
2. Основи проектування одночерв'ячних екструдерів : навч. посіб. / І. О. Мікульонок, О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, Л. Б. Радченко. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 200 с.
3. Лукашова В. В., Мікульонок І. О., Радченко Л. Б. Екструзія пінополімерів : монографія. Київ : НТУУ «КПІ», 2011. 175 с.
4. Гожій С.П. КОВАЛЬСЬКО-ШТАМПУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ: ГІДРАВЛІЧНІ ПРЕСИ. [Електронний ресурс]: посібник для здобувачів ступеня бакалавра, які навчаються за спеціальністю 131 "Прикладна механіка", освітніми програмами: «Механіка пластичності матеріалів» та «Технологія виробництва літальних апаратів» / С.П.Гожій, С.Ф.Сабол, А.В. Кліско ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,974 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 151с.
5. Банкетов А.І., Бочаров Ю.А., Добринский Н.С., Ланской Е.Н., Прейс В.Ф., Трофимов І.Д. Ковальсько-штампувальне обладнання.- М.: Машинобудування, - 2002. -574 с.
6. Пат. №44306 Україна, МПК В29С35/02, В29С33/22 Секторна прес-форма двофазної дії для вулканізації покришок пневматичних шин / Кудрявцев Є.В., Ненахов О.Б., Свєшнікова Л.І., Толстов Б.Б., Шіранков Н.В. заявник і власник – ЗАТ «Проектно-виробниче об'єднання СТАРТ» заявл. 01.02.1998; опуб. 15.11.2002, Бюл. №6.
6. Пат. №128960 Україна, МПК В29С 47/64 Черв'ячний прес для полімерних матеріалів / Івіцький І.І., Сідоров Д.Е., Сівецький В.І., Устенко О.О., Сокольський О.Л. заявник і власник – Івіцький І.І.; заявл. 16.05.2018; опуб. 10.10.2018, Бюл. №19.

7. Пат. №36392 Україна, МПК F26B17/00 Барабана сушарка / Кокалюк Л.Ю., Дударєв І.М., Кірчук Р.В. заявник і власник – Луцький державний технічний університет; заявл. 12.05.2008; опуб. 27.10.2008, Бюл. №20
8. Гідравліка: Навчально-методичний комплекс. Навчально-методичний посібник. / В.І.Дуганець, І.М.Бендера, В.А. Дідур та ін. За ред. В.І. Дуганця, І.М.Бендери, В.А. Дідура. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В. 2013. – 566 с. ISBN 978-617-539-131-0
9. Гідравліка, гідро- та пневмопривод : підручник / за ред. О. О. Федорця, О. Ф. Саленка. – 2-ге вид., переробл. і допов. – Київ : Знання, 2009. – 502 с.
10. Ковальов, І. О. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи : навч. посіб. / І. О. Ковальов, О. В. Ратушний. – Суми : СумДУ, 2016. – 250 с.
11. Машинобудівна гідравліка. Задачі та приклади розрахунків / В. І. Мандрус, Н. П. Лещій, В. М. Звягін. – Львів: Світ, 1995. – 264 с.
12. Стадник В.А. Деталі машин. Електронне навчальне видання – К.: – НТУУ КПІ, 2012. – 650 с.
13. Мархель І. І. Деталі машин : навчальний посібник / І. І. Мархель – К. : Алерта, 2017. – 368 с.
14. Деталі машин. Навчальний посібник. В. Павлов, Г. Борозенець, І. Семак. – К. :Кондор, 2021. – 220 с.
15. Павлище В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В. Т. Павлище – Львів : Афіша, 2004. – 578 с.
16. Ущільнення та кріплення вузлів тертя машин: Навч. посібник / Р. Р. Обертюх, Р. д. Іскович-Лотоцький ; МО України. ВПІ. – К. : ІСДО, 1994. – 168 с. – 500
17. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/vie>.
18. ДБНВ.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013.
19. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885

20. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
21. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
22. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. URL: https://ammokote.com/wp-content/uploads/2020/08/DSTU_2272_2006.pdf.
23. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.
24. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.
25. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГМ

д. т. н., професор Поліщук Л.К.

(підпис)

« ____ » _____ 2025

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

На розробку преса для високотемпературного оброблення неметалевих
виробів

Розробив студент, групи 1ГМ – 216

Спеціальності 133

«Галузеве машинобудування»

Барда Д.О.

« ____ » _____ 2025

Керівник: к.т.н., доцент

Слабкий А.В.

1 Найменування і область застосування

Найменування – прес для високотемпературного оброблення неметалевих виробів.

2 Підстава для виконання роботи

Підставою для розробки даної роботи є індивідуальне завдання на бакалаврську кваліфікаційну роботу та наказ ректора по ВНТУ про закріплення тем.

3 Мета і призначення дослідження

Метою є розробка преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів. Призначення розробки – формовка та вулканізація неметалевих виробів.

4 Джерела розробки

4.1 Мікульонок І. О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. 324 с

4.2 Основи проектування одночерв'ячних екструдерів : навч. посіб. / І. О. Мікульонок, О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, Л. Б. Радченко. Київ : НТУУ «КПІ», 2015. 200 с.

4.3 Лукашова В. В., Мікульонок І. О., Радченко Л. Б. Екструзія пінополімерів : монографія. Київ : НТУУ «КПІ», 2011. 175 с.

4.4 Мархель І. І. Деталі машин : навчальний посібник / І. І. Мархель – К. : Алерта, 2017. – 368 с.

4.5 Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. - Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.; 3 іл. ISBN 978-617-7250-29-5

5 Показники призначення:

Номінальне зусилля преса $F_{\text{ном}}$, МН	2,5
Номінальна потужність, кВт	3
Етажність	2
Відстань між плитами, мм	250
Габаритні розміри, мм	
Довжина	1550
Ширина	1850
Висота	2675

5.1 Технічні вимоги

- регулювання органів управління – безступінчасте;
- вимоги монтажною придатності до продукції – поставка в зібраному вигляді;
- маса продукції – до 5т;
- захист від вологи, шкідливих випаровувань та корозії, здійснюється за рахунок герметичності та покриттів;
- складові частини конструкції взаємозамінні;
- деталі, вузли преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів, повинні виготовлятися з матеріалів стійких до дії миючих засобів, мастила, цементу;
- 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 в режимі очікування, роботи, консервації; ремонтпридатність – компоновочне рішення повинно бути таким, що забезпечує легкодоступність

до деталей, які вірогідно можуть мати найменший термін служби (підшипник) та відносно простий їх ремонт.

5.3 Вимоги до технологічності розробки, виробництва і експлуатації - конструкція деталей преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів 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 розробки конструкції преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів використовувати уніфіковані деталі і стандартні вироби.

5.5 Вимоги безпеки життєдіяльності – забезпечується безпека під час монтажу і ремонту. 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 ремонту преса.

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

5.7 Матеріали, що використовуються для деталей преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів слід вибирати відповідно до рекомендацій, що застосовують під час виготовлення обладнання, що працює у важких умовах.

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 – 16 год;

- вид обслуговування періодичний;

- періодичність і орієнтовна трудомісткість технічного обслуговування і ремонту – 1 день (один раз в три місяці);

5.9 Вимоги по транспортуванню і збереженню

- можливість транспортування на будь-якому виді транспортних засобів відповідної вантажопід'ємності;
- захист від ударів під час завантаження і розвантаження;
- зберігання на складі готової продукції;
- зберігання у законсервованому вигляді;
- складування на піддонах.

6 Етапи НДР і терміни їх виконання:

- Виконати дослідження з встановленням стану та тенденції розвитку пресів для високотемпературного оброблення неметалевих виробів, дослідити конструкції аналогічного обладнання;

- Здійснити патентно-інформаційний огляд преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів;

- Базуючись на результатах теоретичного дослідження проблематики теми роботи розробити конструкцію преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів;

- Виконати технологічні та конструкторські розрахунки, що необхідні для побудови розробленої конструкції;

- Запропонувати заходи з охорони праці для безпечної експлуатації розробленої конструкції преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів.

