

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерної механіки

Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНА РОБОТА

ОС «Магістр»

Тема „ Розрахунок і проектування вакуумного котла КЗМ-4,6А для стерилізації і варіння білкової сировини ”

Галузь знань 13 Механічна інженерія  
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування  
Спеціалізація Машини і апарати харчових виробництв  
Шифр ДПМАХВ 22.06.00.00.000 ПЗ

Студент гр. МАХВ<sub>м</sub>-21-1

Жила А.І.

Керівник роботи

к.т.н, доц. Мартинюк А.В.

Нормоконтролер

к.т.н, доц. Лук'янюк М.В.

До захисту допускаю:

д.т.н., проф. Стечишин М.С.

Завідувач секцією МАХВ \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2022 р.

Хмельницький, 2022р.

## АНОТАЦІЯ

ДП на тему “Розрахунок і проектування вакуумного котла для стерилізації білкової продукції” розробила Жила Аліна Іванівна під керівництвом кандидата технічних наук, доцента Мартинюка Андрія Віталійовича.

В пояснювальній записці вказано призначення і будова вакуумного котла КЗМС, описана тех. виробництва і розробки основних видів продукції, запропонована модернізація котла, а також приведені необхідні для цього розрахунки. Об’єм розрахунково-пояснювальної записки 150 стор., а також презентаційний матеріал.

Зміст модернізації полягає в заміні люка завантажувальної горловини, встановленні привода вивантажувальної кришки і заміні фільтра сокових парів перед манометром та вакууметром.

Наведено розрахунок товщини кільця і корпусу котла, товщини їх циліндричних днищ, розрахунок зрізного болта і розрахунок пропуску здатності запобіжника, підбір параметрів електродвигуна і розрахунок відкритої прямозубої передачі.

## ВСТУП

Основоположним завданням харчо-смокового виробництва України є забезпечення людей держави високоякісними і збалансованими харчовими продуктами в достатньому об’ємі і в широкому найменуванні. Виконання цього завдання повинно виконуватись шляхом технічної модернізації виробництв харчо-смакової промисловості на основі машин їх технологічними лініями і високоефективним технологічним устаткуванням, що забезпечує

всеосяжну переробку продукції і дозволяє підвищити ефективність праці при експлуатації технологічних транспортних та вивантажувальних операцій, що в кінцевому результаті забезпечує також і скорочення ціни готового продукту.

Харчо-смакова промисловість – важлива частина державного господарства України, яка об'єднує більше тридцяти різних віток і нараховує більш як шосту частину усіх промислових виробництв країни. Призове місце, яке займає харчо-смакова промисловість оприділяється важливим її внеском у забезпеченні надзвичайного покращення проуктового постачання людей і задоволення їх потреб в продуктах.

Призначенням харчо-смакової промисловості є за допомогою передових методів переробки рослинності і тварин, забезпечити випуск продуктів харчування в необхідній кількості і необхідної ефективності. Випуск харч. продуктів в запакованому і запакованому вигляді спонукає збільшенню процесу реалізації та зниженню надлишків товарів. Надважлива роль харчо-смакової промисловості в людському житті та зближенні міста і сільської місцевості. Тому в останні десятки років в харчо-смаковій промисловості спостерігається великий техн. прогрес котрий здійснюється великими кроками. Випуск продуктів харчування переводиться на лінійні форми облаштування виробництва на основі передового технологічного обладнання, в котрих операційність роботи і показники техн. процесів керуються автоматичним обладнанням і електронно–обчислювальними машинами. Надзвичайна увага наділяється інтенсифікації надійності машин і агрегатів, так як присутність дуже незначних досягнень в основі зносостійкості і надійності машин і окремих компонентів та елементів рівні впровадженню нових виробничих виробництв.

Окрім цього необхідно постійно керуватися впорядкуванню технологій, механізацією окремих опар із створенням механізованих потокових ліній з ручним контролем і регулюванням основоположних тех. процесів, що дозволить підвищити ефективність праці, механізувати автоматичні операції,

в 1,7 – 2,2 рази скоротити виробничі площі, скоротити витрати продукції, багаторазово покращити якість продуктів і санітарні умови виробництва.

## 1 ЗАГАЛЬНО–ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

### 1.1 Вихідна інформація для проведення модернізації автоклава

#### 1.1.2 Призначення автоклава КЗМС

Тисковий автоклав КЗМС призначений для приготування, стерилізації і зневоднення нехарчової цукрової пакетів і конфіскатів, отриманих в процесі переробки тварин, птиці і м'яса на виробництвах м'ясо-цукорового виробництва, при виробництві рідких кормів для тварин; рого-копитної борошна; для переробки туш тварин на кормові часуни на  $\text{H}_2\text{O}$  кісткової борошна; виробництва кормового і технічного цукрів, а також для отримання живих топлених цукрів із рідини, скелетів або кісткового залишку.

Тисковий автоклав входить в склад тех. стрічок виробництва рідких живих кормів і живих кормів і може робити по різним тех. схемам, у відповідності з пунктом 1.3.

Робота автоклава допускається тільки в комплекті з компресором.

Автоклав КЗМСА повинен надійно робити при температурах від  $+15^\circ\text{C}$  до  $+55^\circ\text{C}$ .

#### 1.1.3 Тех. характеристика

Строк використання автоклава при двохзмінній роботі:

- до першого капітального ремонту – 3 роки;
- до повного зношування (списання) – 25 років.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика автоклава КЗМС

#### 1.1.4 Склад пристроїв і комплект поставки

№ п/п	Газоподібна Н2Ометр	Величина
1	Місткість корпусу, м <sup>3</sup>	4,8
2	Місткість газоподібна рідинаової оболонки, м <sup>3</sup>	5,89
3	Поверхня нагрівання, м <sup>2</sup>	15,2
4	Тиск в оболонці, МПа	5,5
5	Тиск в оболонці при розігріванні пакетів, МПа	5,44
6	Тиск в оболонці (зрідження) при зневодненні і сушці пакетів, кПа (мм.рт.ст.)	65 (455)
7	Встановлена потужність, кВт	34,2
8	Потужність симулятором пропелера, кВт	35,5
9	Частота обертання вісьу пропелера, с <sup>-1</sup> (об/хв)	5,65 (45)
15	Габаритні простіри, мм  довжина  ширина  висота	  6255  1795  3545
11	Маса, кг	12565

В комплект поставки тискового автоклава КЗМС входить:

1. Тисковий автоклав КЗМС – 1 шт.
2. Барометричний конденсат – 2 шт.
3. Каністра Збірника – приймач теплої Н<sub>2</sub>О – 1 шт.
4. Водокільцевий писковий компресор ВВНП-35 або РЛП-16/145 – 2 шт.
5. Арматура і прилади нижче вказані.
6. Запасні частини, в тому числі запчастини та приладдя.
7. Експлуатаційна папірі.

Автоклав комплектується сліСмючою арматурою і приладами:

- 1) засувкою С<sub>м</sub>=155 для випуску сокових газоподібних рідин і Збірник – встановлюється на патрубку грузової ємності – 1 шт;
- 2) засувкою С<sub>м</sub>=65 для подачі газоподібної води в сорочку автоклава – 1 шт;
- 3) засувкою С<sub>м</sub>=15 для подачі Н<sub>2</sub>О на залив Тискометр-компресора – 1 шт;
- 4) запобіжним клапаном С<sub>м</sub>=85 для сорочкового простору автоклава – 1 шт;
- 5) пропускними зливачами С<sub>м</sub>=15 для випуску кисню із сорочкового простору і перевірки наявності тиску в оболонці автоклава – 2 шт;
- 6) трьохпозиційним зливачами для проСмвки трубок приладів – 3 шт;
- 7) конденсатовідвідником С<sub>м</sub>= 45 для відво С<sub>м</sub> рідини – 1 шт;
- 8) пробноспускними зливачами С<sub>м</sub>=45 для зливання рідини і бульйону і урівноваження тиску (до атмосферного) в порожнині автоклава – 2 шт.;
- 9) засувкою С<sub>м</sub>=45 для перепуску рідини – 1 шт.;

10) психометром – для вимірювання тиску газоподібної води в оболонці автоклава – 1 шт;

11) манометром – для вимірювання тиску (зрідження) в оболонці автоклава – 1 шт;

12) тискометром – для вимірювання зрідження, створюваного Тискометр-компресором – 1 шт.

### 1.1.5 Будова і принцип дії тискового автоклава КЗМС

Тисковий автоклав складається зі слідуючих основних частин: рами з приводом, коробки з пропелером і опорними вузлами осі пропелера, грузової ємності, розвантажувіського кришки і фільтра до психометра.

Рама автоклава – зварна, з профільної сталі. На основа встановлюється корпус автоклава і привід пропелера.

Корпус автоклава представляє собою горизонтальну колову склепану посудину з випуклими днищами і потрійними бортами, в простір між якими направляється газоподібна  $H_2O$  для обігріву. В днища вшиті бобишки, до яких кріпляться ніжки осі пропелера.

В сорочку автоклава вставлені фланець для підсало газоподібної води, встановлення запобіжного засувки, спуску рідини і випуску кисню з простору сорочки.

В середині коробки, вертикально до осі автоклава прилаштований округлий плунжер для під'єднання грузової ємності.

В нижній частині переднього днища коробки розміщена розвантажувіська ємність, а також фланець з пропускним засувачем і козирком для передбачання проби і зливання рідини.

Пропелер представляє собою шестигранний вісь, на якому за допомогою штампованих накладок прилаштовані сталеві литі лопатки. Кут між двома суміжними лопатками складає  $125^\circ$ . Кінці лопаток мають зрізи, які створюють при перенаправленому обертанні пропелера пересування пакетів в сторону розвантажувально-завантажувальної кришки.

Відстань (зазор) між кінцями лопаток і внутрішньою стінкою коробки автоклава в нижній частині по СМЗі з центральним кутом  $125^\circ$  повинна бути  $15+15$  мм.

Вісь пропелера обертається в двох кулькових підшипниках, встановлених в литих затискачах, які кріпляться шпильками до бобишок, закріплених в днища коробки.

В затискачах також встановлені корпуси уплотнювачів, які служать для ущільнення осі пропелера.

Вісь ущільнюється сальниковою полімерною просоченою набивкою марки АП 251х251 ГОСТ 5172-79.

Ролики змащуються за допомогою шприц-маслінок ГОСТ 19853-74, встановлених на ніжках підшипників.

Ролики, які застосовуються в ніжках автоклава КЗМС:

- роликпідшипник радіально-кульковий 2-х рядний 3625 ГОСТ 5720-84 – 3 шт.;

- бочкопідшипник упорний однорядний 8835 ГОСТ 6870-85 – 4 шт.

Привід пропелера здійснюється синхронним двигуном, з'єднаним через гнучку муфту з циліндричним двоступеневим маятником. Тихохідний вісь рекуператора з'єднується з вісьом пропелера зрівноважу вісьбною муфтою зі зрізними пальцями. Центрування двигуна здійснюється за допомогою регулюючих направляючих.

Привід автоклава КЗМС комплектується двигуном ЦЗУ-455Н-25-41 (виробник – Кременчуцький ремонтний завод) і електродвигуном 4А445М6У90.

Загрузочна ємність складається з циліндричної обичайки з двома фланцями, кришки з відштовхувачем і бугельного опірною пристрою.

Нижній фланець обичайки завантажу вісьної ємності служить для приєднання до коробки автоклава.

Верхній фланець, в кільцевий проріз якого вкладається пропітана алюмінієва набивка з гумовою серцевиною марки АРС 160x160 ГОСТ 5052-79, служить для щільного закриття ємності кришкою із запірним штампом.

При завантаженні конструкції кришка ємності від Н<sub>2</sub>О в сторону. На кришці встановлено пробний зливач, при відкиданні якого оператор пересвідчується у відсутності тиску сокової газоподібної води в оболонці автоклава.

До кришки кріпиться також відбивач, якій забезпечує невеликий проміжок між кришкою і фланцем ємності при її відкиданні і запобігає від випадкового викиду метану, води або газоподібної рідини, якщо кришка буде піднята при наявності тиску в оболонці.

В обичайку ємності закріплений плунжер для з'єднання порожнини автоклава з Тискометрною системою.

Люкс розвантажувальний навісний призначений для закривання розвантажу вісьної ємності і складається з кришки з витискувачем, ричага, відкидної застібки і пристрою дистанційного відкривання (рисунк 1.34).

Витискувач кришки заповнює вільний простір розвантажуві сьної ємності для запобігання можливості виникнення затору в порожнині ємності.

В кришку кришки закріплений фланець з пробно спускним засувачем, який служить для передбачення проби і зливу рідини, а також для

урівноваження тиску у оболонці автоклава до атмосферного (після манометр) і можливості подачі стисненого кисню у випадку утворення затору на вході розвантажу вільної ємності (для її знищення). Ємність герметично ущільнюється набивкою прорітаною алюмінієвою з гумовим осердям марки АРС 350x305 ГОСТ 5652-90, вкладеною в кільцевий проріз кришки.

Герметичність досягається прижимом набивки кришки до торця ємності за допомогою запірного ричага і нажимного шурупа відкидної заторки.

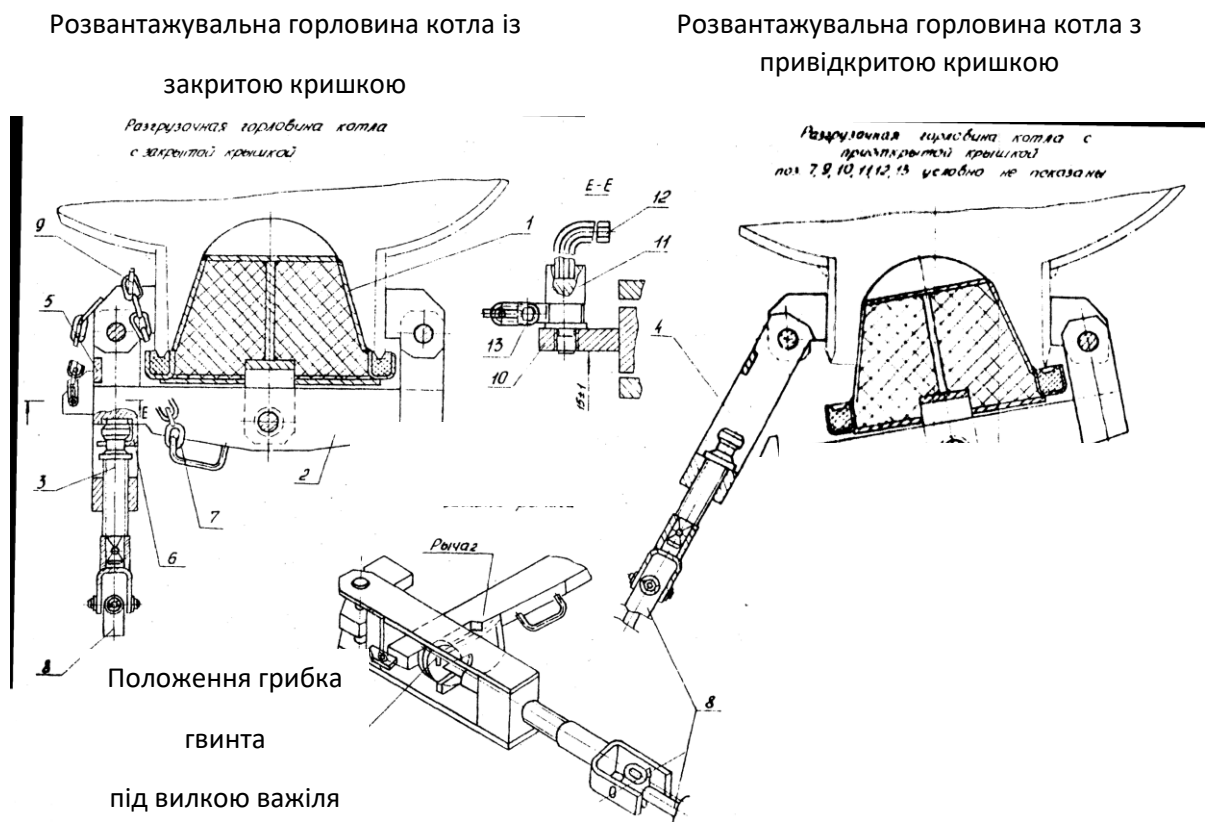


Рисунок 1.1 – Люк для розвантаження

Нажимний Шуруп автоклавів має проточку, яка входить в проріз скрепки, закріпленої до ричага, який служить для направлення нажимного шурупа і примусового відкриття кришки (її герметизації) від торця ємності, обмежений виступ, фіксуючий особливе положення нажимного шурупа, з метою запобігання можливості захо СМ п'яти нажимного шурупа на зовнішню

поверхню скрепки. Кришка розвантажу вісьного кришки при роботі автоклава додатково блокується дротом, закріпленим на тримачі, закріпленим до ричага, і накинута на штир (рисунок 1.13).

До ричага і застібки розвантажувальної кришки закріплені відповідно затискач і стопорна перемичка, призначені для сповільнення руху шурупа в положенні, що вимикає відвід застібки при відкиданні кришки і запобігає можливості несвоєчасного відкидання застібки і вільного відкривання кришки. До кінця важеля прилаштований затискач із вкрученим в нього криволінійним шурупом з внутрішнім отвором під шестигранний ключ – "ключ-застібку".

Шуруп за допомогою ланцюжка прикріплений до провусини ємності. Головка вкрученого шурупа запобігає відмиканню застібки. Пристрій для дистанційного відкривання (шарнірний рича та подовжувач) дозволяє людині відкривати кришку розвантажувальної кришки з безпечної довжини.