- висновки.

- оформлення текстових документацій та ілюстративних матеріалів для захисту бакалаврської кваліфікаційної роботи.

7 Порядок контролю і прийомки

- попередній захист БКР.

- захист БКР.

Додаток Б (обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

**«РОЗРОБКА ПРЕСА ДЛЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОБРОБЛЕННЯ
НЕМЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ»**

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ТА ВУЛКАНІЗАЦІЇ ГУМОВИХ ВИРОБІВ



Рисунок 1 – Прес вулканізаційний гідравлічний ГМЗ-300-1300×2000 2Е виробник ТОВ «Гайсинський машинобудівний завод»

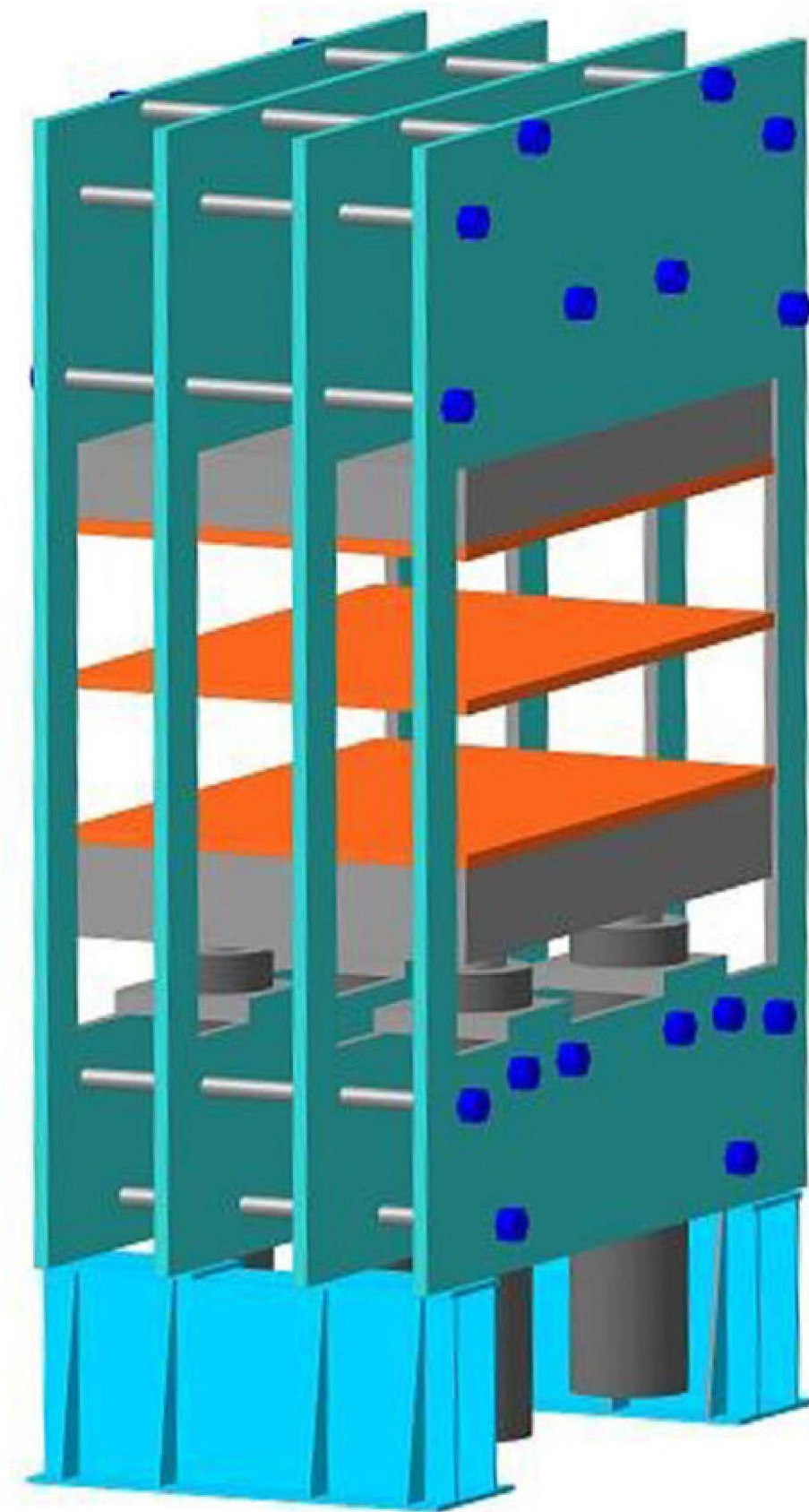


Рисунок 3 – Гідравлічний вулканізаційний прес, виробник «УКРТОП-ПАРТНЕР» (Україна)



Рисунок 5 – Гідравлічний вулканізаційний прес MITSUBISHI PLC CONTROL, (Японія)

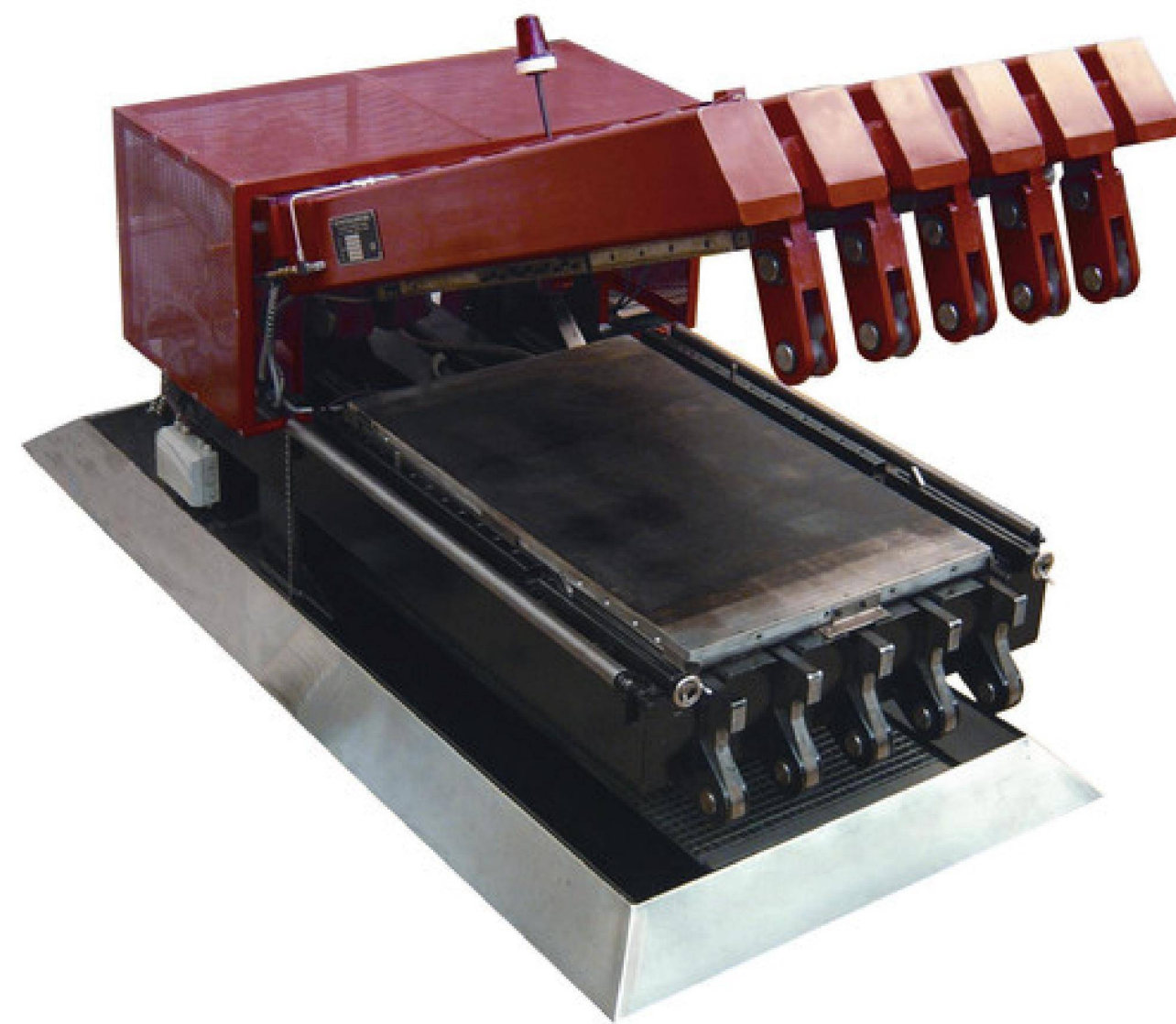


Рисунок 2 – Вулканізаційний прес стаціонарний, виробник «УКРТОП-ПАРТНЕР» (Україна)

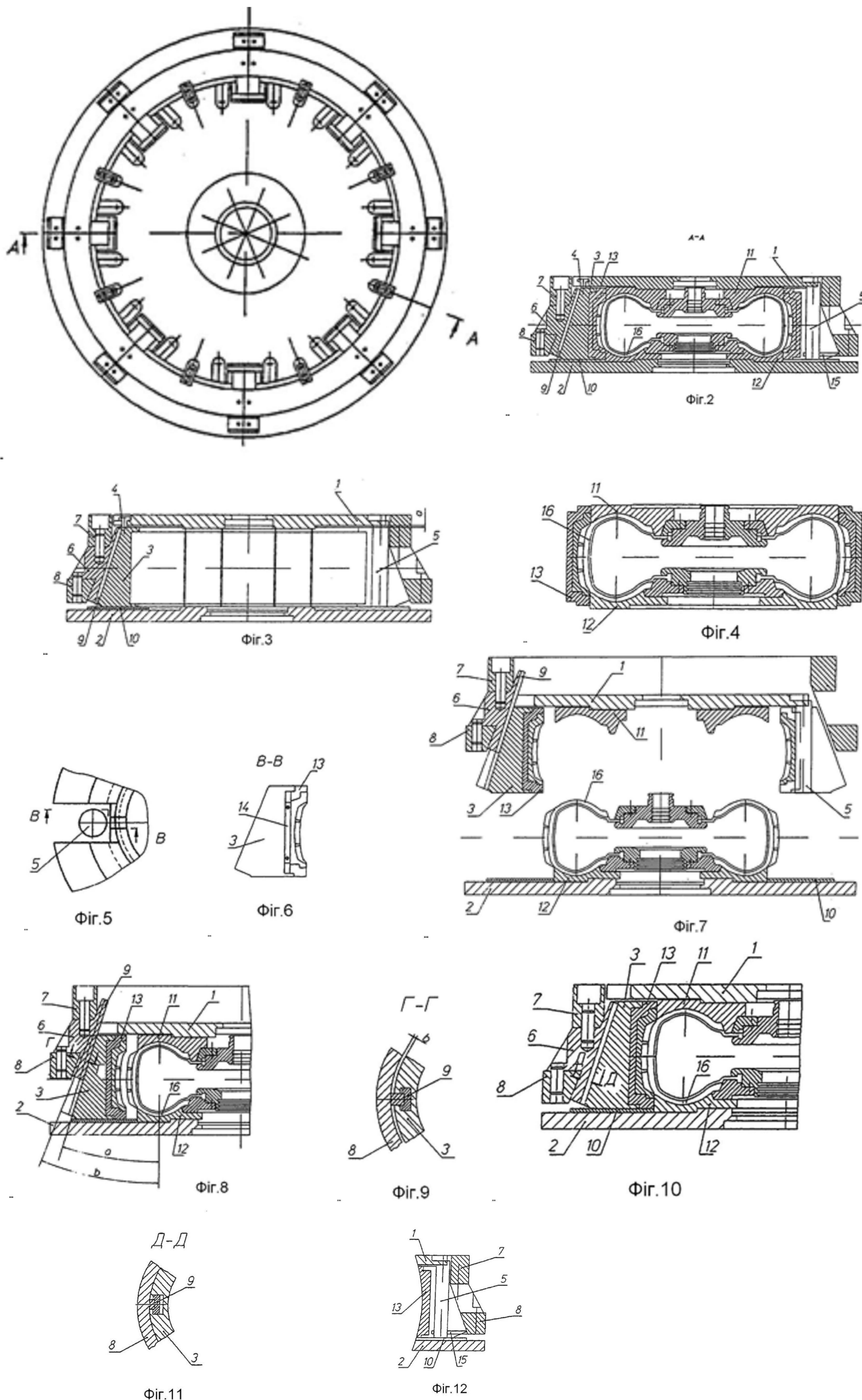


Рисунок 4 – Вакуумно-формувальний прес ADVP 2614, виробник Dominant CNC (Україна)



Рисунок 6 – Вулканізаційний прес Е-структури ХLB-D 400×400×2, виробник Ouli machine (Китай)

ПАТЕНТНО-ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД



фiг. 1- секторна прес-форма двофазної дії з механізмом управління;
фiг. 2 - переріз по А-А на фiг 1; фiг. 3 - механізм управління;
фiг.4 - пресформа; фiг.5 - переріз стійки 5 та планки 14;
фiг. 6 -переріз по В-В на фiг. 5; фiг.7 - прес-форма на початку закриття;
фiг. 8 - прес-форма у момент формування боковини (1 фаза);
фiг 9 - переріз по Г-Г на фiг. 8; фiг. 10- прес форма у закритому положенні;
фiг. 11- переріз по Д-Д на фiг. 10;
фiг. 12- фіксація стійки до торця нижнього кільця.

Рисунок 1 – Секторна прес-форма двофазної дії для вулканізації покришок пневматичних шин» винахід України №44306