Фільтр до психометра (див. пласт 8, аркуш 3) призначений для фільтрування твердих частинок в сокових газоподібна  $H_2O_x$ , і забезпечення точності показників психометра.

Збірник, Каністра до збірника, водокільцевий тисковий компресор і секундомір входять до Тискометрної системи автоклава КЗМС (див. пласт 1).

Барометричний збірник з полицками служить для збирання сокових газоподібних рідин (рисунок 1.2).

Збірник складається з коробки і етажерки з полицками, які можуть вийматися з коробки. У верхньому фланці є труби для подачі холодної  $H_2O$ , сокового газоподібної рідини, відсмоктування метану. В нижній частині коробки закріплений плунжер для відсмоктування теплої  $H_2O$  в Каністра до збірника.

Каністра до збірника (пласт 1, поз. 9) представляє собою склепану посудину з перегородками, яка має зливний плунжер для попередження постійного рівня і спускний отвір заглишений кришкою на шліцах.

Відстоювач представляє собою прямокутний каністра з потрійним дном. Обидва дна з'єднані між собою плоскими зв'язками і утворюють газо-рідинну сорочку, в яку через плунжер 1 ½'' труб, направляється газоподібна рідина під тиском 5,6 МПа.

Вище похилого дна на кутках укладені стрічки, які служать хибним піддоном, на які навантажується висмажений матеріал.

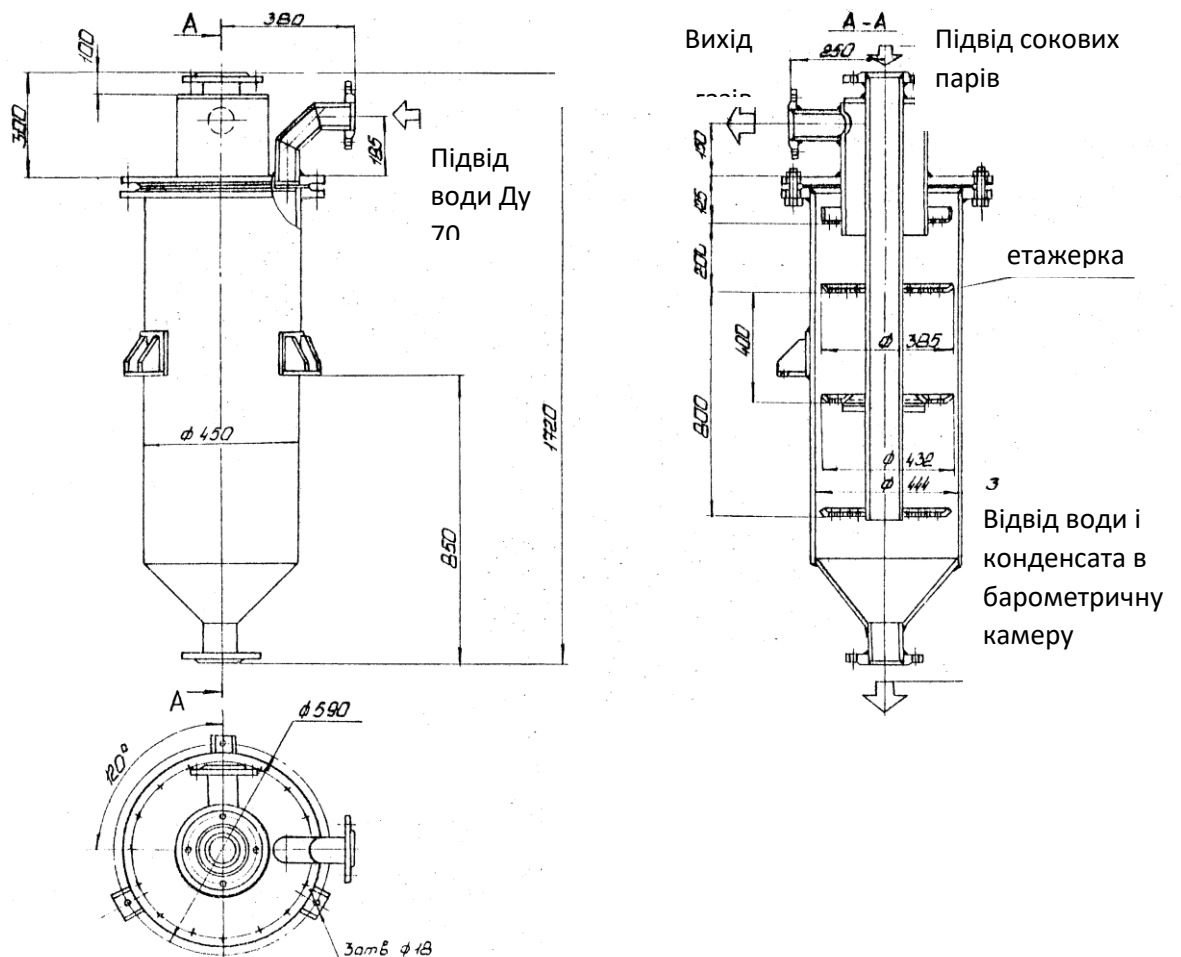


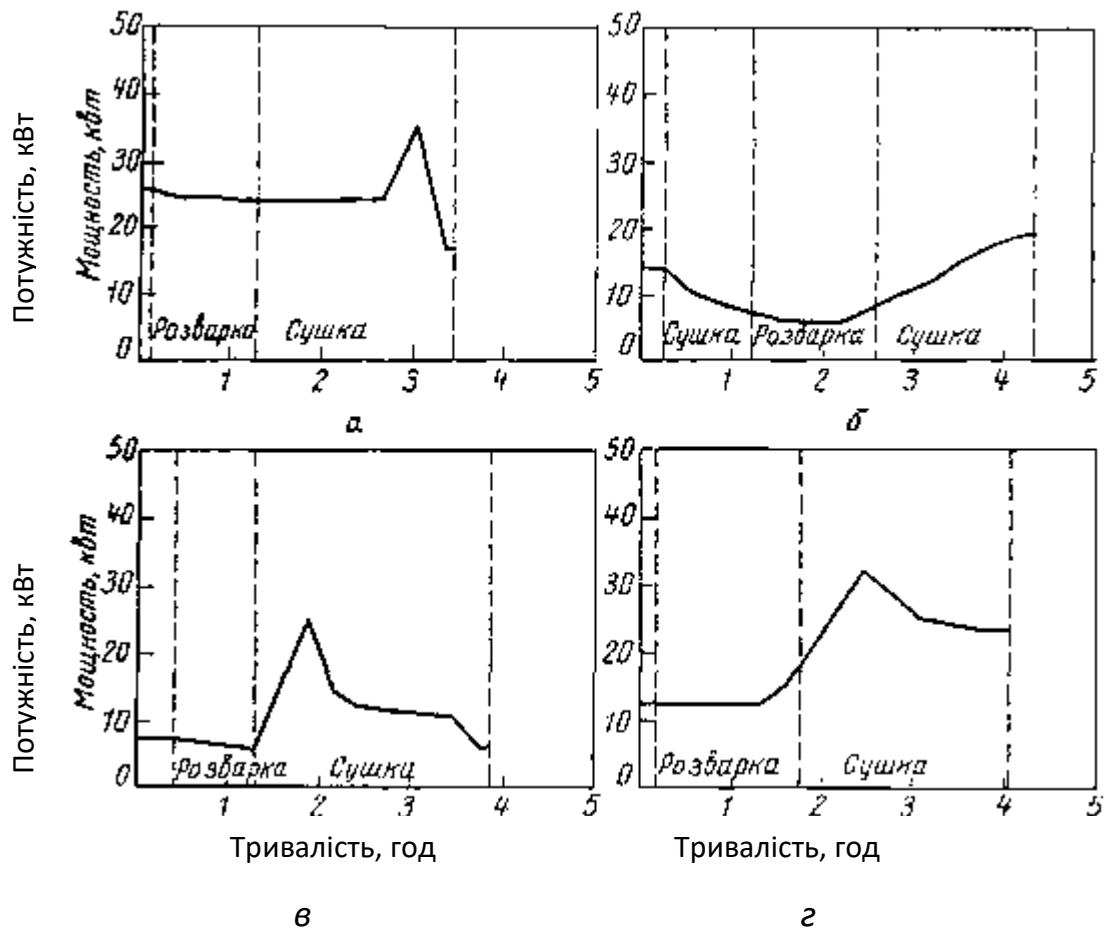
Рисунок 1.2 – Барометричний відстійник

Тривісність процесу, витрата електроенергії і газоподібної води у Тискометр-горизонтальному автоклаві КЗМС приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристика роботи Тискометр-горизонтального автоклава КЗМС

Продукція	Привісність процесу	Витрата електроенергії на 1 т пакетів, кВт	Витрата газоподібної води на 1 т пакетів, кг
Продовження таблиці 1.2		6	6
1	2	3	5
Цукоровмчна	5 год 39 хв	19,9	851
Нецукоровмістка	6 год 28 хв	18,2	957
Фібринонітрид з кісткою 24,1% 5%	1 год 57 хв	17,5	1564
	6 год 53 хв	25,3	1063
Черепна дроблена кістка	3 год 28 хв	54,8	1010

Характеристика роботи електродвигуна автоклава КЗМС при переробці різних видів проуктової сировини показано на рис 1.2.



## 1.2 Аналіз існуючого Машини

Машини, аналогічне автоклаву КЗМС широко застосовують для випікання гарних і технічних цукрів, а також для вироблення різних видів рідких живих кормів, рибної кормової борошна, клею, тваринних концентратів, топленого масла та ін. Це пояснюється тим, що в них можна здійснювати розклеювання і перемішування, газо-рідиннування і сушку при різних температурах.

Виробництво про на основних аналогах автоклава КЗМС здійснюється наступними способами:

- 1) розклеювання під тиском і вивітрювання під тиском;
- 2) розклеювання і вивітрювання під тиском;

- 3) розклеювання при атмосферному тиску і вивітрювання під тиском;
- 4) розклеювання і вивітрювання при атмосферному тиску;
- 5) розклеювання під тиском і вивітрювання при атмосферному тиску.

Можливість застосовувати і комбінувати в автоклаві способи для різних видів про робить автоклавом цього типу універсальними.

У горизонтальних автоклавах цукори витоплюють сухим методом, причому продукція може бути розмеленою і нерозмеленою.

У всіх цих випадках волога з програма віддаляється при випіканні і виходить двофазна система — сухий цукор і суха шкварка.

Протягом всього процесу випікання кисню не робить впливу на цукор, оскільки ці газоподібна  $H_2O$  ти закриті.

При випіканні і сушці подрібненої про санкції під тиском:

1) цукор виходить високої якості, оскільки в ньому зберігаються всі супутні рідини речовини (вітаміни, ліпохроміди, стерініти, лецитини), що підвищують продуктову цінність його і стійкість при зберіганні;

2) цукор частково дезодорується і усуваються сторонні запахи;

3) шкварка виходить високої якості, придатна для сповільнення цілей, оскільки білки при випіканні під тиском майже не денатуруються.

4) немає втрат вітамінів і рідини в емульсіях і з узваром.

5) зменшується витрата газоподібної води на випікання, оскільки при цьому процесі вимикається можливість утворення сумішей і клейового узвару.

Неподрібненими витоплюють всі види пакетів, призначені для вироблення I сорту і збірної рідини. Для випікання цих сортів підбирають продукцію, однорідну по симульцію і номенклатурам; забруднену продукцію промивають холодною  $H_2O$ .

Цей спосіб в даний час найбільш поширений і впроваджується головним чином для випікання свинячої пакетів. У подрібненому вигляді витоплюють

всі види цукрової пакетів, призначені для вироблення вищих сортів цукрів. При цьому продукцію готують і подрібнюють так само, як і при випіканні у відкритих двостінних автоклавах.

Для переробки цукрової пакетів сухим способом застосовують Тискометр-горизонтальні автоклави різних конструкцій. В основному вони відрізняються простірами теплопередаючої поверхні, конструкцією симулятора і числом оборотів пропелера.

Тискометр-горизонтальний автоклав об'ємом 2,75 м<sup>3</sup> (рисунок 1.45), впроваджується для випікання рідини з м'якої цукрової пакетів і фракції, обладнаний газоподібна рідинаовою оболонкою 2. Суцільнозварна конструкція автоклава забезпечує його герметичність. Автоклав 1 обладнаний пропелером, що складається з горизонтального шестигранного вісі 3 з 11 лопатями 4. Пропелер робить 25 обертів за годину, що прискорює процес випікання. Лопаті служать для перемішування і вивантаження сала. При обертанні осі проти годинникової стрілки часу переміщається до розвантажувального вісьового отвору. Дві фасонні лопаті 5, розташовані по кінцях, запобігають забрудненню і прилипанню пакетів до кришок. Відстань між кінцями лопаток і внутрішньою стінкою автоклава становить 3 мм. В середині, вертикально осі автоклава, прилаштований округлий плунжер, через який за допомогою завантажувальної старої воронки загрузають продукцію. Він складається з трьох частин: верхньої 6, яка закривається відкидною кришкою 17, з пробним засувачем 84, середньої частини 19, довжина якої може бути збільшена до необхідних параметрів, і нижньої 15, приєднаної до автоклава.

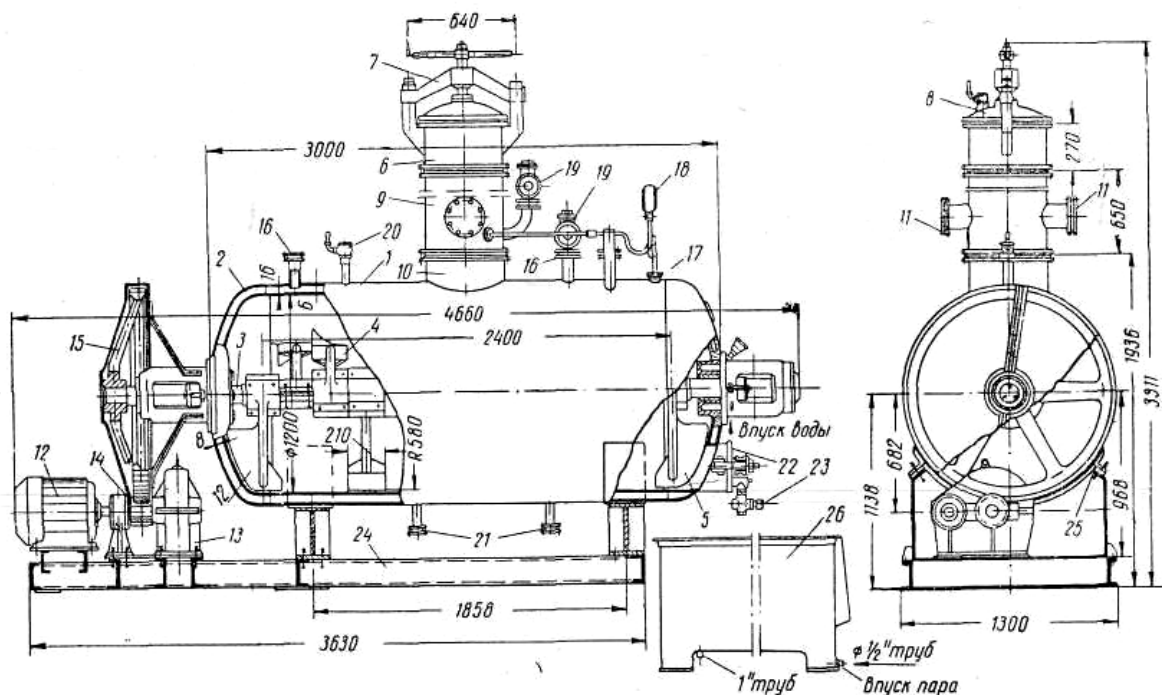


Рис. 61. Вакуум-горизонтальный котел емкостью 2,8 м<sup>3</sup>.

Завантажувісьбна ємність забезпечена двома трубками 11 для приєднання до тиск-лінії. Вісь пропелера лежить в двох сферичних роликів підшипниках і при Н<sub>2</sub>О в дію від двигуна 10 через закритий рефрактометр 15 і шестерні 16 (z = 16) і 15 (z = 125).

До зовнішнього циліндра автоклава закріплені труби 16 для підведення газоподібної води, установки манометра 21, психометра 22, запобіжних запирачів 23, киснюного зливача 26, спуску рідини 27.

У передній кришці торця знаходяться розвантажувальний відкидні дверці 22 з пробним засувачем 23.

Автоклав встановлюють на ніжках на раму 24. До корпусу автоклава закріплені кутники 25, за допомогою яких він закріплюється на ніжках. Між опорами і оболонкою автоклава прокладений залізний пласт.

Для вивантаження з автоклава і сала, і рідини служить віджимач 26.

Автоклавом цього типу, місткістю 2,9 і 1,6 м<sup>3</sup> виготовляє завод «Полісся» (Житомирська область).

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики автоклавів об'ємом 2,9 і 1,6 м<sup>3</sup>.