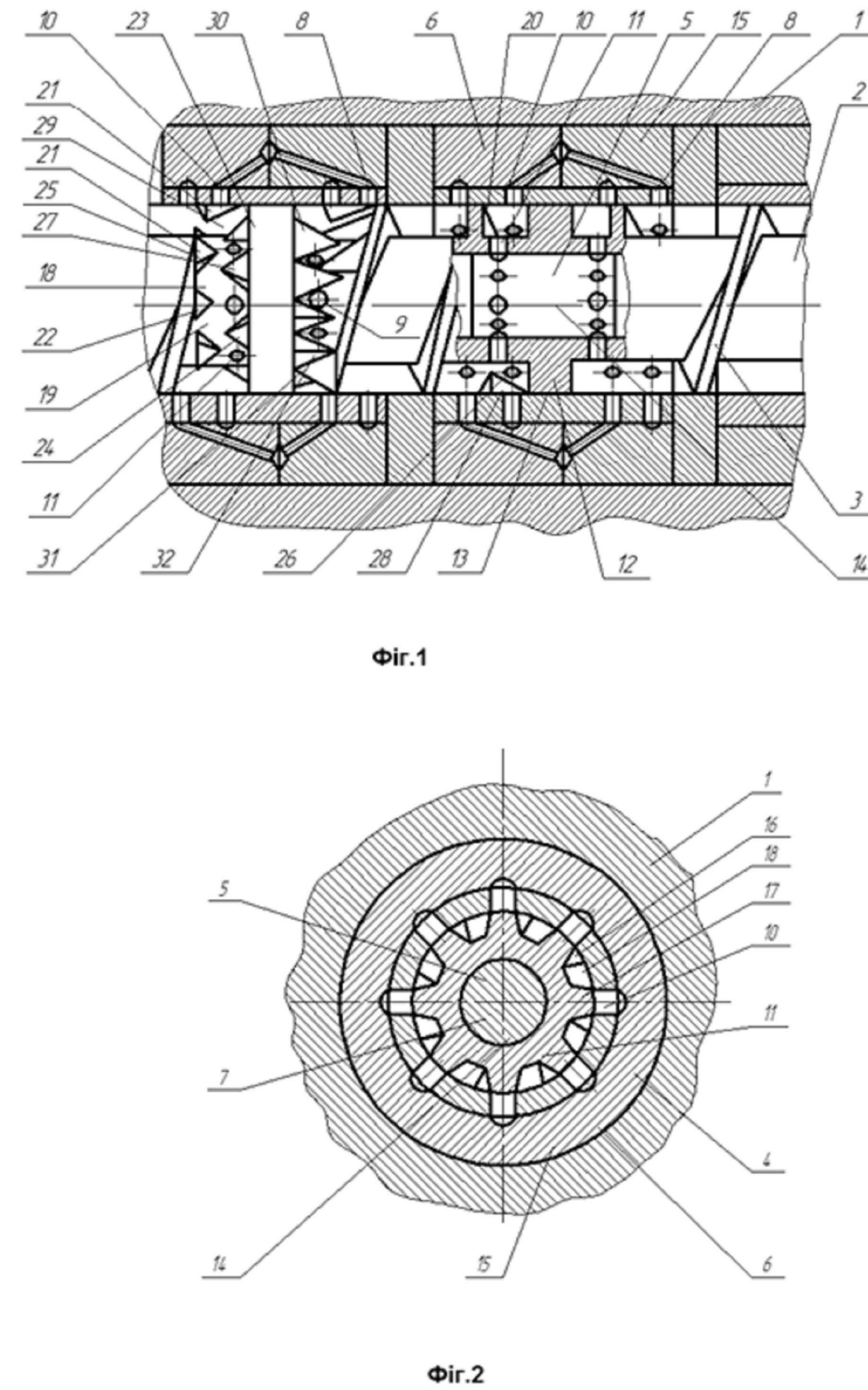


Рисунок 2 – «Черв'ячний прес для полімерних матеріалів» згідно патенту України на корисну модель № 128960

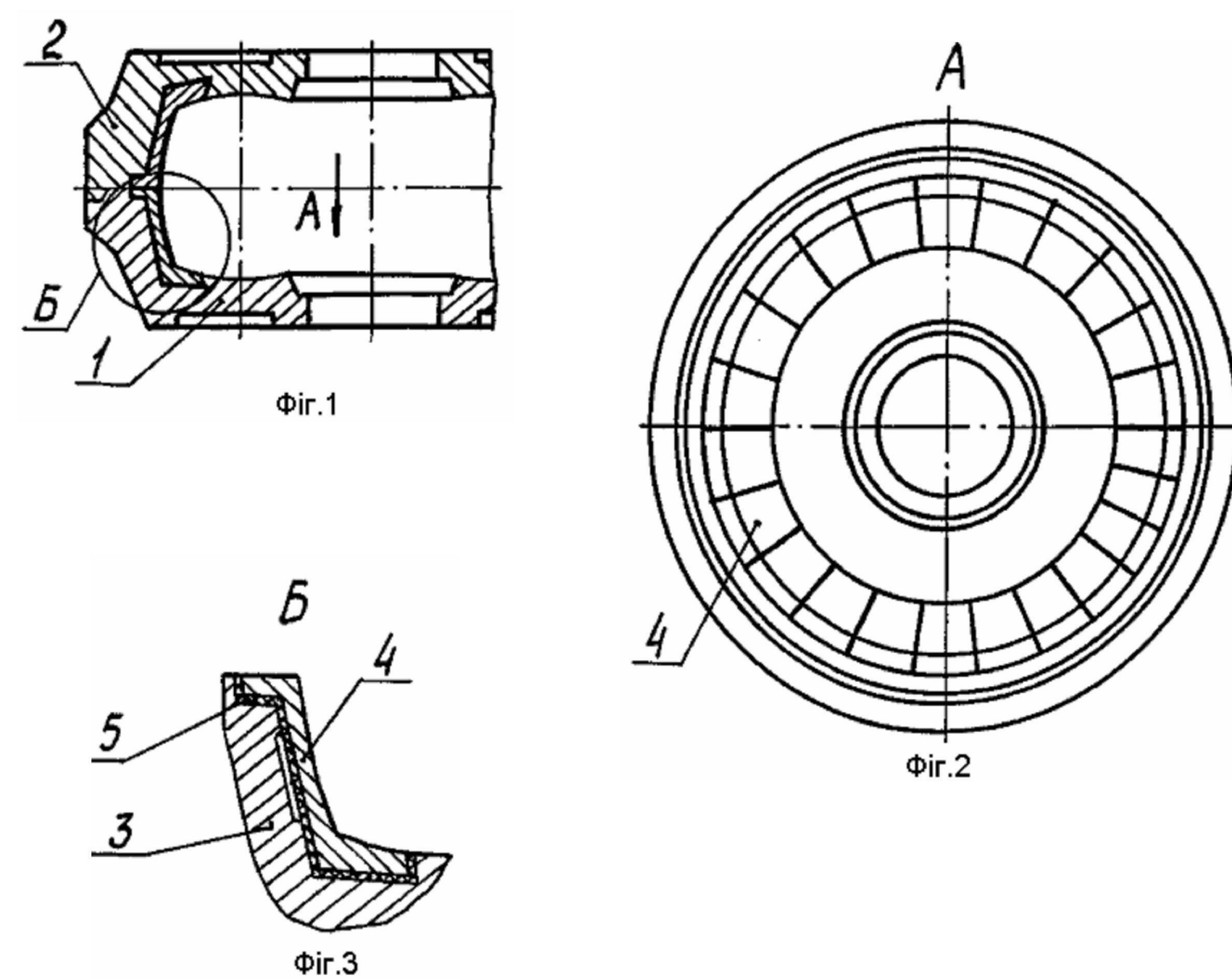


Рисунок 3 – «Прес-формі для формування та/або вулканізації покришок пневматичних та інших еластичних шин» згідно патенту України на корисну модель №53466

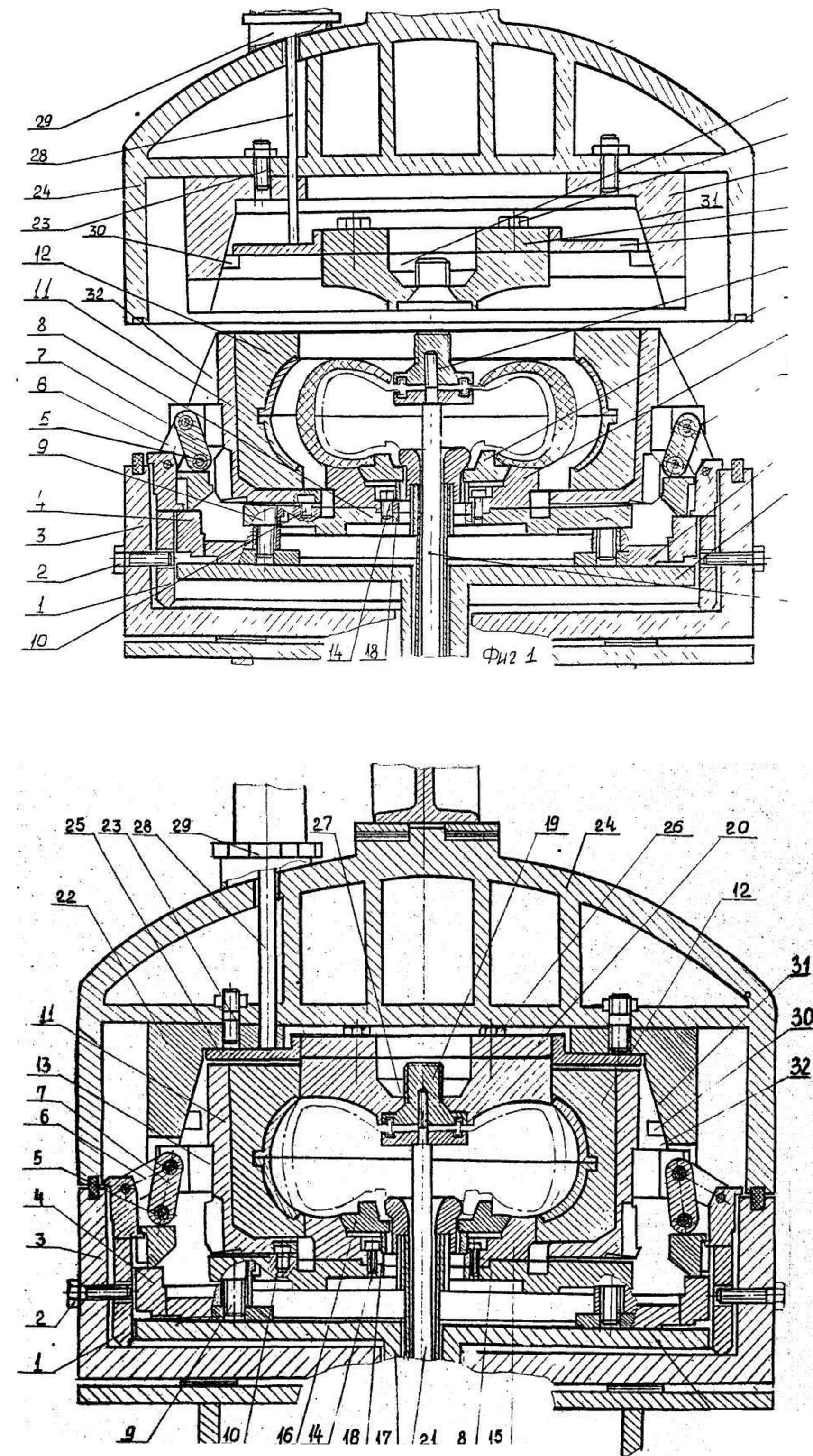
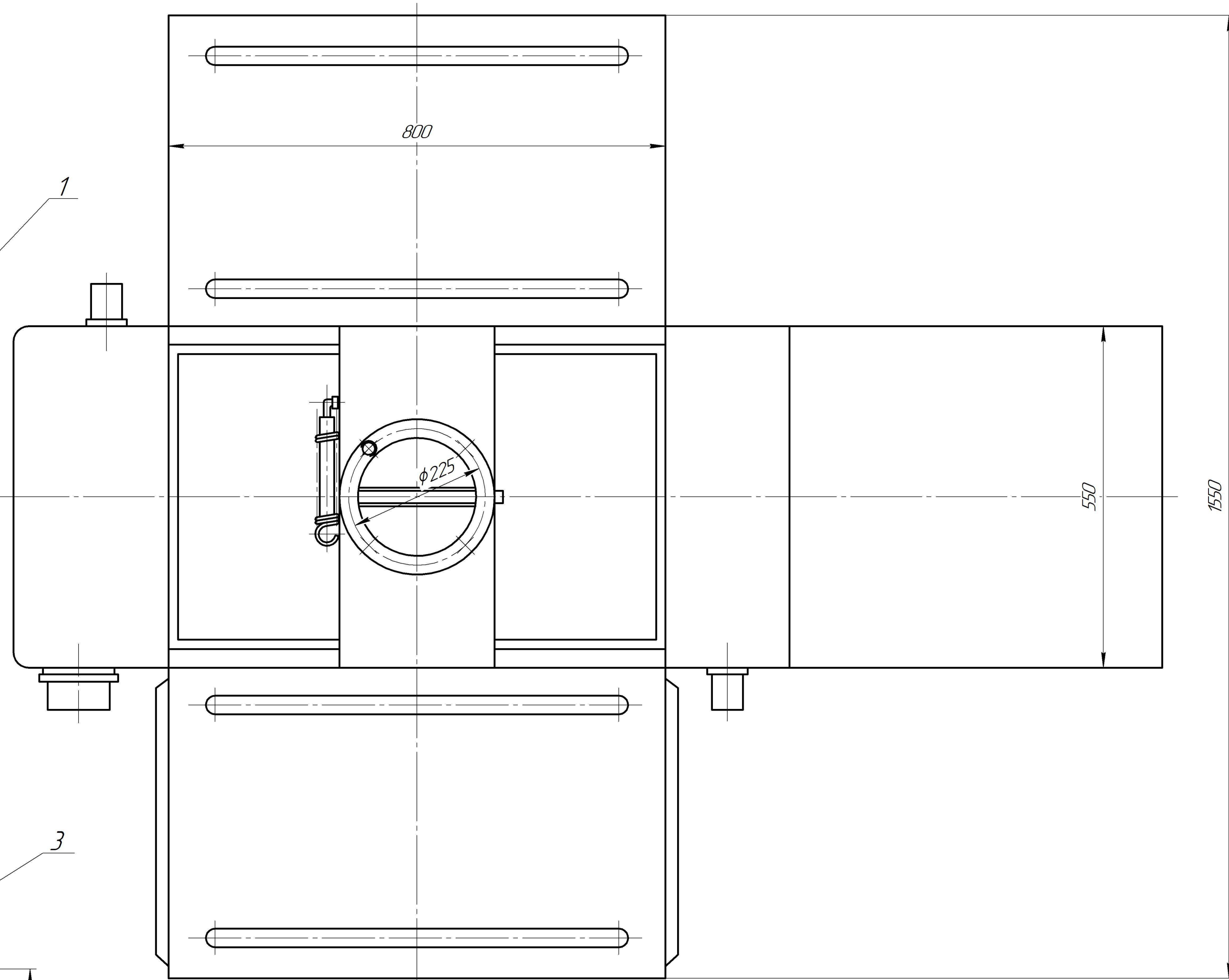
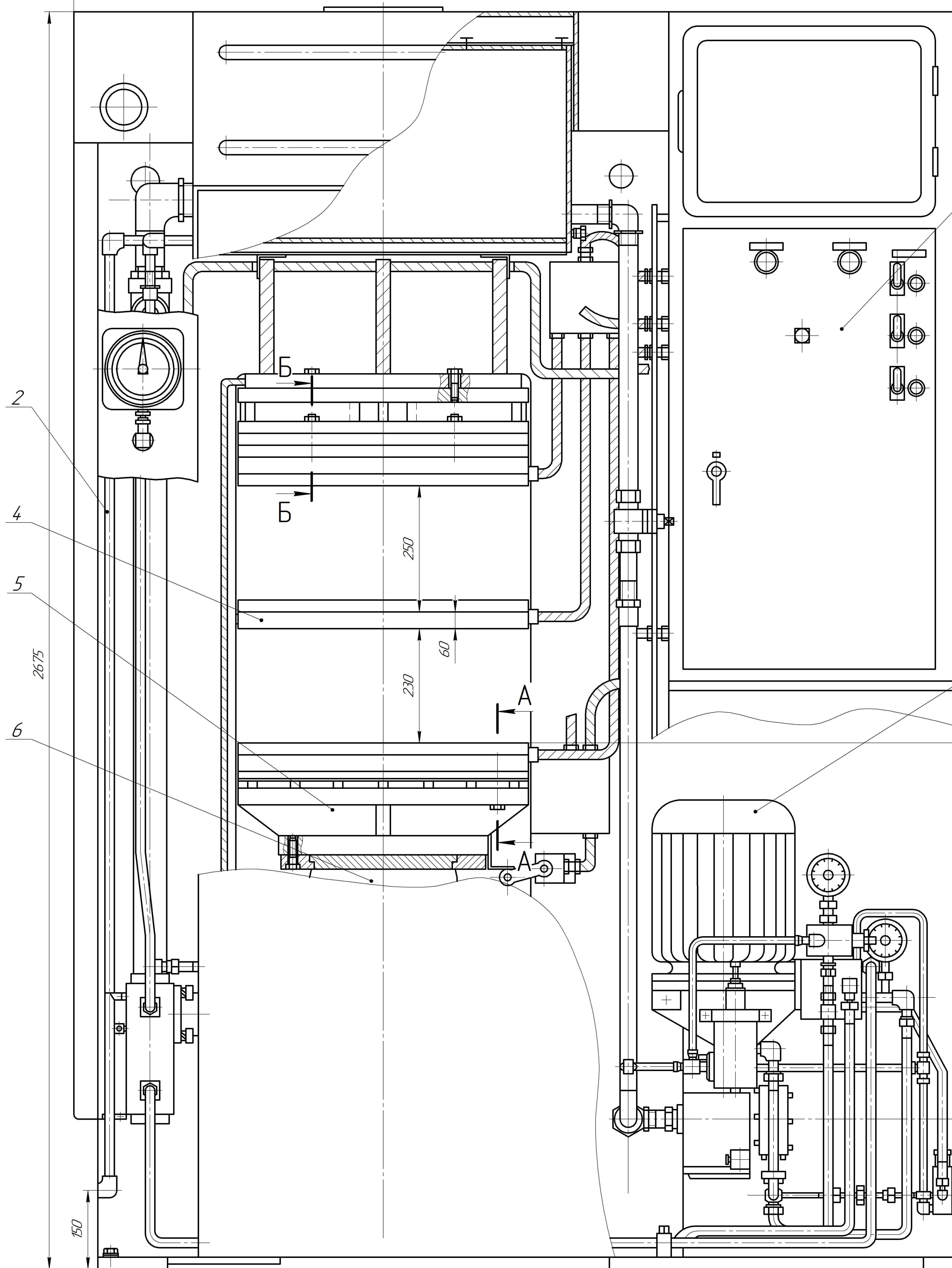