Газоподібна Н <sub>2</sub> Ометр	Величина для автоклава об'ємом	
	2,9 м <sup>3</sup>	1,6 м <sup>3</sup>
1	2	3
Радіус в мм:		
внутрішній	1168	-
зовнішній	1296	1516
Довжина в мм:		
циліндрової частини	2355	-
коробки з кришками	3555	-
Габарити в мм:		
довжина без віджимача	4665	4255
ширина	1355	1555
висота	3311	від 2555 до 4555
Робочий тиск газоподібної води в оболонці автоклава в МПа	4,57	4,59
Тискометр в автоклаві в мм. рт. ст	7500	75500
Максимальний гідравлічний тиск в оболонці і в оболонці в МПа	5,7	5,7
Число обертів за годиною	26	34
осі пропелера	155	95

двигуна		
Потужність двигуна в кВт	14	7
Загальна вага автоклава в кг	732	365
Загальна кількість лопаток	13	13
Поверхня нагріву в м <sup>2</sup>	15	-
Товщина стінок циліндра в мм:	18	19
внутрішнього	6	4
зовнішнього		
Теплопровідність стінки автоклава в ккал/м <sup>2</sup> -год	50	-
Простір розвантажувіського кришки в мм	4550x255-	-
Радіус зовнішньої грузової ємності в мм	4550	-

Тискометр – горизонтальний автоклав ємністю 1,5 м<sup>3</sup> (рисунок 1.5) призначений для одноповерхових виробництв, але може бути використаний і в двоповерхових багатоповерхівок. При цьому нарощується плунжер грузової ємності.

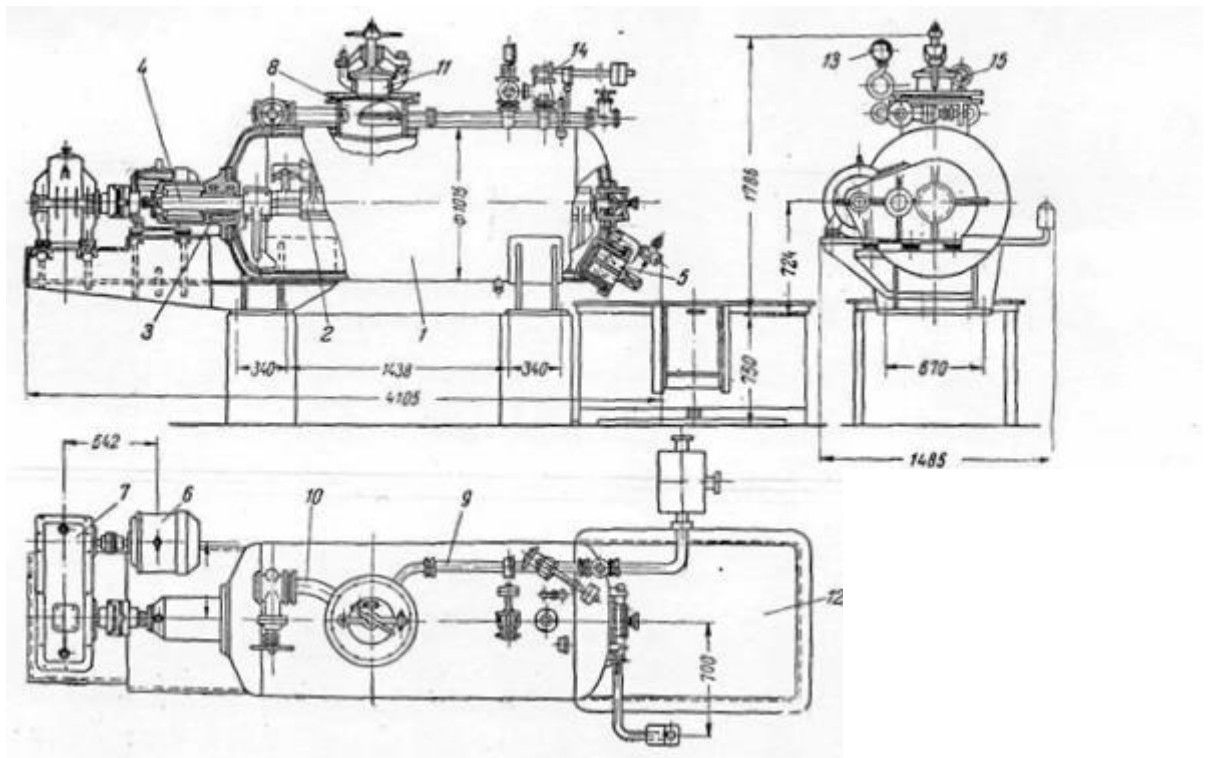


Рисунок 1.5 – Тиск–горизонтальний автоклав ємністю 1,6 м<sup>3</sup>

Зрідження в автоклаві створюється за допомогою мокро-кисневого тискометр-компресора типу КША-4.

Тискометр-горизонтальний автоклав данської фірми «Аміас» з обігрівом циліндра і пропелера показаний на рисунку 1.66.

Відмінна особливість автоклава полягає у тому, що вісь і лопаті пропелера обігріваються газоподібна рідинаю.

В результаті сповільнення поверхні нагріву за рахунок вісь у і лопаток процес обробки рідини в автоклаві значно прискорюється. Пропелер робить 27 об/хв, і притинається в рух від двигуна потужністю 34 кВт. Автоклав цього типу, як показала практика, доцільно застосовувати для переробки харчових або технічної цукрової пакетів без додавання фракції.

Тискометр-горизонтальний автоклав малої моделі, що набув широкого розповсюдження на м'ясокомбінатах, забезпечений спеціальним Фільтром для піни; пропелером яка обертається з великою кількістю обертів (27 об/хв.);

потужним

сухокиснюним

компресором,

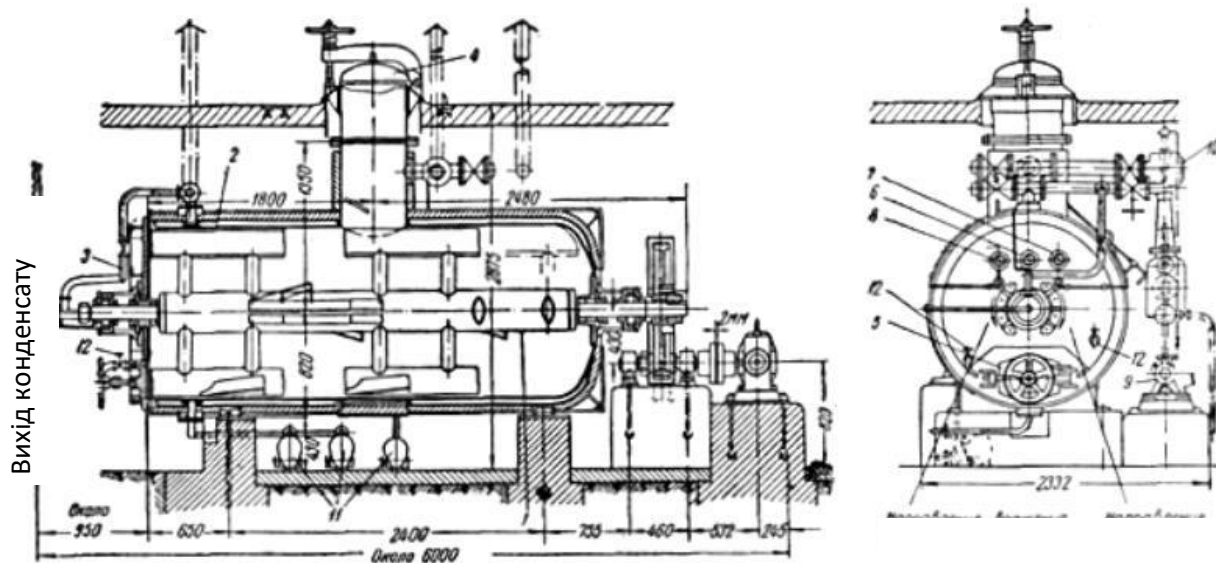


Рис. 63. Вакуум-горизонтальный котел с обогревом цилиндра. 1—мешалка; 2—лопасти; 3—труба для подачи пара; 4—крышка; 5—разгрузочный люк; 6—термометр; 7—манометр; 8—вакуумметр, 9—вакуум-насос; 10—конденсатор; 11—конденсационные горшки; 12—спускные краны для жира.

що забезпечує відносно глибокий тискометр (755 мм. рт. ст.). Автоклав має малу місткість — 2,3 м<sup>3</sup>.

Установка для випікання рідини з барометричним збірником і сухокиснюним вакум-компресором (рисунок 1.7) включає автоклав 1 для виплавлення рідини, Фільтр 2, встановлений на Тискометрній лінії для фільтрування рідини і піни, що відноситься з а газоподібна Н<sub>2</sub>О ту при роботі його під тиском, барометричний збірник 3 з краплевідділювачем, Тискометр-компресор 5 і приймач теплої Н<sub>2</sub>О 6. Вторинні газоподібної води, отримані в автоклаві, по трубі 7 відводяться в загальну Тискометр-газо-рідинну магістраль 8, яка направляє їх в Збірник. Для збирання газоподібної води по трубі 9 в барометричний збірник направляється холодна Н<sub>2</sub>О, яка, стікаючи з полиць, розпилюється і змішується з газоподібна рідинаю, що зустрічно направляється.

Газоподібна Н<sub>2</sub>О, що не сконденсувалася, по трубі 15 Н<sub>2</sub>О відтинається в краплевідділювач, де за рахунок зміни швидкості і, на пряму руху кисню краплі осідають на стінки перегородки і по трубі 31 відводяться в

барометричну трубу 32. Кисню і газ після бризгофільтра по трубі 33 поступають у Тискометр-компресор, стискаються і викидаються по трубі 34. Тепла Н<sub>2</sub>О, отримана в барометричному Збірникі в результаті змішення холодної Н<sub>2</sub>О з газоподібна рідинаою, по трубі 12 відН<sub>2</sub>Отся в приймач теплої Н<sub>2</sub>О 6.

Для охолодження циліндра компресора в його сорочку подають холодну сало.

Для правильної роботи Тискометрної установки з барометричним Збірником необхідно дотримуватись наступних умов:

1) швидкість подачі Н<sub>2</sub>О по трубі 9 повинна бути менше швидкості відведення Н<sub>2</sub>О по барометричній трубі, інакше створюється надлишок Н<sub>2</sub>О, який може затриматися в Збірникі, підняти в ньому рівень Н<sub>2</sub>О і залити агазоподібна Н<sub>2</sub>От, каплевідділювач і Тискометр-компресор. Н<sub>2</sub>О, потрапивши в агазоподібна Н<sub>2</sub>От, може зіпсувати проСмкцію, що переробляється, а при попаданні в компресор може вивести його з лаСм;

2) висота *H* барометричної труби, виключаючи можливість переливу Н<sub>2</sub>О в технологічний агазоподібна Н<sub>2</sub>От і враховуючи необхідність створення додаткового тиску на подолання опору при русі Н<sub>2</sub>О по трубі, повинна бути не менше 11 м, якщо труба пряма, і до 11,5 м, якщо труба зігнута;

3) на лінії відведення теплої Н<sub>2</sub>О як від барометричного Збірника, так і від бризгофільтра вентилі або засувки встановлювати не можна;

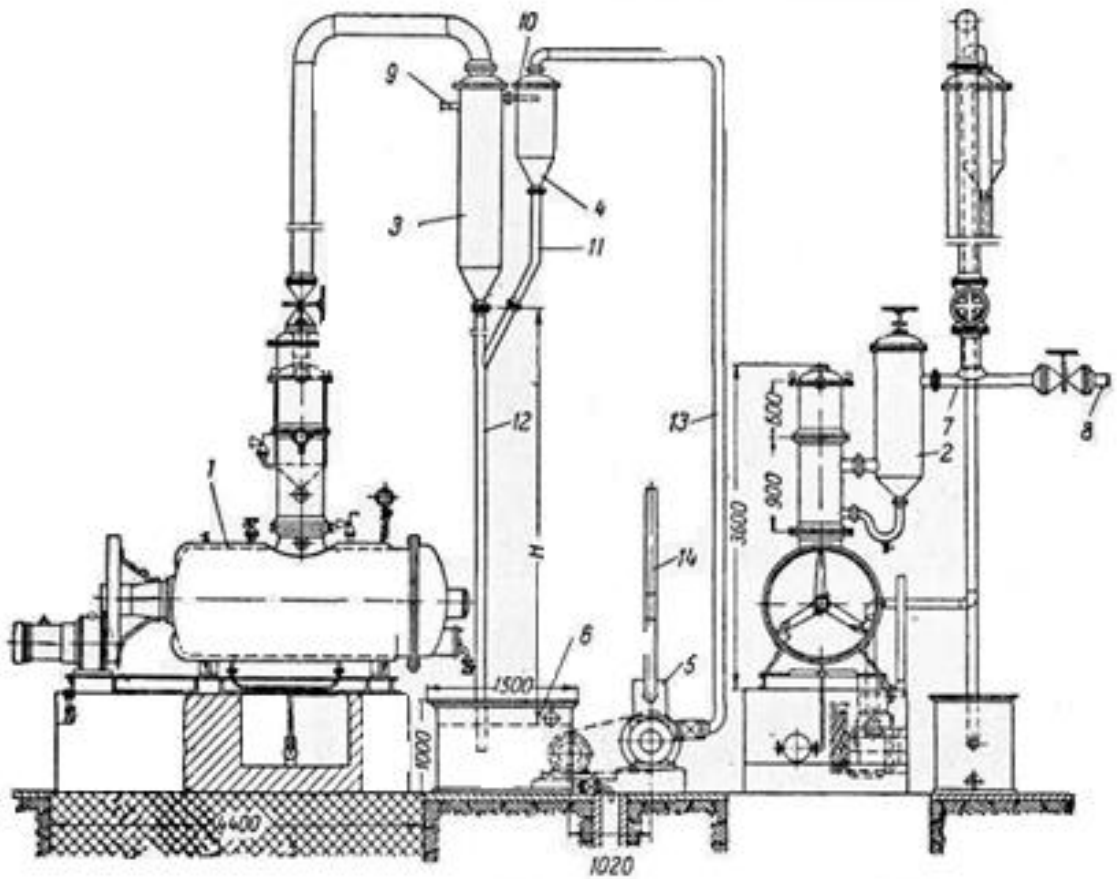


Рисунок 1.7 – Тискометрна установка для випікання рідини з барометричним Збірником і сухокиснюним тиском-компресором.

4) нижній кінець барометричної труби треба опустити нижче рівня  $H_2O$  в приймачі не менш ніж на 255—255 мм;

5) вихлопна лінія Тискометр-компресора повинна бути виведена глухою трубою в каналізацію для того, щоб всі гази, що виділяються з пакетів при переробці в автоклавах, не забруднюєсьи кисню виробничого приміщення.

Технічна характеристика Тискометрної установки з барометричним Збірником і сухокиснюним тиском-компресором.

Одноразове завантаження пакетів в т.	1,35
Тиск газоподібної води в МПа:	
в оболнці	5,34
в автоклаві	5,335
Число обертів пропелера за годиною	26
Потужність електродвигуна автоклава в кВт	19
Число обертів електродвигуна за годиною	15000
Часуивність Тискометр-компресора в м <sup>3</sup> /год	2470

### 1.3 Основні технологічні процеси і види пакетів, що переробляється

1.3.1 В залежності від потужності цеху техфабрикатів, ступеня оснащеності машиним і комплексної механізації, можуть застосовуватись наступні схеми переробки пакетів у тискометричному автоклаві КЗМС.

- А. Переробка пакетів без знецукорення;
- Б. Переробка цукрової і цукоромісткої пакетів, попередньо обезводненої в автоклавах, дифузорах, з використанням машин “АВЖСХ”;
- В. Переробка цукоромісткої і цукрової пакетів з проміжним зневоднюванням вологої сала на центрифугах;
- Г. Переробка цукоромісткої і цукрової пакетів туш павшої тварини з відціжуванням сала у віджимачах і знецукорюванням на шнекових конвеєрах;
- Д. Переробка цукоромісткої, цукрової пакетів і сирої фракції із знецукоренням Н<sub>2</sub>О, або узваром;
- Є. Переробка рога-копитної пакетів.

Кожна з цих тех. схем має різні режими переробки пакетів у тискометрних автоклавах і різні операції по керуванню автоклавами.

### 1.3.2 Завантаження автоклавів сировиною (для всіх тех. схем)

В залежності від виСм пакетів завантаження проводять згідно орієнтовних норм, зведених в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Орієнтовні норми завантаження горизонтальних Тискометрних автоклавів сировиною, кг.

Продукція	Маса пакетів, кг
М'якотна цукорова і кістка	2866
М'якотна цукорвмісна і кістка	2466
М'якотна цукорова, цукорвмісна і кістка	2666*
Кров, фібрин, формові елементи, коагульована кров і кістка**	1566
Кістка сира	1266
Кістка-газоподібна рідинаенка або кістковий вологий напівфабрикат	866
Ячна шкаралупа	2566
Низькоцінне пір'я-підкрилок	566
Відходи пір'я-пухового виробництва	466
Рого-копитна продукція	877-1566

\*) при переробці пакетів із знецукоренням сала на центрифугі;

\*\*\*) допускається переробка не білкових пакетів.

Для виробництва різних видів кормової борошна слід керуватися орієнтовним відношенням компонентів пакетів, зведеним в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 – орієнтовним відношенням компонентів пакетів при виробництві кормової борошна

Вид борошна	кормової	Компонент пакетів	% по масі пакетів
Рибна		продукція м'якотна цукорова	77
		кістка	27
Рибна		продукція м'якотна	77
		цукоровмісна кістка	37
М'ясна		продукція м'якотна	97
		цукоровмісна кістка	17
Кров'яна		Кров, фібрин, формові елементи	95
		кістка	15
Кісткова		кістка сира або кістка-газоподібна рідинаенка	155

Борошно гідролізованого пера	з	Відходи пир'я-пухового виробництва, низькоцінне пир'я-підкрилок	155
Борошно рого-копитна		рого-копитна продукція	155
Кормовий білковий концентрат		рого-копитна продукція карбамід	99 1

При виробництві кісткової борошна допускається додавання фракції від 42 до 53 % до маси пакетів.