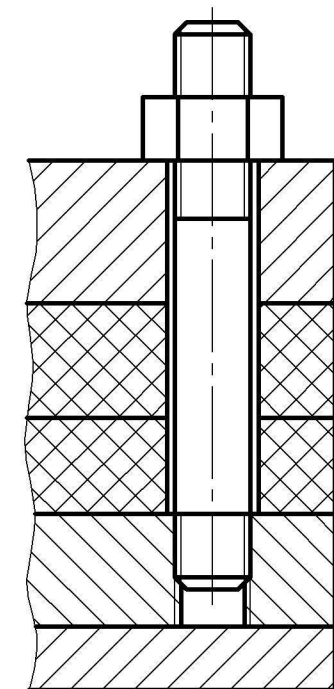
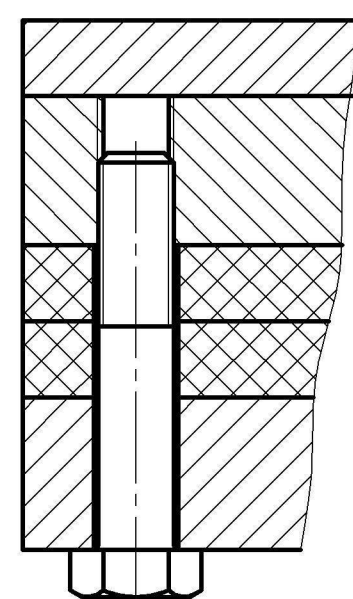
Рисунок 4 – «Механізм керування секторами» згідно патенту України на винахід №6754

1850



A-A (1:1)

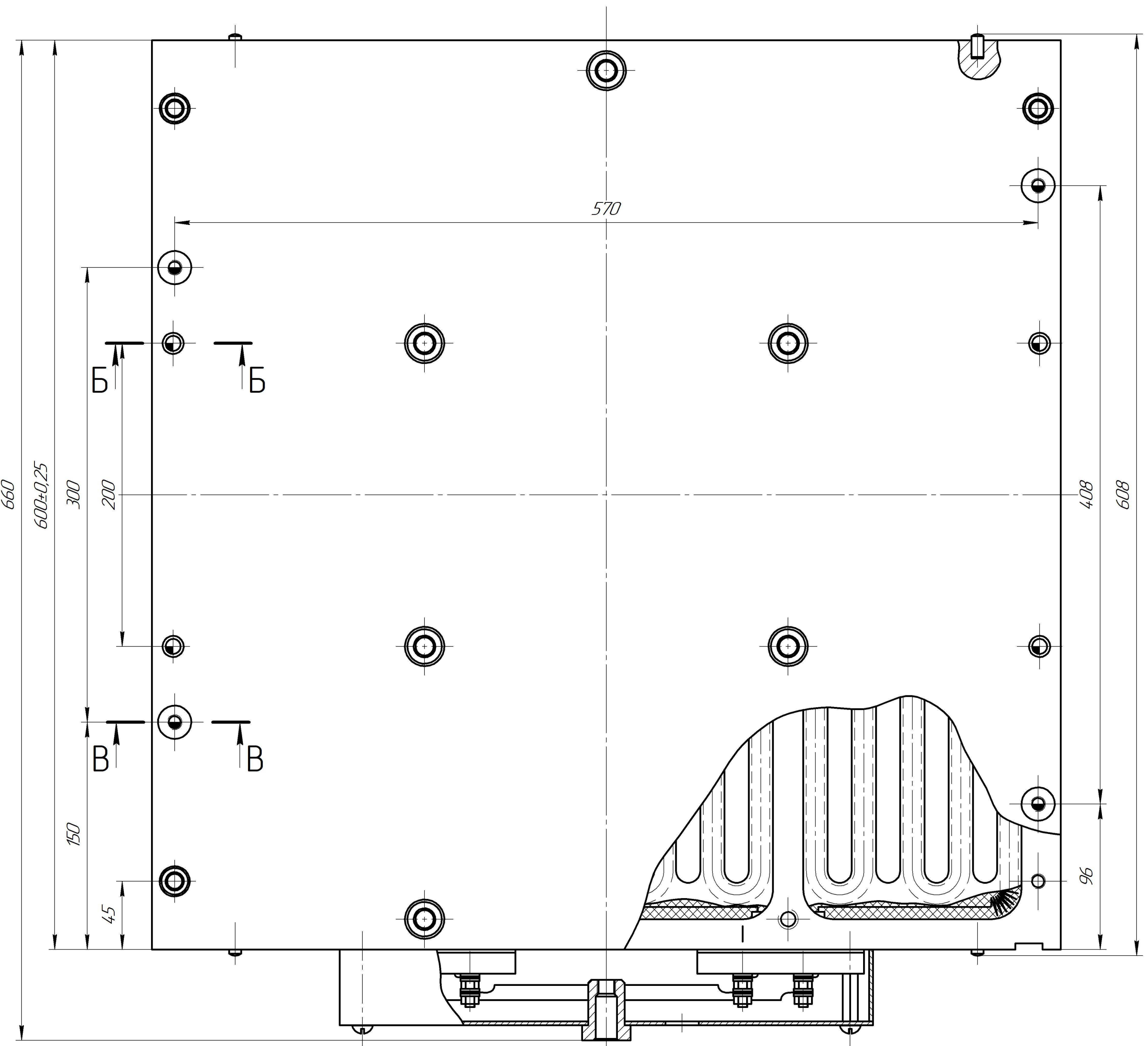
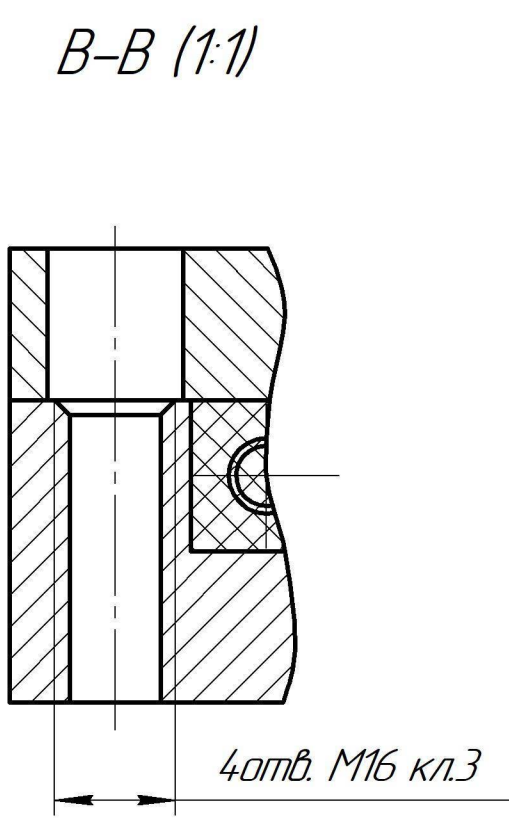
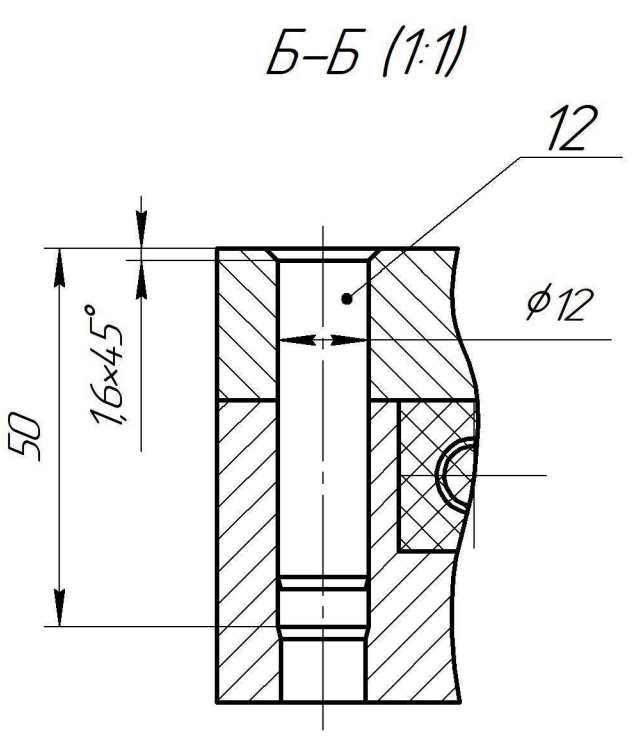
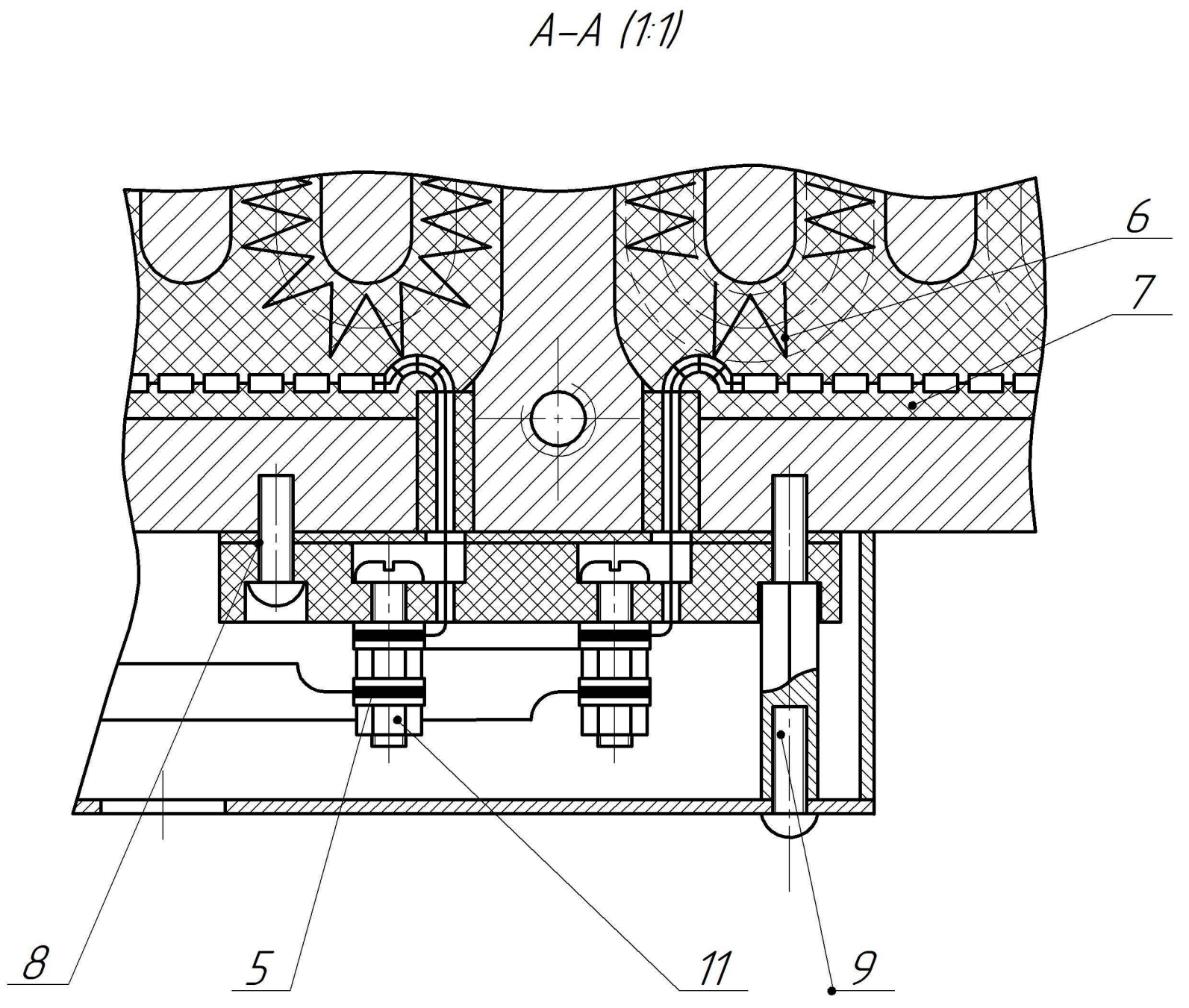
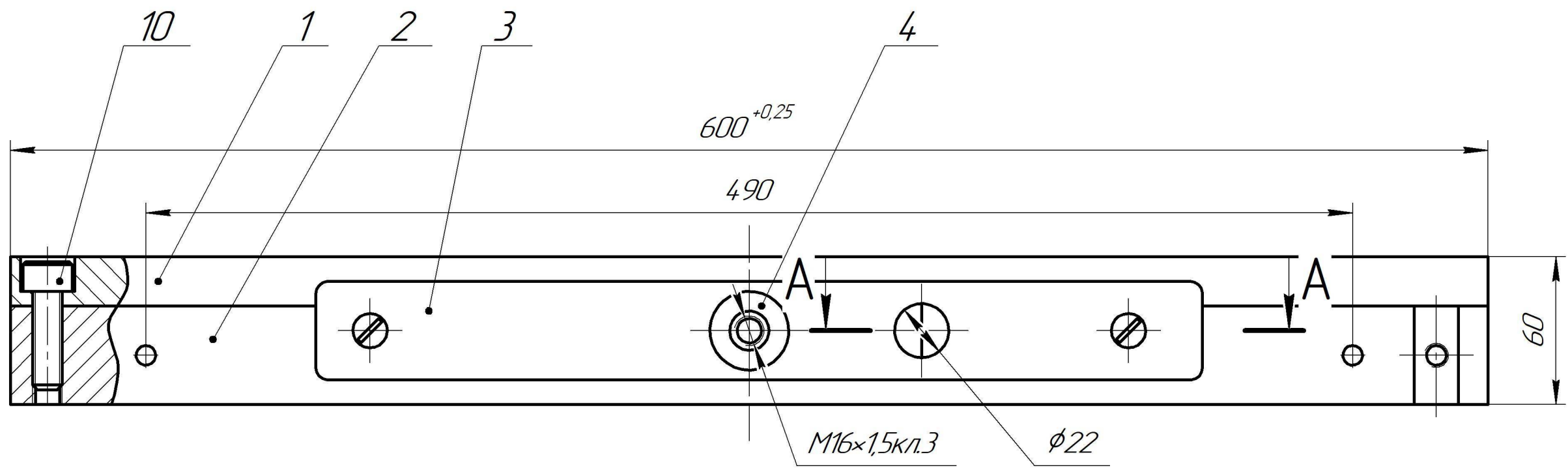
Б-Б (1:1)