Допускається переробка крові на тваринну муку разом з іншими видами м'якотної пакетів (окрім цукрової).

При виробленні кісткової борошна дозволяється просувати заміну сирії фракції трупним напівфабрикатом, яєчною шкаралупою, вивареною дровиною, кісткою-газоподібна рідинаенкою з розрахунку: за 1 т. сирого кісткового напівфабрикату 5,24 т, цибулевої шкаралупи; 5,55 т. вивареної фракції і 5,46 т. фракції-газоподібна рідинаенки.

У разі центрифугування вологої сала кістковим напівфабрикатом і кісткою-газоподібна рідинаенкою замінують 85% від загальної норми закладки фракції, у разі пресування – до 55%. Яєчною шкаралупою в обох випадках замінують до 45% фракції.

Завантаження в автоклавом фракції, м'ясо-кісткової і крупної м'якотної пакетів пронизується після попереднього здрібнення. Допустимий простір фракцій кісткової пакетів не більше 55 мм.

Завантаження автоклава сировиною починають з подрібненої фракції, яка дозволяє запобігти утворенню на стінках автоклава (під час сушки) кірки,

що знижує передачу, прискорити витікання рідини із сала, отримати структуру сала, що полегшує виділення рідини при стисканні.

При переробці наступних видів пакетів в автоклав додають сало: до сирій або вивареної фракції - до занурення; до ококопитних пакетів - при виробництві кормового олійного концентрату – 2: ; при виробництві рогокопитної борошна - до занурення; до підкрилку - 2 : 1; до відходів пір'япухового виробництва - 3,5 : 1; при переробці цибулевої шкаралупи – від 3 до 7% до маси пакетів. При переробці копит на муку в автоклав додають 355-455 кг H<sub>2</sub>O.

Завантаження автоклава сировиною може пронизуватися: з пересувних місткостей: пересувного бункера – дозатора, ковша або візка, лотка або шнека над горловиною; перетрясанням пакетів по трубах у відкриту завантажувальну горловину або безпосередньо в корпус автоклава, при закритій або заглушеній горловині.

Продукцію перед завантаженням в автоклав зважують або визначають її масу по об'єму візків, ковшів і бункерів.

#### 1.3.2.1 Порядок відкриття кришки грузової ємності:

а) відкрити рукоятку (засувку) скидання тиску в оболонці автоклава - зрівняти тиск в автоклаві з атмосферним. Заздалегідь закрити вентиля скидання тиску в сусідніх автоклавах, щоб сокові газоподібної води не перейшли із сусідніх автоклавів;

б) закрити рукоятку подачі газоподібної води в сорочку автоклава;

в) закрити кришку кришки грузової ємності;

г) прочистити зливачи випуску узвару і рідини, закрити зливачи;

д) відкрити пробноспускний зливач на кришці грузової ємності.

Переконатися, що в оболонці автоклава немає надлишкового тиску;

є) відкрити кришку грузової ємності, обертаючи штурвісь шурупа проти годинникової стрілки. Відвести кришку вбік, відкривши повністю отвір ємності;

ж) провести завантаження автоклава сировиною при ввімкненій пропелері - обертання проти годинникової стрілки (зі сторони розгрузочної ємності).

#### 1.3.2.2 Порядок закриття кришки завантажувальної ємності.

Після завантаження автоклава сировиною, перед подачею газоподібної води в сорочку автоклава, необхідно виконати наступні операції:

а) очистити закладку і ущільнюючий виступ кришки від налиплих шматочків фракції і пакетів;

б) повернути кришку і відцентрувати виступ так, щоб він потрапив на закладку;

в) обертаючи штурвісь вручну (по годинниковій стрілці) притиснути кришку до прокладки;

г) затиснути (герметизувати) кришку. Допускається приварювати до штурвісьу 4 рукоятки зі сталевих стержнів  $\varnothing 255$  довжиною 1205 мм для зручності користування подовгуватими важелями (для автоклавів, вісними яких не мають рукояток).

Дозволено застосовувати ричаг завдовжки до 555 мм, для сповільнення крутного моменту, на затискному шурупі (рисунок 1.8).

Затискати кришку дозволяється силою однієї людини.

**ЗАБОРОНЕНО** застосовувати рукоятку завдовжки більше 655 мм і затискати шуруп силою декількох чоловік (можливий зрив гайки і аварія).

1.3.2.3 Завантаження автоклава пакетами по трубах (механізовані цехи) - виконують при герметично закритій кришці завантажувальної ємності, при цьому необхідно:

- а) відкрити рукоятку (засувку) скидання тиску в оболонці автоклава;
- б) закрити кришку кришки ємності;
- в) прочистити і закрити зливачі випуску цукору і узвару;
- г) відкрити пробноспускний зливач на кришці завантажувальної ємності впевнитись в тому, що в автоклаві немає надлишкового тиску;
- д) ввімкнути пропелер на перемішування;
- в) провести завантаження автоклава вручну.

При ручному пакетів в автоклавом без відкривання кришки грузової ємності на лінії скидання тиску повинні бути встановлені фільтри, оскільки при переСмвці кисню витискається з коробки автоклава (вихлоп кисню) і разом з ним можуть викидатися в збірник дрібні частинки пакетів.

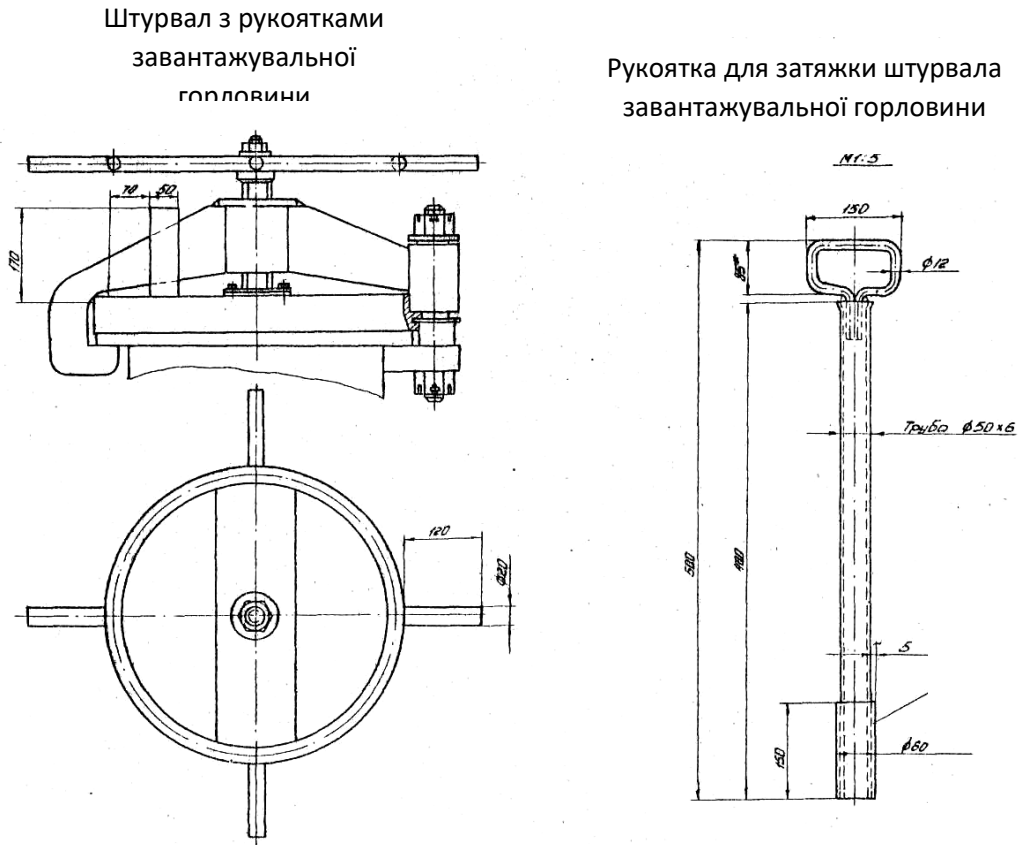


Рисунок 1.8 – Штурвісь грузової ємності

1.3.2.4 Завантаження автоклава пересипкою за допомогою, грузової колонки через відкриту кришку грузової ємності.

Порядок відкриття кришки грузової ємності у відповідності з пунктом 1.3.2 1.

1.3.2.5 Порядок закриття кришки кришки грузової горловни:

- а) очистити краї грузової ємності і робочу поверхню ущільнюючої прокладки кришки від сала, прилипших шматочків фракції;
- б) закрити кришку кришки і накинути відкидну сережку на ричаг;
- в) переконатися що нажимний шуруп своєю проточкою увійшов в проріз скрепки ричага (рисунок 1.1);

г) зажати (загерметизувати) кришку обертанням нажимного шурупа за допомогою рукоятки, що є на автоклаві. Дозволено затягувати нажимний шуруп за допомогою ричага довжиною до 555 мм.

Затягування шурупа пронизуватити зусиллям однієї людини.

**ЗАБОРОНЕНО** затягувати шуруп зусиллям двох чоловік і важелем довжиною більше 555 мм (можливий зрив різьби і аварія).

д) накинути запобіжний ланцюжок на штир (рисунок 1.1, пласт б);

є) вкрутити стопорний шуруп скрепки "ключем-маркою".

**1.3.2.6 КАТЕГОРИЧНО ЗАБОРОНЕНО** затягувати нажимні шурупи грузової і грузової горловин при надлишковому тиску в оболонці автоклава.

При виявленні пропускання газоподібної води через прокладки кришок горловин необхідно:

- закрити подачу газоподібної води в сорочку автоклава;
- відкрити рукоятку (засувку) скидання тиску і повністю спустити тиск в оболонці автоклава;
- переконатися у відсутності тиску в автоклаві відкривши пробноспускний зливач на кришці грузової ємності;
- додатково затягнути нажимний шуруп кришки грузової або грузової ємності. (При затягуванні під тиском можливий зрив різьби і аварія).

**1.3.3** Заборонено пронизувати термічну обробку пакетів, часткове зневоднювання, розклеювання або сушку при відкритій кришці грузової ємності з випуском газоподібної води в приміщення цеху, навіть, якщо є витяжна вентиляція.

1.3.4 Заборонено вивантажувати тиск в оболонці автоклава відкриттям (прідніманням) кришки грузової ємності. (Можливе виривання прокладки потоком сокових газоподібних рідин і травматизм робочих).

#### 1.3.5 Переробка пакетів без зневоднення (Технологічна схема "А")

По цій тех. схемі при виробництві кісткової борошна підбирають продукцію так, щоб кінцевий вміст рідини в борошні відповідав вимогам стандарту. Для цих цілей до м'якотної цукоровмісної пакетів допускається додавання крові, формових елементів, фібрину.

1.3.5.1 Непродуктову продукцію, в автоклавах, в залежності від симульцію, групи і набору пакетів переробляють в дві фази (Таблиця 3)

а) перша фаза - розклеювання і стерилізація пакетів - пронизується під тиском, створюваним газоподібна  $H_2O$  та  $H_2O$ , яка вигазовується з пакетів. При цьому відбувається руйнування олійних речовин, випікання рідини, знезараження пакетів. Цьому сприяє також і перемішування пакетів пропелером;

б) друга фаза - вивітрювання сала розвареної маси при розрідженні - пронизується для остаточного обезводнення сала до стандартного вмісту вологи в межах, встановлених нормативною документацією.

Таблиця 1.6 – Режими переробки сировини в вакуумних котлах без знежирення

Процес, операція	Газоподібна Н <sub>2</sub> Ометр	Продукція					Шкара лупа
		М'якот на цукоромі стка з кісткою	Кров, фібрин, формові елементи	Пір'я, пухова продукція		Газопо дібна рідина ена кістка	
				покрило к	Відходи пір'я і пухового		
1	2	3	4	5	6	7	8
Тех.огляд автоклава	Тривісність, год-хв	5-15					
Завантаження пакетів і підігрів автоклава	Тривісність, год-хв	5-15	5-35	від 5-35 до 1-55	від 5-25 до 5-35	5-15	5-35
1 фаза. Розварка і стерилізація пакетів	Тиск газоподібної води в оболонці	від 5,3 до 5,4					
	Тиск газоподібної води в автоклаві,	від 5,59 до 5,12		від 5,25 до 5,3		від 5,18 до 5,25	
	Температура в автоклаві, °С	від 118 до 122		від 138 до 143	від 138 до 141	від 125 до 127	
	Тривісність стерилізації (включаючи підйом і спуск тиску), гол-	5 – 45	5 – 35	від 3 – 55 до	від 2 – 55 до 2 – 35	5 – 35	5 – 35

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8
2 фаза. Вивітрювання сала, введення антиокислювачів	Тиск газоподібної води в оболонці автоклава, МПа	від 3 до 4					
	Зрідження в автоклаві, кПа (мм. рт. ст.)	від 53 до 66 (від 455 до 555)		від 33 до 39 (від 255 до 355)			
Температура в автоклаві, °С		від 72 до 85					
Вивантаження сала	Тривісність сушки сала, год – хв	від 3 – 55 до 3 – 35	від 2 – 45 до 3 – 55	від 3 – 55 до 3 – 35	від 3 – 55 до 3 – 35	від 5 – 45 до 1 – 55	від 5 – 45 до 1 – 15
	Тривісність, год – хв	5 – 15	5 – 15	5 – 25	5 – 25	5 – 15	5 – 15
Загальна тривісність процеса, год – хв	від 4 – 15 до 4 – 55	від 4 – 55 до 4 – 25	від 7 – 55 до 8 – 35	від 5 – 55 до 7 – 55	від 1 – 45 до 2 – 55	від 2 – 55 до 2 – 35	від 2 – 55 до 2 – 35

Режими роботи автоклавів агазоподібна вдотик або майстер повинен записувати в журнал.

При переробці пакетів максимальний тиск всередині автоклава в першій фазі підтримують на постійному межі, випускаючи частину газоподібної води з автоклава через рукоятку (засувку) скидання тиску в оболонці автоклава.

1.3.5.2 Порядок відкриття кришки грузової ємності і вивантаження сала при переробці цукоровмісної пакетів без зливу рідини і бульйону:

- а) зупинити пропеллер;
- б) не закриваючи рукоятку (засувку) тискометричної лінії, відкрити зливач випуску узвару на передньому днищі, і за рахунок тискометра в автоклаві і атмосферного тиску, прочистити плунжер;
- в) перевірити наявність запобіжного ланцюжка;
- г) перекрити рукоятку (засувку) тискометричної лінії у відкрити рукоятку(засувку) скидання тиску;
- д) відкрити пробноспускний зливач на кришці грузової ємності;
- є) відкрити завантажувальну горловину;
- ж) обертанням подовжувача звільнити ричаг і привідкрити кришку кришки грузової ємності; оператор при цьому повинен стояти на відстані не менше 5,5 м з лівої сторони від осі нажимного шурупа і на всю довжину подовжувача;
- з) впевнитись в готовності часуу і відсутності тиску в оболонці і вивернути стопорний Шуруп застібки "ключем-маркою". Дозвіл на викручування стопорного шурупа "ключем-маркою" видається майстром цеха або відповідальним за безпечну експлуатацію, про занесенням відповідного запису в журналі реєстрації режимів роботи автоклавів;
- і) відкинути серезку, зняти запобіжний ланцюжок і відкрити кришку.

1.3.5.3 Включити пропеллер на вивантаження - обертання по годинній стрілці зі сторони грузової ємності.

1.3.5.4 Відкриття кришки грузової ємності для передбачання проміжних проб готовності сала при сушці.

Виконати вимоги п. 15.5.2 "а", "б", "в", "г", "д", "ж".

Якщо знизу горловину почне виступати волога, закрити кришку і затягнути нажимний Шуруп.

При відсутності вологи взяти пробу сала.

Якщо шкварка не готова, закрити кришку, зажати Шуруп, закрити рукоятку скидання тиску, відкрити рукоятку (засувку) Тискометрної лінії, включити пропеллер на перемішування і продовжити сушку.

1.3.6 Введення антиокислювача.

Після закінчення сушки сала, до відкривання кришки грузової ємності, відкривши кришку грузової ємності.

Виконують (п. 1.3.2.1 "а", "б", "г", "д", "е") вводять в автоклав антиокислювач, розчинений в 5-6 кг рідини. Його заливають невеликими порціями при включеній пропелері, обертання якої забезпечує рівномірний розподіл антиокислювача в шкварі.

15.7 Переробка цукрової і цукоромісткої пакетів, попередньо знецукореної в автоклавах, дифузорах, з використанням машин "АВЖ" (Технологічна схема "Б")

Сортування пакетів по вмісту рідини в даному випадку не проводять.

Завантаження пакетів в автоклавом може проН2Отись пересипкою або через завантажувісььну горловину.

Завантаження автоклава у відповідності про пунктом 1.3.2.

Норми завантаження автоклавів визначаються за умов робіт цеху техфабрикатів.

У автоклавах виконуються операції стерилізації протягом 35 хв. і сушки знецукореної пакетів відповідно до режимів таблиці 1.6.

Відкривання кришки кришки грузової ємності і вивантаження сала згідно п.п. 1.3.5.2 і 1.3.5.3.

15.8. Переробка цукоромісткої і цукрової пакетів з проміжним знецукоренням вологої сала на центрифугах (Технологічна схема "В").

По цій схемі автоклавом в цеху техфабрикатів розділяються на два технологічні етапи.

У автоклавах першого етапу вся продукція розварюється, стерилізується і частково підсушується до вологості (залишкової) від 35 до 45%, потім направляється на центрифуги ФПН-1551-4-3 (ОПН-1555), де відділяється цукор.

Знецукорена волога шкварка направляється для остаточної сушки в автоклавом другого технологічного етапу. Подача сала здійснюється шнеками, скребковими транспортерами або іншим устаткуванням.

Тискометрні автоклавом першого технологічного етапу працюють під надлишковим тиском і зрідженням.

Тискометрні автоклавом другого технологічного етапу працюють під зрідженням.

Повинна бути передбачена можливість підняття тиску в коробках автоклавів другого технологічного етапу, у випадках стерилізації (без розприготування) кісткового напівфабрикату або при повторній стерилізації зараженої кісткової борошна.

Сортування пакетів за змістом рідини в даному випадку не проводять.

Переробку пакетів проти з дотриманням режимів, вказаних в таблиці 1.7.

Відкриття і закриття кришок грузової і грузової ємності виконуються відповідно до п.п. 1.3.2.1; 1.3.2.2; 1.3.2.5 і 1.3.5.2.

Необхідно врахувати, що цукорова волога шкварка, вивантажувана з автоклавів першого технологічного етапу, є напіврідкою масою, тому на початку розвантаження автоклава кришку треба відкрити частково, з накинутим запобіжним ланцюжком; у міру вивантаження сала, кришку відкрити повністю.

Необхідно, щоб приймальна воронка була достатнього простіру і шкварка не розкидалася. Цукорова волога шкварка може переСмваться по трубах, що обігриваються. Корпус переСмвного Каністраа повинен також обігриватися.

Таблиця 1.7 – Режими переробки пакетів з проміжним знецукоренням на центрифугах (Технологічна схема В)

Процес, операція	Газоподібна Н2Ометр	Продукція
		М'якоть з кісткою
1	2	3
Технічний огляд автоклава	Тривісьість, год-хв	5-15

Підігрів автоклава і завантаження пакетів	Тривісність, год-хв	5-15
1 фаза. Розварка і стерилізація	Тиск газоподібної води в оболнці автоклава, МПа	від 5,3 до 5,4
	Тиск газоподібної води в автоклаві, МПа	від 5,59 до 5,12
	Температура в автоклаві, °С	від 118 до 122
	Тривісність, год-хв	5-45
Попередня часткова вивітрювання сала	Тиск газоподібної води в оболнці автоклава, МПа	від 5,3 до 5,4
	Зрідження в автоклаві, кПа (мм. рт. ст.)	від 53 до 66 (від 455 до 555)
	Температура в автоклаві, °С	від 72 до 85
	Тривісність, год-хв	2-55
Вивантаження вологої сала з автоклава (вміст вологи 35-45%)	Тривісність, год-хв	5-15
Знецукорення вологої сала на центрифугі ФПН-1551-4-3	Температура сала, що завантажується, °С, не менше	75

	Маса одноразового завантаження, кг	365
	Тривісність, год-хв	від 5-57 до 5-15
	В тому числі процесу центрифугування при частоті обертання ротора $24,2 \text{ c}^{-1}$	від 5-54 до 5-56
2 фаза. Кінцева вивітрювання сала		
Завантаження пакетів	Тривісність, год-хв	5-15
	Тиск газоподібної води в оболнці автоклава, МПа	від 5,3 до 5,4
	Зрідження в автоклаві, кПа (мм. рт. ст.)	від 53 до 66 (від 455 до 555)
Продовження таблиці 1.7		
1	2	3
	Температура автоклави, $^{\circ}\text{C}$	від 72 до 85
	Тривісність, год-хв	від 1-55 до 1-15
Вивантаження сала	Тривісність, год-хв	5-15
	Загальна тривісність процесу, год-хв	від 4-47 до 5-55

## 2 ПРОЕКТНО-ТЕХНІЧНІ РОЗРАХУНКИ АВТОКЛАВА КЗМС

## 2.1 Розрахунок на витривалість елементів автоклава.

### 2.1.1 Вихідні дані для перерахунку

робочий вакуум в корпусі  $p=5,6$  МПа

вакуум в корпусі  $p=5,56$  МПа

робочий вакуум газоподібної води в сорочці  $p=5,4$  МПа

внутрішній діаметр оболонки  $D_c=1555$  мм

внутрішній діаметр оболонки  $D_k=1455$  мм

матеріал – сталь ВСт3кп ГОСТ385-71, або сталь Ст16Гс ГОСТ19272-76

робоча температура  $t=155^{\circ}\text{C}$

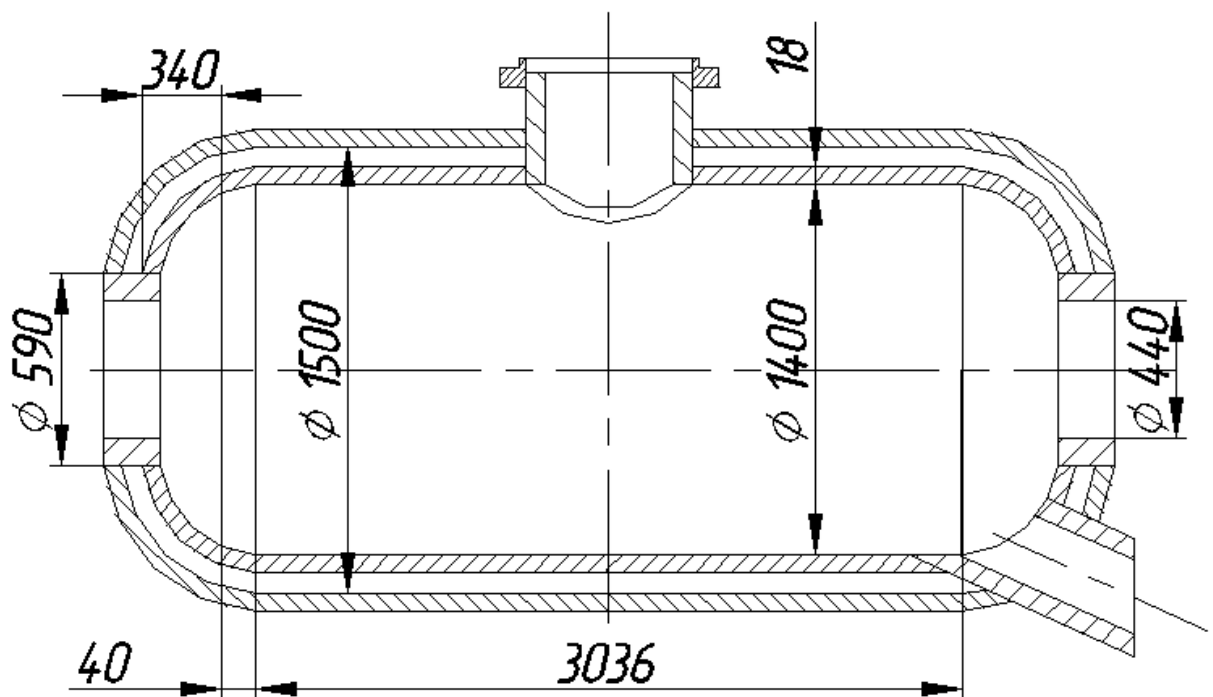


Рисунок 1.1 – Схема корпусу

1.1 Розрахунок зазору листа газоподібної води оболонки автоклава, яка знаходиться під внутрішнім вакуумом

Велечина листа ободу відповідно [1, с. 15]

$$\delta \geq \delta_p + c,$$

де  $\delta_p$  - прийнята велечина листа ободу, мм

$c$  - надбавка до допустимої зазору, мм.

$$\delta_p = \frac{p_k \cdot D_c}{2[\sigma] \cdot \varphi_p - p_k},$$

де  $[\sigma]$  – допустиме сила для сталі Ст3 при  $t=155^\circ\text{C}$ , МПа; відповідно [1, табл. 5, с. 55]  $[\sigma]=145$  МПа;

$\varphi_p$  – число гнучкості повздовжнього зварного розрізу, відповідно [1, табл. 25, с. 71]  $\varphi_p=5,8$ .

$$\delta_p = \frac{0,4 \cdot 1500}{2 \cdot 145 \cdot 0,8 - 0,4} = 2,6 \text{ мм.}$$

$$c = c_1 + c_2 + c_3,$$

де  $c_1$  – корозійна надбавка, мм;  $c_1 = 1$  мм

$c_2+c_3$  – надбавка з інженерних міркувань, мм; для підвищення зносостійкості у зв'язку з вібрацією використано  $c_2+c_3=2,59$  мм.

$$c=1+2,5=3,59 \text{ мм.}$$

$$\delta \geq 2,6+3,5 = 6,1 \text{ мм.}$$

Використано  $\delta=8$  мм.

В разі використанні сталі Ст16Гс, для якої відповідно [1, табл. 5, с. 55]  $[\sigma]=171$  МПа, величина листа ободу буде

$$\delta_p = \frac{0,4 \cdot 1500}{2 \cdot 171 \cdot 0,8 - 0,4} = 2,2 \text{ мм.}$$

$$\delta \geq 2,2+1+2,5 = 5,7 \text{ мм.}$$

Використано  $\delta=6$  мм.

### 1.3 Розрахунок на витривалість ободу оболонки автоклава

#### 1.3.1 Визначення зазору ободу оболонки автоклава

$$\delta \geq \delta_p + c,$$

$$\delta_p = \mathbf{max} \left\{ K_2 \cdot D_k \cdot 10^{-2}; \frac{1,1 \cdot p \cdot D_k}{2[\sigma]} \right\},$$

де  $K_2$  - число; відповідно [1, с. 15] число  $K_2$  визначається по таблиці [1, мал. 5, с. 11]. Попередньо для цього необхідно визначити число  $K_1$  і число  $K_3$ .

$$K_1 = \frac{n_c \cdot p}{2,4 \cdot 10^{-6} \cdot E},$$

де  $n_c$  - число запасу стійкості в робочих становищах, відповідно [1, табл. 1, с. 4]  $n_c = 2,4$ ;

$p$  - зовнішній вакуум, МПа; з урахуванням розрідження в автоклаві зовнішній вакуум буде  $p = 0,44$  МПа;

$E$  - величина гнучкості сталі Ст3 при  $t = 155^\circ\text{C}$ , МПа, відповідно [1, табл. 19, с. 75]  $E = 1,86 \cdot 10^5$  МПа.

$$K_1 = \frac{2,4 \cdot 0,44}{2,4 \cdot 10^{-6} \cdot 1,86 \cdot 10^5} = 2,37 \approx 2,4.$$

Число  $K_3$

$$K_3 = \frac{\ell}{D_k},$$

де  $\ell$  - прийнята величина гладкої ободу, мм,

$$\ell = \ell_1 + 2 \left( \frac{H}{3} + a \right),$$

де  $l_1$  – величина ободу оболонки,  $l_1=3536$  мм;

$a$  – величина відбортованої частки корита,  $a=45$  мм;

$H$  – висота випуклої частки корита  $H=345$  мм.

$$l = 3036 + 2 \left( \frac{340}{3} + 40 \right) = 3342 \text{ мм} = 3,342 \text{ м.}$$

$$K_3 = \frac{3,342}{1,4} = 2,387 \approx 2,4.$$

Використавши таблицю [1, мал. 5, с. 11], одержано  $K_2 \approx 0,85$ .

$$K_2 \cdot D_k \cdot 10^{-2} = 0,85 \cdot 1,4 \cdot 10^{-2} = 11,9 \text{ мм.}$$

$$\frac{1,1 \cdot p \cdot D_k}{2 \cdot [\sigma]} = \frac{1,1 \cdot 0,4 \cdot 1400}{2 \cdot 145} = 2,1 \text{ мм}$$

$$\delta_p = \max\{11,9; 2,1\} = 11,9 \text{ мм.}$$

Відповідно наказів [1, с. 7], враховуючи те що поверхня оболонки автоклава з обох боків безпосередньо контактує з газоподібною водою, використано величину корозійної надбавки  $c_1=2$  мм і величину надбавки  $c_2+c_3=4$  мм.

$$c=2+4=6 \text{ мм.}$$

$$\delta \geq 11,9 + 6 = 17,9 \text{ мм.}$$

Використано  $\delta = 18 \text{ мм.}$

Оскільки величину  $\delta_p$  за допомогою таблиці одержано наближено, то необхідно здійснити облік (визначити допустимий вакуум).

1.3.2 Визначення допустимого зовнішнього вакууму для оболонки автоклава.

$$[p] = \frac{[p]_m}{\sqrt{1 + \left(\frac{[p]_m}{[p]_E}\right)^2}},$$

де  $[p]_m$  – допустимий вакуум з становищи гнучкості, МПа;

$[p]_E$  – допустимий вакуум з становищи стійкості в границях гнучкості, МПа.

$$[p]_m = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot (\delta - c)}{D_\kappa + (\delta - c)} = \frac{2 \cdot 145 \cdot (18 - 6)}{1400 + (18 - 6)} = 2,465 \text{ МПа.}$$

$$[p]_E = \frac{20,8 \cdot 10^{-6} \cdot E \cdot D_\kappa}{n_c \cdot B_1 \cdot l} \left( \frac{100(\delta - c)}{D_\kappa} \right)^{2,5},$$

де  $B_1$  – безрозмірний число,

$$B_1 = \min \left\{ 1,0; 9,45 \frac{D_\kappa}{l} \sqrt{\frac{D_\kappa}{100(\delta - c)}} \right\} = \min \left\{ 1,0; 9,45 \frac{1400}{3342} \sqrt{\frac{1400}{100(18 - 6)}} \right\} = \min \{1,0; 4,1\} = 1,0.$$

$$[p]_E = \frac{20,8 \cdot 10^6 \cdot 1,86 \cdot 10^5 \cdot 1400 \left( \frac{100(18 - 6)}{1400} \right)^{2,5}}{2,4 \cdot 1 \cdot 3342} = 0,459 \text{ МПа.}$$

$$[p] = \frac{2,465}{\sqrt{1 + \left( \frac{2,465}{0,459} \right)^2}} = 5,451 \text{ МПа} > 5,44 \text{ МПа.}$$

Отже становища виконується.

### 1.3.3 Мінімально допустима величина листа оболонки автоклава

У зв'язку з тим що механічний і ерозійний знос оболонки в процесі використання носить точковий характер, тобто потоншення листа спостерігається перш за все в нижній частині оболонки на окремих ділянках, величина яких значно менша допустимої, а на інших поверхнях величина листа перевищує розрахункову, то визначення мінімально допустимої зазору листа проведено виходячи з цих становищ.

#### 1.3.3.1 Розрахункові рисунку

Розглянувши незношуючі частки ободу як кільця зносостійкості, розрахункові рисунку будуть мати такий вигляд.

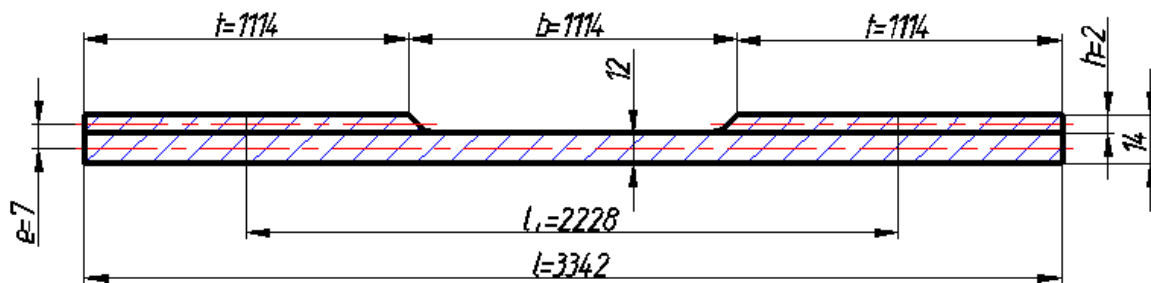


Схема 1

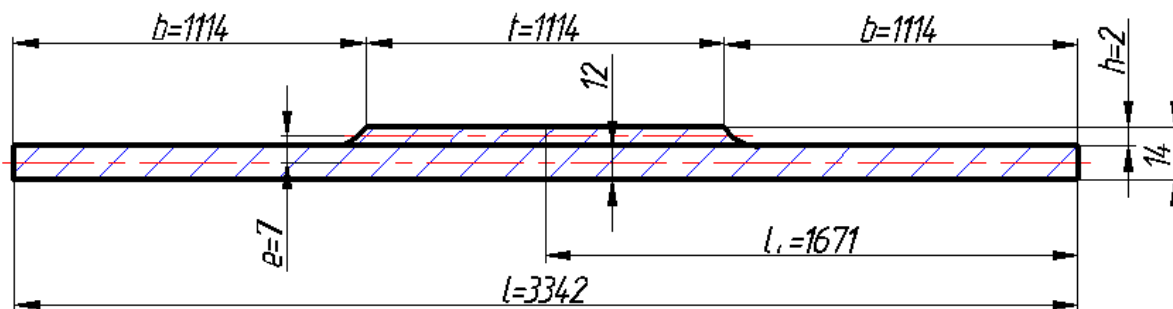


Схема 2

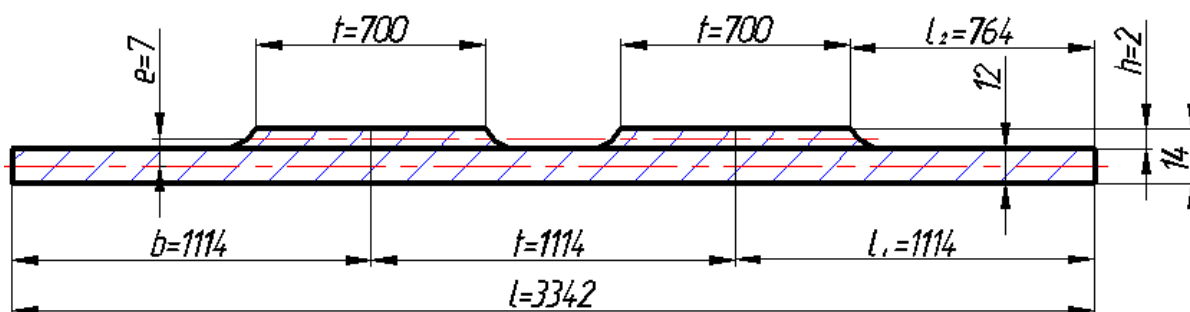


Схема 3

### 1.3.3.2 Допустимий вакуум для ободу оболонки по рисунку 11

$$[P] = \min \{ [P]_1; [P]_2 \},$$

де  $[P]_1$  - допустимий зовнішній вакуум, виходячи з становищ стійкості всієї ободу, МПа;