Технічні хара́ктеристики

1. Но́мінальне зу́силья преса $F_{ном}$, МН.....2,5
2. Но́мінальна потужність, кВт.....3
3. Ета́жність.....2
4. Відста́нь між плитами, мм.....250
5. Габа́ритні розміри, мм
Довжина 1550
Ширина 1850
Висота 2675

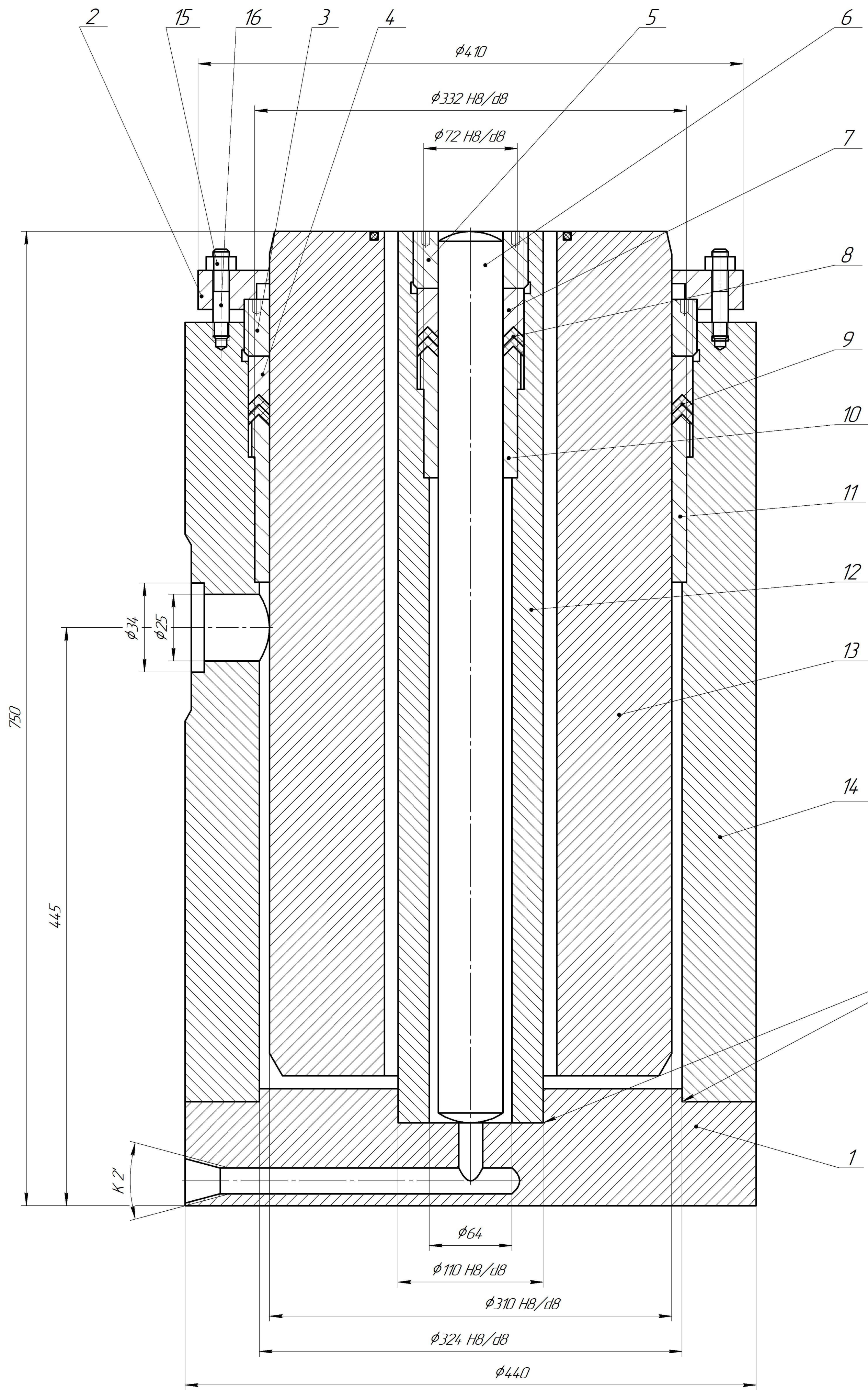
				08-62.БKP.06.00.000.СК			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Прес для високотемпературного оброблення неметалевих виробів (складальний креслений)		
Розроб.	Борис Д.	Складий А.В.					
Перед.							
Т.контр.							
Н.контр.							
Затв.							
					Лист	Листів	1
					ВНТУ, 1ГМ-210		



Технічна характеристика

1. Напруга, В.....	220
2. Потужність, кВт.....	3
3. Перепад температури по поверхні плити не більше, °С.....	±5
4. Максимальна робоча температура, °С.....	200

						08-62.БКР.06.04.000.СК			
Зм. Лист Разроб. Перев. Т.контр. Н.контр. Затв.	Лист № док. Бордо Д.О. Складий А.В. Складий А.В. Полещук Л.К.	Підп. Дата	Лист Листів	Плита нагнітальна		Л/т	Маса	Масштаб	
				(складальний креслення)				1:1	
						Лист	Листів	1	
						ВНТУ, 1ГМ-210			
						Копіювання			
						Формат А1			



Сварка
ГОСТ 14771-76

Технічні характеристики

- | | |
|--|-------------|
| 1. Технологічне навантаження | $P=25$ кН |
| 2. Робочий тиск | $p=15$ МПа |
| 3. Тиск холостого ходу | 0,6 МПа |
| 4. Допустима швидкість переміщення поршня до | 0,5 м/с |
| 5. Робоча рідина | АМГ-10 |
| 6. Робоча температура | -60...+55°C |

Технічні вимоги

- Деталі гідроциліндра перед складанням очистити від забруднення, слідів корозії, продіти стисненим повітрям. Металеві деталі протирати уайт-спіритом по ГОСТ 3134-2008.
- Циліндр випробовувати при тиску $3,5 P_{ном.}$, витіки мастила не допускаються.
- При транспортуванні залити мастило АМГ-10 ГОСТ 6794-2005, входні отвори заглушити технологічними заглушками.

08-62БКР.06.04.000.СК				Гідрациліндр			Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	(складальний креслення)				1:1
Розроб.	Борис Д.								
Перев.	Слобод А.В.								
Т.контр.									
Н.контр.	Слобод А.В.								
Затв.	Поліщук Л.К.								

ВНТУ, 1ГМ-210

Копіювання

Формат А1

Додаток В

СПЕЦИФІКАЦІЇ

**«РОЗРОБКА ПРЕСА ДЛЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОБРОБЛЕННЯ
НЕМЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ»**

Додаток Г

**ПРОТОКОЛ
ПЕРЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ
ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

**«РОЗРОБКА ПРЕСА ДЛЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОБРОБЛЕННЯ
НЕМЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ»**

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Розробка преса для високотемпературного оброблення неметалевих виробів.

Тип роботи: бакалаврська кваліфікаційна робота

Підрозділ: кафедра галузевого машинобудування, ФМТ, гр. ІГМ-216
(кафедра, факультет, навчальна група)

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі системою StrikePlagiarism 4 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

- ☒ Запозичення, виявлені у роботі, є законними і не містять ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту
- ☐ У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.
- ☐ У роботі виявлено ознаки плагіату та/або текстових маніпуляцій як спроб укриття плагіату, фабрикації, фальсифікації, що суперечить вимогам законодавства та нормам академічної доброчесності. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

Поліщук Л.К., зав. кафедри ГМ
(прізвище, ініціали, посада)

Шенфельд В.Й.
(підпис)

Шенфельд В.Й., доцент кафедри ГМ
(прізвище, ініціали, посада)

Шенфельд В.Й.
(підпис)

Особа, відповідальна за перевірку

Шенфельд В.Й.
(підпис)

Шенфельд В.Й.
(прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник

Слабкий А.В.
(підпис)

Слабкий А.В., доцент каф. ГМ
(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач

Барда Д.О.
(підпис)

Барда Д.О.
(прізвище, ініціали)