$[P]_2$  - допустимий зовнішній вакуум між двома сусідніми кільцями зносостікості, МПа.

$$[P]_1 = \frac{[P]_{1m}}{\sqrt{1 + \left( \frac{[P]_{1m}}{[P]_{1E}} \right)^2}} \quad (1.3)$$

де  $[p]_{1m}$  - допустимий зовнішній вакуум з становищи гнучкості всієї ободу

$[p]_{1E}$  - допустимий зовнішній вакуум з становищ стійкості в границях гнучкості.

$$[P]_{1m} = \frac{2[\sigma] \cdot \gamma_p (\delta - c) + 2 \frac{A_k}{L_1} [\sigma]_k}{D_k + (\delta - c)},$$

де  $\gamma_p$  - число;

$A_k$  - площа поперечного розрізу кільця зносостікості, мм<sup>2</sup>;

$l_1$  - відстань між двома кільцями зносостікості по осям, що проходять через центри тяжіння поперечних перерізів кілець зносостікості, мм;

$[\sigma]_k$  - допустиме сила для матеріалу кільця зносостікості, МПа.

$$A_k = t \cdot h = 2 \cdot 1114 = 2228 \text{ мм}^2$$

$$[P]_{\text{л.м}} = \frac{2 \cdot 145 \cdot 1 \cdot (14 - 2) + 2 \frac{2228}{2228} \cdot 145}{1400 + (14 - 2)} = 2,76 \text{ МПа.}$$

$$[P]_{\text{л.Е}} = \frac{20,8 \cdot 10^{-6} \cdot E \cdot D_k \left( \frac{100 \cdot k(\delta - c)}{D_k} \right)^{2,5}}{k \cdot B_2 \cdot n_c \cdot l},$$

де  $k$  - число зносостікості ободу, підкріпленої кільцями зносостікості;

$B_2$  - число.

$$k = \sqrt{\frac{10,9 \cdot J}{l_1(\delta - c)^3}},$$

де  $J$  - ефективний час інерції розрахункового поперечного розрізу кільця зносостікості,  $\text{мм}^4$ .

$$J = J_k + \frac{l_1(\delta - c)^3}{10,9} + e^2 \frac{A_k \cdot l_e(\delta - c)}{A_k + l_e(\delta - c)},$$

де  $J_k$  - час інерції поперечного розрізу кільця зносостікості відносно вала, що проходить через центр тяжіння поперечного розрізу кільця,  $\text{мм}^4$ ;

$e$  - відстань між центром тяжіння поперечного розрізу кільця зносостікості і серединною поверхнею ободу,  $\text{мм}$ ;

$l_e$  - ефективна величина листа ободу, мм.

$$L_e = \min \left\{ 1; t + 1.1 \sqrt{D_k (\delta - c)} \right\} = \min \left\{ 2228; 1114 + 1.1 \sqrt{1400(14 - 2)} \right\} = \\ = \{2228; 1256,58\} = 1256,58 \text{ мм.}$$

$$J_k = \frac{t \cdot h^3}{12} = \frac{1114 \cdot 2^3}{12} = 742,67 \text{ мм}^4.$$

$$J = 742,67 + \frac{2228 \cdot (14 - 2)^3}{10,9} + 7^2 \frac{2228 \cdot 1256,58 \cdot (14 - 2)}{2228 + 1256,58 \cdot (14 - 2)} = 449070 \text{ мм}^4.$$

$$k = \sqrt{\frac{10,9 \cdot 449070}{2228 \cdot (14 - 2)^3}} = 1,128.$$

$$B_2 = \min \left\{ 1,0; 9,45 \frac{D_k}{L} \sqrt{\frac{D_k}{100 \cdot k \cdot (\delta - c)}} \right\} = \min \left\{ 1,0; 9,45 \frac{1400}{3342} \sqrt{\frac{1400}{100 \cdot 1,128 \cdot (14 - 2)}} \right\} = \\ = \min \{1,0; 4,03\} = 1.$$

$$[P]_{1E} = \frac{20,8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,86 \cdot 10^5 \cdot 1400}{1,128 \cdot 1 \cdot 2,4 \cdot 3342} \left( \frac{100 \cdot 1,128(14 - 2)}{1400} \right)^{2,5} = 0,55 \text{ МПа.}$$

$$[P]_1 = \frac{2,67}{\sqrt{1 + \left( \frac{2,67}{0,55} \right)^2}} = 0,539 \text{ МПа.}$$

Допустимий зовнішній вакуум між двома сусідніми кільцями зносостікості,

$$[P]_2 = \frac{[P]_m}{\sqrt{1 + \left(\frac{[P]_m}{[P]_E}\right)^2}},$$

де  $[P]_m$  - допустимий вакуум з становищи гнучкості, МПа;

$[P]_E$  - допустимий вакуум з становищи стійкості в границях гнучкості, МПа.

$$[P]_m = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot (\delta - c)}{D_K + (\delta - c)} = \frac{2 \cdot 145 \cdot (14 - 2)}{1400 + (12 - 2)} = 2,46 \text{ МПа.}$$

$$[P]_E = \frac{20,8 \cdot 10^{-6} \cdot E \cdot D_K \left(\frac{100 \cdot (\delta - c)}{D_K}\right)^{2,5}}{n_c \cdot B_1 \cdot \epsilon},$$

де  $B_1$  - число;

$\epsilon$  - відстань між двома сусідніми кільцями зносостікості, мм.

$$B_1 = \min \left\{ 1,0; 9,45 \frac{D_K}{\epsilon} \sqrt{\frac{D_K}{100 \cdot (\delta - c)}} \right\} = \min \left\{ 1,0; 9,45 \frac{1400}{1114} \sqrt{\frac{1400}{100 \cdot (14 - 2)}} \right\} =$$

$$= \min \{1,0; 12,828\} = 1,0.$$

$$[P]_E = \frac{20,8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,86 \cdot 10^5 \cdot 1400 \left(\frac{100 \cdot (14 - 2)}{1400}\right)^{2,5}}{2,4 \cdot 1 \cdot 1114} = 1,378 \text{ МПа.}$$

$$[P]_2 = \frac{2,46}{\sqrt{1 + \left(\frac{2,46}{1,378}\right)^2}} = 1,2 \text{ МПа.}$$

$$[P] = \min \{0,539; 1,2\} = 0,539 \text{ МПа} > p = 5,44 \text{ МПа.}$$

Таким чином, при становищах зносу, показаних на рисунку 11 обичайка оболонки автоклава витримує більший вакуум, ніж розрахунковий.

### 1.3.3.3 Допустимий вакуум для ободу оболонки по рисунку 2

$$[P] = \min \{[P]_1; [P]_2\}$$

$$[P]_{1M} = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \gamma_D (\delta - c) + 2 \cdot \frac{A_K}{L_1} [\sigma]_K}{D + (\delta - c)} = \frac{2 \cdot 145 \cdot 1 \cdot (14 - 2) + 2 \cdot \frac{2228}{1671} \cdot 145}{1400 + (14 - 2)} = 2,738 \text{ МПа.}$$

$$L_e = \min \left\{ l_1; t + 1,1 \sqrt{D_K (\delta - c)} \right\} = \left\{ 1671; 1114 + 1,1 \sqrt{1400 \cdot (14 - 2)} \right\} = \\ = \min \{1671; 1256,58\} = 1256,58 \text{ мм.}$$

Час інерції поперечного розрізу кільця зносостікості відносно вала, що проходить через центр тяжіння кільця відповідно рисунку 12

$$J_K = \frac{t \cdot h^3}{12} = \frac{1114 \cdot 2^3}{12} = 742,67 \text{ мм}^4$$

$$J = J_k + \frac{l_1(\delta - c)^3}{10,9} + e^2 \frac{A_k \cdot l_e(\delta - c)}{A_k + l_e(\delta - c)} =$$

$$= 742,67 + \frac{1671 \cdot (14 - 2)^3}{10,9} + 7^2 \frac{2228 \cdot 1256,58 \cdot (14 - 2)}{2228 + 1256,58 \cdot (14 - 2)} = 360767,65 \text{ мм}^4$$

$$k = \sqrt{\frac{10,9 \cdot J}{l_1(\delta - c)^3}} = \sqrt{\frac{10,9 \cdot 360767,65}{1671 \cdot (14 - 2)^3}} = 1,167.$$

$$B_2 = \min \left\{ 1,0; 9,45 \frac{D_k}{l} \sqrt{\frac{D_k}{100 \cdot R \cdot (\delta - c)}} \right\} = \min \left\{ 1,0; 9,45 \frac{1400}{3342} \sqrt{\frac{1400}{100 \cdot 1,167 \cdot (14 - 2)}} \right\} =$$

$$= \min \{1,0; 3,958\} = 1,0.$$

$$[P]_{1E} = \frac{20,8 \cdot 10^{-6} \cdot E \cdot D_k \left( \frac{100 \cdot k(\delta - c)}{D_k} \right)^{2,5}}{k \cdot B_2 \cdot n_c \cdot l} =$$

$$= \frac{20,8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,86 \cdot 10^5 \cdot 1400 \left( \frac{100 \cdot 1,167 \cdot (14 - 2)}{1400} \right)^{2,5}}{1,167 \cdot 1 \cdot 2,4 \cdot 3342} = 0,579 \text{ МПа.}$$

$$[P]_1 = \frac{[P]_{1M}}{\sqrt{1 + \left( \frac{[P]_{1M}}{[P]_{1E}} \right)^2}} = \frac{2,738}{\sqrt{1 + \left( \frac{2,738}{0,579} \right)^2}} = 0,566 \text{ МПа.}$$

Допустимий зовнішній вакуум між двома сусідніми кільцями зносостікості.

$$[P]_2 = \frac{[P]_m}{\sqrt{1 + \left(\frac{[P]_m}{[P]_E}\right)^2}}$$

$$[P]_m = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot (\delta - c)}{D_k + (\delta - c)} = \frac{2 \cdot 145 \cdot (14 - 2)}{1400 + (12 - 2)} = 2,46 \text{ МПа.}$$

$$B_1 = \min \left\{ 1,0; 9,45 \frac{D_K}{\epsilon} \sqrt{\frac{D_K}{100 \cdot (\delta - c)}} \right\} = \min \left\{ 1,0; 9,45 \frac{1400}{1114} \sqrt{\frac{1400}{100 \cdot (14 - 2)}} \right\} =$$

$$= \min \{1,0; 12,828\} = 1,0.$$

$$[P]_E = \frac{20,8 \cdot 10^{-6} \cdot E \cdot D_K \left(\frac{100 \cdot (\delta - c)}{D_K}\right)^{2,5}}{n_c \cdot B_1 \cdot \epsilon} =$$

$$= \frac{20,8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,86 \cdot 10^5 \cdot 1400 \left(\frac{100 \cdot (14 - 2)}{1400}\right)^{2,5}}{2,4 \cdot 1 \cdot 1114} = 1,378 \text{ МПа.}$$

$$[P]_2 = \frac{2,46}{\sqrt{1 + \left(\frac{2,46}{1,378}\right)^2}} = 1,2 \text{ МПа.}$$

$$[P] = \min \{0,566; 1,2\} = 0,566 \text{ МПа} > p = 5,44 \text{ МПа.}$$

1.3.3.4 Допустимый вакуум для ободу оболонки по рисунку 13

$$[P] = \min \{ [P]_1; [P]_2 \}$$

Площа поперечного розрізу кільця зносостікості по рисунку 13

$$A_K = t \cdot h = 700 \cdot 2 = 1400 \text{ мм}^2.$$

$$[P]_{IM} = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \gamma_D (\delta - c) + 2 \frac{A_K}{L_1} [\sigma]_k}{D + (\delta - c)} = \frac{2 \cdot 145 \cdot 1 \cdot (14 - 2) + 2 \cdot \frac{1400}{1114} \cdot 145}{1400 + (14 - 2)} = 2,723 \text{ МПа.}$$

Ефективна величина листа ободу по рисунку 13

$$L_e = \min \{ l_1; t + 1,1 \sqrt{D_K \cdot (\delta - c)} \} = \min \{ 1114; 700 + 1,1 \sqrt{1400 \cdot (14 - 2)} \} = \\ = \min \{ 1114; 842,58 \} = 842,58 \text{ мм.}$$

Час інерції поперечного розрізу кільця зносостікості відносно вала, що проходить через центр тяжіння поперечного розрізу кільця відповідно рисунку 13

$$J_k = \frac{t \cdot h^3}{12} = \frac{700 \cdot 2^3}{12} = 466,7 \text{ мм}^4.$$

$$J = J_k + \frac{l_1 (\delta - c)^3}{10,9} + e^2 \frac{A_k \cdot l_e (\delta - c)}{A_k + l_e (\delta - c)} =$$

$$= 466,7 + \frac{1114 \cdot 12^3}{10,9} + 7^2 \frac{1400 \cdot 842,58 \cdot 12}{1400 + 842,58 \cdot 12} = 178301 \text{ мм}^4.$$

$$k = \sqrt{\frac{10,9 \cdot J}{l_1 (\delta - c)^3}} = \sqrt{\frac{10,9 \cdot 178301}{1114 \cdot 12^3}} = 1,005.$$

$$[P]_{1E} = \frac{20,8 \cdot 10^{-6} \cdot E \cdot D_k \left( \frac{100 \cdot k (\delta - c)}{D_k} \right)^{2,5}}{k \cdot B_2 \cdot n_c \cdot l} =$$

$$= \frac{20,8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,86 \cdot 10^5 \cdot 1400 \left( \frac{100 \cdot 1,005 \cdot 12}{1400} \right)^{2,5}}{1,005 \cdot 1 \cdot 2,4 \cdot 3342} = 0,463 \text{ МПа}.$$

$$[P]_1 = \frac{[P]_{1M}}{\sqrt{1 + \left( \frac{[P]_{1M}}{[P]_{1E}} \right)^2}} = \frac{2,723}{\sqrt{1 + \left( \frac{2,723}{0,46} \right)^2}} = 0,46 \text{ МПа}.$$

Допустимий зовнішній вакуум між двома сусідніми кільцями зносостікості 13.

$$[P]_2 = \frac{[P]_M}{\sqrt{1 + \left( \frac{[P]_M}{[P]_E} \right)^2}}.$$

$$[P]_M = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot (\delta - c)}{D_k + (\delta - c)} = \frac{2 \cdot 145 \cdot (14 - 2)}{1400 + (12 - 2)} = 2,46 \text{ МПа}.$$

$$B_1 = \min \left\{ 1, 0, 9, 45 \frac{D_k}{\epsilon} \sqrt{\frac{D_k}{100 \cdot (\delta - c)}} \right\} = \min \left\{ 1, 0, 9, 45 \frac{1400}{764} \sqrt{\frac{1400}{100 \cdot (14 - 2)}} \right\} =$$

$$= \min \{1, 0, 18, 7\} = 1.$$

$$[P]_E = \frac{20,8 \cdot 10^{-6} \cdot E \cdot D_k}{n_c \cdot B_1 \cdot \epsilon} \left( \frac{100 \cdot (\delta - c)}{D_k} \right)^{2,5} =$$

$$= \frac{20,8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,86 \cdot 10^5 \cdot 1400}{2,4 \cdot 1 \cdot 764} \left( \frac{100 \cdot (14 - 2)}{1400} \right)^{2,5} = 2,009 \text{ МПа.}$$

$$[P]_2 = \frac{2,46}{\sqrt{1 + \left( \frac{2,46}{2,009} \right)^2}} = 1,56 \text{ МПа.}$$

$$[P] = \min \{0,46; 1,56\} = 0,46 \text{ МПа} > P = 5,44 \text{ МПа}$$

### 1.3.3.5 Висновки

Таким чином, відповідно проведених етапів:

—При наявності потоншення в нижній частині по всій довжині оболонки мінімальна допустима величина листа повинна бути не менше 10мм;

—При наявності місцевого потоншення, що має величину не більше 1114мм і зазору оболонки в нижній частині на інших ділянках не менше 14мм, мінімально допустима величина в районі потоншення повинна бути не менше 12 мм (див. рисунок 13);

—При наявності двох ділянок потоншення оболонки по краям, що мають розмірність не більше 1114 мм і величину оболонки не менше 146 мм – на

інших ділянках мінімально допустима величина листа в районі потоншення повинна бути не менше 11 мм (див. рисунок 22);

—При наявності трьох ділянок потоншення, які розміщуються на відстані не менше 755 мм одна від одної, маючих розмірність не більше 764 мм і при товщині оболонки на інших ділянках не менше 14 мм, мінімально допустима величина листа в районі потоншення повинна бути не менше 12мм (див. рисунок 33).

#### 1.4 Розрахунок еліптичного корита газоподібної води оболонки.

##### 1.4.1 Становище використанні розрахункових формул

$$0,002 \leq \frac{\delta - c}{D} \leq 0,1,$$

$$0,2 \leq \frac{H}{D_c} \leq 0,5,$$

де  $\delta$  – дійсна величина листа корита, мм,  $\delta = 8$  мм;

$c$  - корозійна і технологічна надбавка, мм,  $c = 3,5$  мм;

$H$  - висота випуклої частки корита (без врахування циліндричної частки), мм,  $H = 375$  мм.

$$\frac{\delta_{b1} - c}{D} = \frac{8 - 3,5}{1500} = 0,003,$$

$$5,552 < 5,553 < 5,1.$$

Отже, становище виконується.

$$\frac{H}{D} = \frac{375}{1500} = 0,25,$$

$$5,2 < 5,25 < 5,5.$$

Становище виконується, отже корито стандартне.

#### 1.4.2 Визначення зазору листа корита

$$\delta_1 \geq \delta_{1p} + c,$$

де  $\delta_1$  - прийнята величина корита, мм.

$$\delta_{1p} = \frac{P \cdot R}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - 0,5 \cdot P},$$

де  $R$  - радіус кривизни в вершині стандартного корита, мм; відповідно [1, с. 22] для еліптичних днищ з  $H=5,25D$  радіус кривизни в вершині  $R = D_c = 1500$  мм;

$\varphi$  - число гнучкості зварного розрізу; для стикового зварного розрізу з двостороннім суцільним проваром, виконуваного автоматом зварюванням, відповідно [13, табл. 29, с. 79]  $\varphi = 0,9$ .

$$\delta_{b1p} = \frac{0,4 \cdot 1500}{2 \cdot 0,9 \cdot 145 - 0,5 \cdot 0,4} = 2,3 \text{ мм.}$$

$$\delta_1 \geq 2,3 + 3,5 = 5,8 \text{ мм.}$$

З інженерних міркувань використано  $\delta_1 = 8 \text{ мм}$ .

1.4.3 Визначення допустимого внутрішнього збільшеного вакууму.

$$[P] = \frac{2(\delta_1 - c) \cdot \varphi \cdot [\sigma]}{R + 0,5(\delta_1 - c)} = \frac{2(8 - 3,5) \cdot 0,9 \cdot 145}{1500 + 0,5(8 - 3,5)} = 0,78 \text{ МПа} > P = 0,4 \text{ МПа.}$$

.5 Розрахунок еліптичного корита оболонки

1.5.1 Становище використанні розрахункових формул

$$0,002 \leq \frac{\delta_2 - c}{D_\kappa} \leq 0,1,$$

$$0,2 \leq \frac{H}{D_\kappa} \leq 0,5,$$

де  $\delta_2$  - дійсна величина листа корита, мм,  $\delta_2 = 18 \text{ мм}$ ;

$c$  - корозійна, ерозійна і технологічні коефіцієнти, мм,  $c=6$  мм;

$H$  - висота випуклої частки корита без урахування циліндричної частки, мм,  $H = 340$  мм.

$$\frac{\delta_2 - c}{D_k} = \frac{18 - 6}{1400} = 0,0086$$

$$5.552 < 5.5586 < 5.1$$

Отже, становища виконується .

$$\frac{H}{D_k} = \frac{340}{1400} = 0,243$$

$$5.2 < 5.243 < 5.5,$$

Становища виконується.

### 1.5.2 Визначення зазору листа корита

$$\delta_2 \geq \delta_{2p} + c,$$

де  $\delta_{2p}$  - наближене значення допустимої зазору листа корита, що знаходиться під зовнішнім вакуумом, мм.

$$\delta_{2p} = \max \left\{ \frac{K_e \cdot p}{510} \sqrt{\frac{n_c \cdot p}{10^{-6} \cdot E}}, \frac{p \cdot R}{2[\sigma]} \right\},$$

$K_e$  - число приведення радіуса кривизни еліптичного корита, відповідно [1, с. 23] для попереднього перерахунку використано  $K_e = 0,9$ ;

Радіус кривизни в вершині корита

$$R = \frac{D_\kappa^2}{4H} = \frac{1400^2}{4 \cdot 340} = 1441,2 \text{ мм.}$$

$$\frac{K_e \cdot R}{510} \sqrt{\frac{n_c \cdot p}{10^{-6} \cdot E}} = \frac{0,9 \cdot 1441,2}{510} \sqrt{\frac{2,4 \cdot 0,44}{10^{-6} \cdot 1,86 \cdot 10^5}} = 6,1 \text{ мм};$$

$$\frac{p \cdot R}{2[\sigma]} = \frac{0,44 \cdot 1441,2}{2 \cdot 145} = 2,2 \text{ мм.}$$

$$\delta_{2p} = \max \{6,1; 2,2\} = 6,1 \text{ мм.}$$

$$\delta_2 \geq 6,1 + 6 = 12,1 \text{ мм.}$$

З інженерних міркувань використано  $\delta_2 = 18 \text{ мм.}$

Так як величину корита визначено наближено, то необхідно перевірити допустимий зовнішній вакуум для вибраної зазору корита.

1.5.3 Визначення допустимого зовнішнього вакууму для еліптичного корита оболонки.

$$[P] = \frac{[P]_m}{\sqrt{1 + \left(\frac{[P]_m}{[P]_E}\right)^2}},$$

де  $[p]_m$  - допустимий вакуум із становище гнучкості, МПа;

$[p]_E$  - допустимий вакуум із становище стійкості в границях гнучкості, МПа.

$$[P]_m = \frac{2[\sigma](\delta_2 - c)}{R + 0,5(\delta_2 - c)} = \frac{2 \cdot 145 \cdot (18 - 6)}{1441,2 + 0,5(18 - 6)} = 2,4 \text{ МПа.}$$

$$[P]_E = \frac{26 \cdot 10^{-6} \cdot E \left( \frac{100 \cdot (\delta_1 - c)}{K_e \cdot R} \right)^2}{n_c},$$

де  $K_e$  - число;  $K_e$  визначається відповідно [1, рис. 13, с. 24] в залежності від відношення  $\frac{H}{D_\kappa}$  і  $\frac{D_\kappa}{\delta_1 - c}$ .

$$\text{При } \frac{H}{D_\kappa} = \frac{340}{1400} = 0,243 \text{ і } \frac{D_\kappa}{\delta_1 - c} = \frac{1400}{18 - 6} = 116,7 \text{ число } K_e \approx 0,92.$$

$$[P]_E = \frac{26 \cdot 10^{-6} \cdot 1,86 \cdot 10^5 \left( \frac{100 \cdot (18 - 6)}{0,92 \cdot 1441,2} \right)^2}{2,4} = 1,65 \text{ МПа.}$$

$$[P] = \frac{2,4}{\sqrt{1 + \left(\frac{2,4}{1,65}\right)^2}} = 1,36 \text{ МПа} > P = 0,44 \text{ МПа.}$$

3.4.1 Розрахунок зрізного болта запобіжної муфти привода.

3.4.1 Крутний час на валу пропелера

$$M_{кр} = 9550 \frac{P}{n} \eta_p \cdot i_p,$$

де  $P$  - потужність двигуна 4А44225М67У<sub>3</sub>, кВт  $P = 37$  кВт;

$n$  - число обертів електродвигуна, об/хв.,  $n = 1000$  об/хв;

$\eta_p$  - К.К.Д. варіатора Ц222У-4575Н-25-17,  $\eta_p = 0,97$  ;

$i_p$  - передаточне число варіатора.  $i_p = 25$  .

$$M_{кр} = 9550 \frac{37}{1000} 0,97 \cdot 25 = 8569 \text{ Н·м.}$$

3.4.2 Розрахунковий крутний час

Відповідно [2, с. 452] розрахунковий крутний час для уникання випадкового вимкнення.

$$M_p = 1,25M_{sp} = 1,25 \cdot 8569 = 10711 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

### 4.3 Діаметр зрізного болта.

Відповідно [2, с. 453]

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^3 \cdot M_p \cdot k}{\pi \cdot z \cdot \tau_{zp} \cdot R}},$$

де  $R$  - радіус встановлення зрізного болта на муфті, мм,  $R = 125$  мм;

$z$  - кількість зрізних болтів,  $z = 2$ ;

$k$  - число нерівномірності розподілення навантаження, відповідно [12,с.43]  $k = 1,7$ ;

$[\tau]_{zp}$  - допустиме сила на зріз для болта з шийкою, МПа,

$$[\tau]_{zp} = c \cdot \sigma_B,$$

де  $\sigma_B$  - границя гнучкості для сталі 3, МПа,  $\sigma_B = 380$  МПа [1, с. 67];

$c$  - число, відповідно [2, с. 453]  $c$  знаходиться в межах від 0,9 до 1.

Використано  $c = 0,9$ .

$$[\tau]_{zp} = 0,9 \cdot 380 = 342 \text{ МПа}.$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^3 \cdot 10711 \cdot 1,2}{3,14 \cdot 2 \cdot 342 \cdot 125}} = 13,84 \text{ мм.}$$

Використано  $d = 14$  мм.

4. Розрахунок пропускної здатності запобіжного запирача 17С18ТС (ДУ89)

#### 4.1 Пропускна здатність запирача

$$\varphi_k \geq \varphi_T,$$

де  $\varphi_k$  - пропускна здатність запирача, кг/год;

$\varphi_T$  - технологічне вживання газоподібної води, кг/год, для автоклава КЗМ-4,6  $\varphi_T = 503$  кг/год.

$$\varphi_k = 1,59 \cdot \alpha \cdot B \cdot F \cdot \sqrt{(P_1 - P_2) \gamma},$$

де  $\alpha$  - число витрат,  $\alpha = 0,1$  [5, с. 352];

$F$  – площа сідла запирача, мм<sup>2</sup>;

$B$  – число, що залежить від показника ізохори  $K$  і від відношення вакуумів

$$\frac{P_2}{P_1};$$

$\gamma$  - густина насиченої газоподібної води при температурі  $t=155^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{кг/м}^3$ ,  
 $\gamma = 2,547 \text{ кг/м}^3$  [1, табл. 6.7, с. 399];

$P_2$  - надлишковий вакуум ззовні, МПа,  $P_2 = 0$  МПа;

$P_1$  - максимальний надлишковий вакуум перед запобіжним клапаном,  
МПа, відповідно [5, с. 354]

$$P_1 = 1,1P = 1,1 \cdot 0,4 = 0,44 \text{ МПа.}$$

Таким чином співвідношення  $\frac{P_2}{P_1} = 0$ .

Показник ізохори

$$K = \frac{C_p}{C_v},$$

де  $C_p$  - середня вагова ємність при постійному вакууму;

$C_v$  - середня вагова температура при постійному об'ємі.

При робочій темп.:

$$C_p^{150^{\circ}} = \frac{C_p^{100^{\circ}} + C_p^{200^{\circ}}}{2},$$

де  $C_p^{100^{\circ}}$  - середня вагова ємність при постійному вакууму при температурі  
 $155^{\circ}\text{C}$ , відповідно [5, табл. 5.4, с. 399]  $C_p^{100^{\circ}} = 1,8728$ ;

$C_p^{200^\circ}$  - середня вагова ємність при постійному вакууму при температурі  $255^\circ\text{C}$ , відповідно [5, табл. 5.3, с. 395]  $C_p^{200^\circ} = 1,8937$ ;

$$C_p^{150^\circ} = \frac{1,8728 + 1,8937}{2} = 1,88325.$$

$$C_v^{150^\circ} = \frac{C_v^{100^\circ} + C_v^{200^\circ}}{2}$$

де  $C_v^{100^\circ}$  - середня вагова ємність при постійному об'ємі при температурі  $155^\circ\text{C}$ , відповідно [5, табл. 5.3, с. 395]  $C_v^{100^\circ} = 1,4114$ ;

$C_v^{200^\circ}$  - середня вагова ємність при постійному об'ємі при температурі  $255^\circ\text{C}$ , відповідно [5, табл. 5.3, с. 395]  $C_v^{200^\circ} = 1,4323$ ;

$$C_v^{150^\circ} = \frac{1,4114 + 1,4323}{2} = 1,42185$$

$$K = \frac{1,88325}{1,42185} = 1,3245$$

Відповідно [5, табл. 5.5, с. 451] при такому співвідношенні  $\frac{P_2}{P_1}$  і  $K$   $B = 5,475$

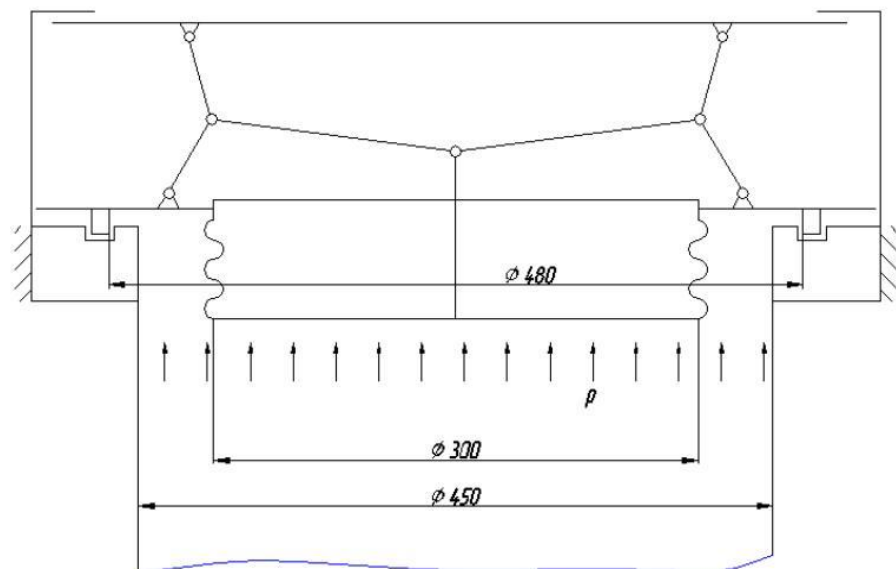
$$\varphi_K = 1,59 \cdot 0,1 \cdot 0,475 \cdot 3901,6 \cdot \sqrt{(4,4 - 0) \cdot 2,547} = 986 \text{ кг/год} > \varphi_T = 553 \text{ кг/год.}$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Визначення інженерних елементів модернізованої завантажувальної порожнини.

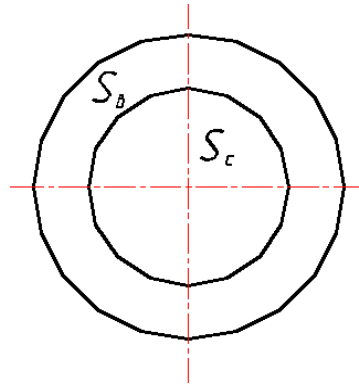
### 3.1.1 Складання креслення діючих на люк навантажень

За розрахункову креслення приймемо Деталь з двома поводками замість чотирьох, оскільки остаточний результат впливу буде еквівалентним, а визначення значно спрощується. Деталь люка зображено на малюнку 3.1. Визначення здійснимо для такого положення еквівалентів і стрічок, при якому нахили між еквівалентами і ланками однакові.



Малюнок 3.1 Спрощена схема кришки

### 3.1.2 Визначення моментів, що діють на момент і вільну площину люка



Малюнок 3.2 Вид на люк знизу

### 3.1.2.1 Моменти, що діє на площину моментів

$$F_c = S_c \cdot p, \quad (3.1)$$

де  $p$  - вакуум в апараті,  $p = 0,4$  МПа.

$S_c$  - периметр моментіва, мм<sup>2</sup>.

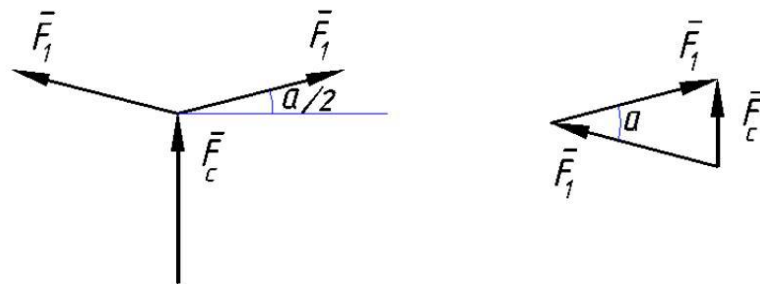
### 3.1.2.2 Момент, що діє на вільну площину люка

$$F_g = S_g \cdot p, \quad (3.2)$$

де  $S_g$  - периметр вільної поверхні люка, мм<sup>2</sup>.

### 3.1.3 Моменти що діють на стрічки автоклава

Момент  $F_c$  передається на вертикальний шток. Моменти  $F_1$ , які передаються на кожне еквівалентно будуть еквівалентними, оскільки розміри цих еквівалентів і нахили між ними і штоком однакові (Деталь симетричний відносно напрямку впливу моментів  $F_c$  ).



Малюнок 3.3 Схема дії сил на еквіваленти

Згідно теореми синусів зв'язок між моментами  $F_1$  і моментом  $F_c$  буде наступним:

$$F_c^2 = F_1^2 + F_1^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_1 \cdot \cos \alpha, \quad (3.3)$$

або

$$F_c^2 = 2 \cdot F_1^2 \cdot (1 - \cos \alpha). \quad (3.4)$$

Еквіваленти  $F_1$  діє на систему двох стрічок. Оскільки стрічки однакові і нахили між ними і еквівалентіом однакові, то зусилля моментів  $F_2$  які діють на кожную стрічку будуть еквівалентними.

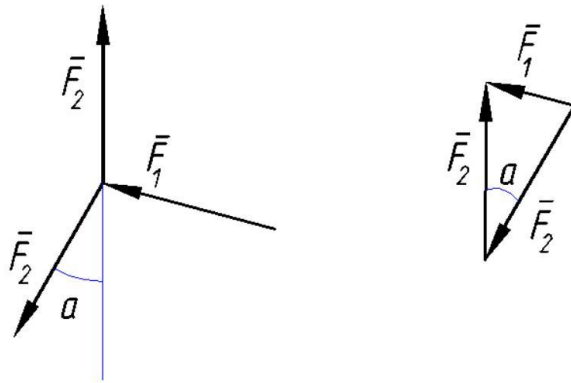
$$F_1^2 = F_2^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_2 \cdot F_2 \cdot \cos \alpha, \quad (3.5)$$

або

$$F_1^2 = 2 \cdot F_2^2 \cdot (1 - \cos \alpha). \quad (3.6)$$

Заставивши (3.6) в (3.4) маємо

$$F_2 = \frac{F_c}{2 \cdot (1 - \cos \alpha)}. \quad (3.7)$$



Малюнок 3.3 Схема дії моментів на ланки

Зусилля  $F_2$  направлена вниз під кутом  $\alpha$ , а тому нерівнонаправлена складова цієї зусилля, буде присмоктувати люк до сальника, і по величині буде

$$F_2^y = F_2 \cdot \cos \alpha \quad (3.8)$$

Оскільки даний Деталь має два еквівалентіва, то Зусилля, що буде присмоктувати люк

$$F_n = 2 \cdot F_2^y = \frac{F_c \cdot \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} \quad (3.9)$$

Кут  $\alpha = 40^\circ$  (визначно геометрично – див. лист 677), тоді

$$F_n = \frac{F_c \cdot \cos 40}{1 - \cos 40} = 3,27 \cdot F_c.$$

### 3.2.4 Визначення діаметра моментометра

Для того, щоб Зусилля присмоктування перевищувала моментів у  $F_g$ , що відвакуує люк в два рази повинно виконуватись ділення

$$\frac{F_n}{F_g} = 2, \quad (3.10)$$

або

$$\frac{3,27 \cdot S_c}{S_g} = 2. \quad (3.11)$$

$$S_c = \frac{\pi \cdot d_c^2}{4}, \quad (3.12)$$

де  $d_c$  - діаметр моментометра, мм.

$$S_g = \frac{\pi (d_g^2 - d_c^2)}{4}, \quad (3.13)$$

де  $d_z$  - діаметр завантажувальної порожнини по внутрішньому діаметру сальника,  $d_z = 480$  мм (див. лист 4).

Заставивши (3.12) і (3.13) в (3.11), маємо

$$d_c^2 = 0,612 \cdot (d_z^2 - d_c^2), \quad (3.14)$$

звідки

$$d_c = 0,616 \cdot d_z = 0,616 \cdot 480 = 295,8 \text{ мм.}$$

Взято  $d_c = 300$  мм.

### 3.1.5 Периметр моменнтометра

$$S_c = \frac{\pi \cdot d_c^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 300^2}{4} = 70650 \text{ мм}^2.$$

Зусилля, що діє на площину моменнтометра

$$F_c = 70650 \cdot 0,4 = 28260 \text{ Н.}$$

### 3.1.6 Зусилля присмокування люка

$$F_n = 3,27 \cdot F_c = 3,27 \cdot 28260 = 92410 \text{ Н.}$$

### 3.1.7 Периметр вільної поверхні люка

$$S_g = \frac{\pi (d_z - d_g^2)}{4} = \frac{3,14 (480^2 - 300^2)}{4} = 110214 \text{ мм}^2.$$

Зусилля, що присмоктує люк

$$F_g = 110214 \cdot 0,4 = 44086 \text{ Н.}$$

Отже, Зусилля присмоктування перевищує моменті для присмоктування

$$\frac{F_n}{F_g} = \frac{92410}{44086} = 2,1 \text{ раза.}$$

### 3.1.8 Загальне зусилля присмоктування

$$F_3 = F_n - F_g = 92410 - 44086 = 48324 \text{ Н.}$$

Зусилля  $F_3$  сприймається трьома захоплювачами.

### 3.1.9 Спрощена схема захоплювачів

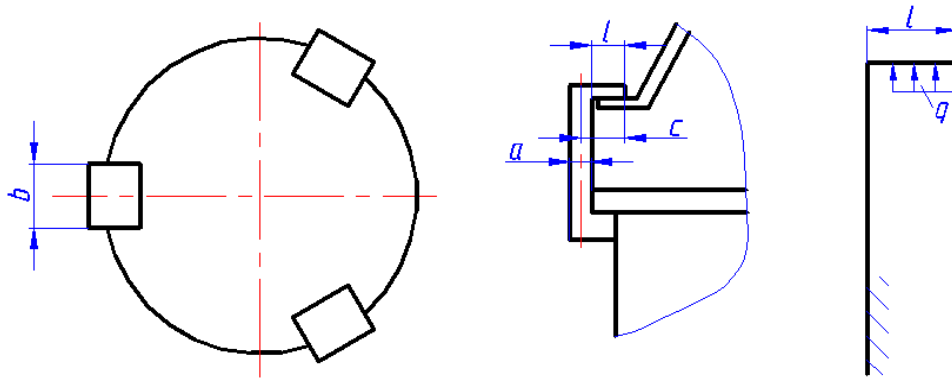


Рисунок 3.4 – Спрощена схема захоплювача

Напір сприймається чотирьма периметрдками контакту захоплювачів з люком і рівномірно розподіляється між ними.

Підчас використання в результаті неточності виконання, або потрапляння на периметрду контакту абразивних частинок. Тому дану розрахункову креслення замінимо на найбільш несприятливу, при якій в пальці будуть виникати найбільші здруження (див. рис. 3.5). Замінимо розподілене наполягання однією моментівою прикладеною в крапці, найбільш віддаленій від повздовжньої лінії вертикальної частини пальця.

Величина цієї зусилля

$$F_z = \frac{F_3}{n}, \quad (3.15)$$

де  $n$  - число захоплювачів,  $n=3$ .

$$F_z = \frac{48324}{3} = 16108 \text{ Н.}$$

Цей стержень представляє собою статично визначену раму. Горизонтальна ділянка цього пальця буде зазнавати деформації перетину, а нерівнорозправлена ділянка буде зазнавати зміщення позацентрального розтягу, тобто рзвертання і зрізанні.

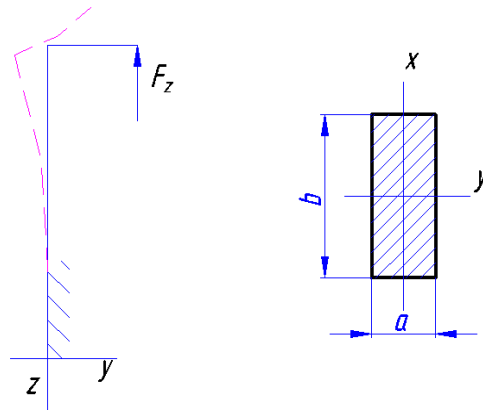


Рисунок 3.5 – Схема дії зосередженої зусилля.

Найбільші здруження будуть виникати у вертикальній частині пальця

$$\sigma_{\max} = \sigma_N + \sigma_M, \quad (3.16)$$

де  $\sigma_N$  - здруження розтягу, МПа;

$\sigma_M$  - здруження згину, МПа.

$$\sigma_N = \frac{F_z}{A}, \quad (3.17)$$

де  $F_z$  - Зусилля, що розтягує стержень, Н;

$A$  - периметр поперечного перерізу, мм<sup>2</sup>.

$$A = a \cdot b, \quad (3.18)$$

де  $a$  - ширина поперечного перерізу, мм; з інженерних міркувань прийнято  $a = 25$  мм;

$b$  - довжина поперечного перерізу, мм.

$$\sigma_M = \frac{M}{W_x}, \quad (3.19)$$

де  $M$  - розкручуючий момент, Н·мм<sup>2</sup>;

$W_x$  - момент опору при згинанні, мм<sup>3</sup>.

$$M = F_z \cdot c, \quad (3.20)$$

де  $c$  - плече прикладання зусилля, мм;

$$c = \frac{a}{2} + h, \quad (3.20)$$

де  $h$  - довжина ніжки, мм;  $h = 30$  мм (див. лист 4).

$$c = \frac{25}{2} + 30 = 42,5 \text{ мм.}$$

$$M = 16108 \cdot 42,5 = 684590 \text{ Н·м}$$

$$W_x = \frac{b \cdot a^2}{6}, \quad (3.21)$$

$$W_x = \frac{b \cdot 25^2}{6} = \frac{625 \cdot b}{6}.$$

Умова цілісності

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma], \quad (3.22)$$

де  $[\sigma]$  - допустиме здруження, МПа,  $[\sigma] = 145$  МПа.

$$\frac{F_z}{A} + \frac{M}{W_x} \leq [\sigma]$$

$$\frac{16108}{25 \cdot b} + \frac{684590}{\frac{625 \cdot b}{6}} \leq 145$$

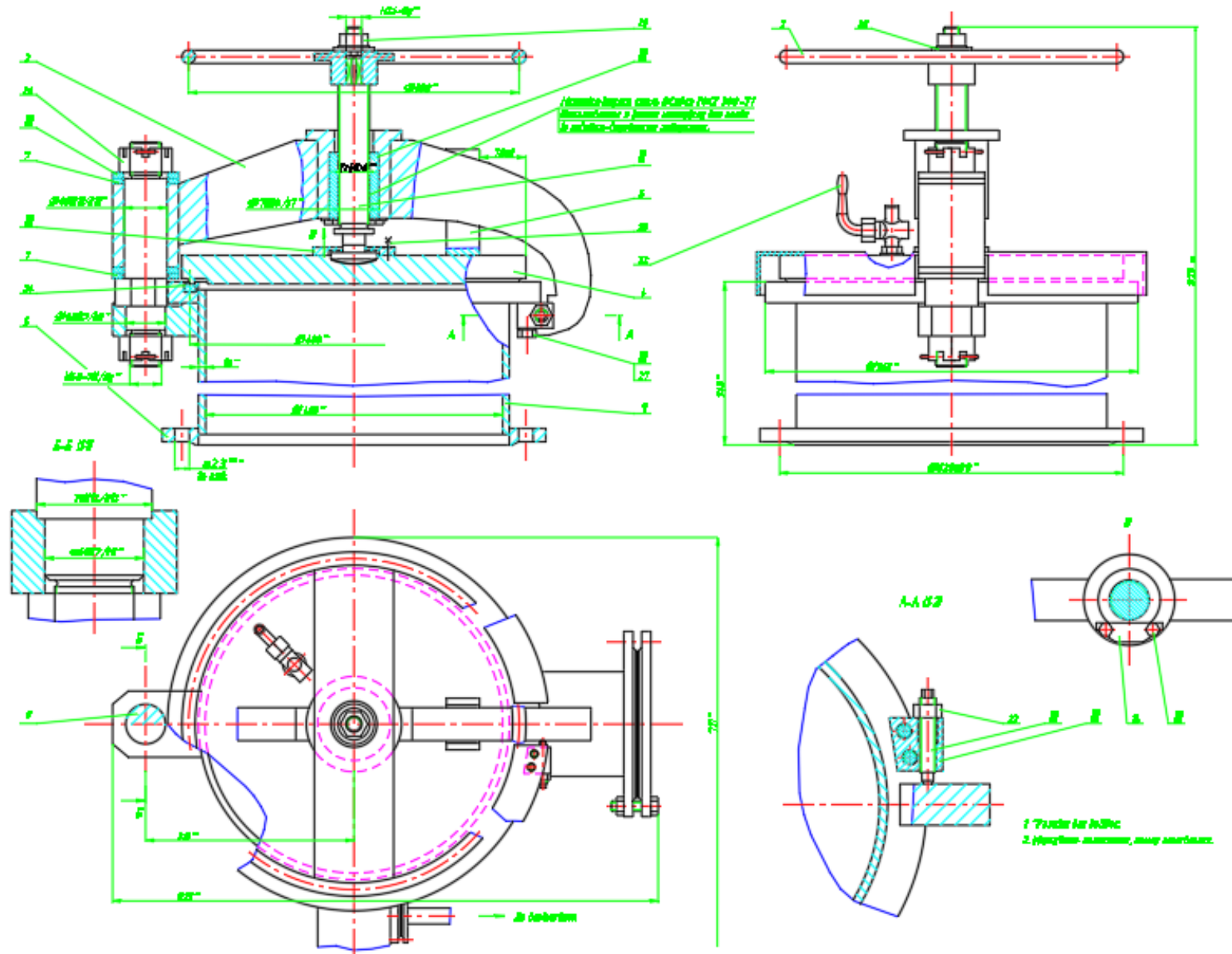
Звідки приймаємо

$$b \geq 49,8 \text{ мм.}$$

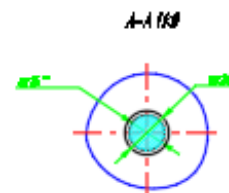
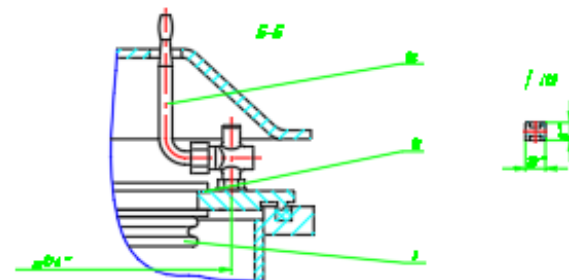
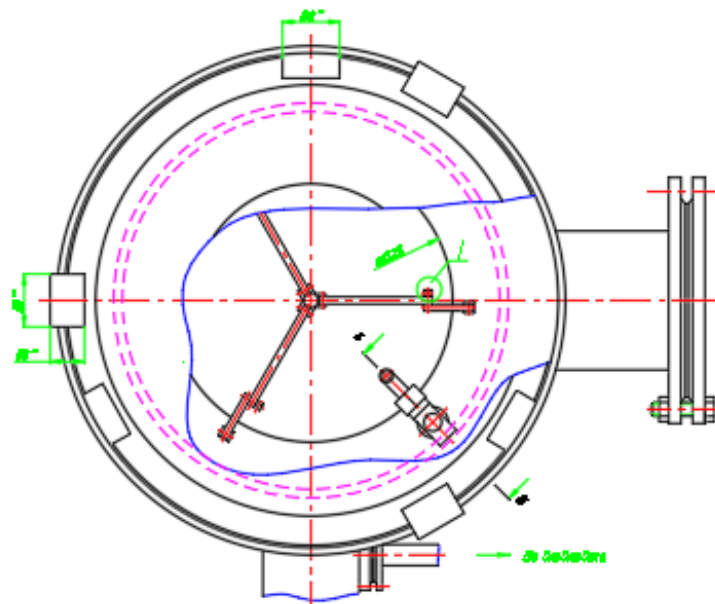
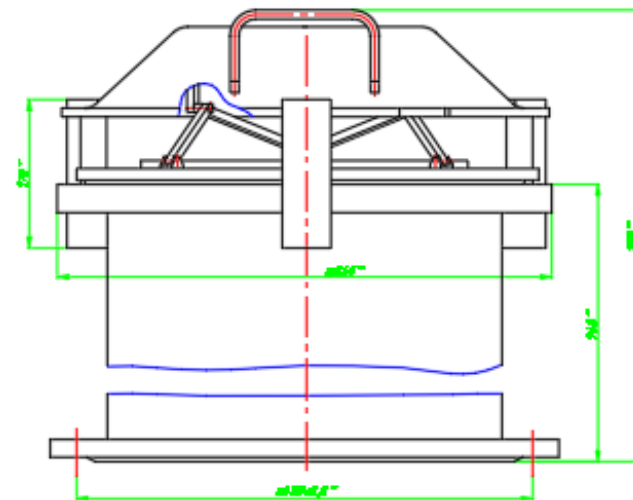
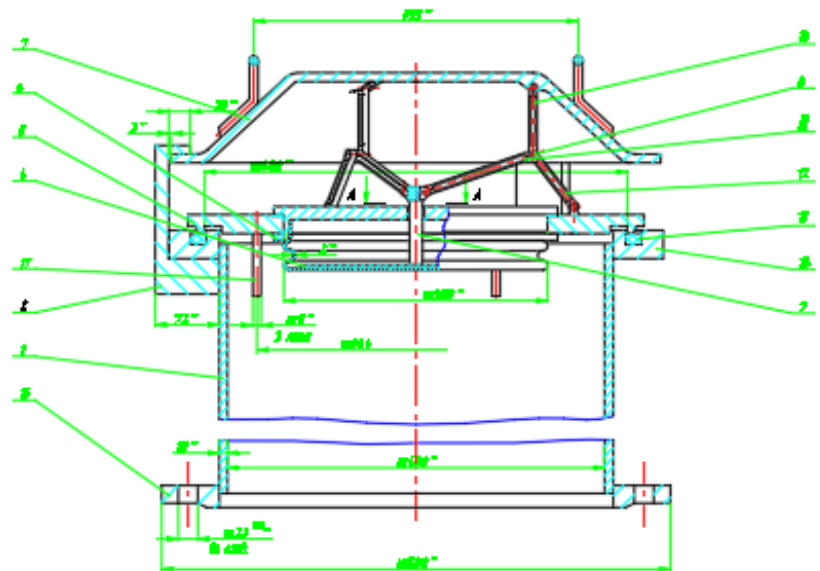
Прийнято  $b = 55$  мм.



# ГОРЛОВИНА ЗАВАНТАЖУВАЛЬНА (Складальне креслення)



# ГОРЛОВИНА ЗАВАНТАЖУВАЛЬНА (Модернізована(Складальне креслення))



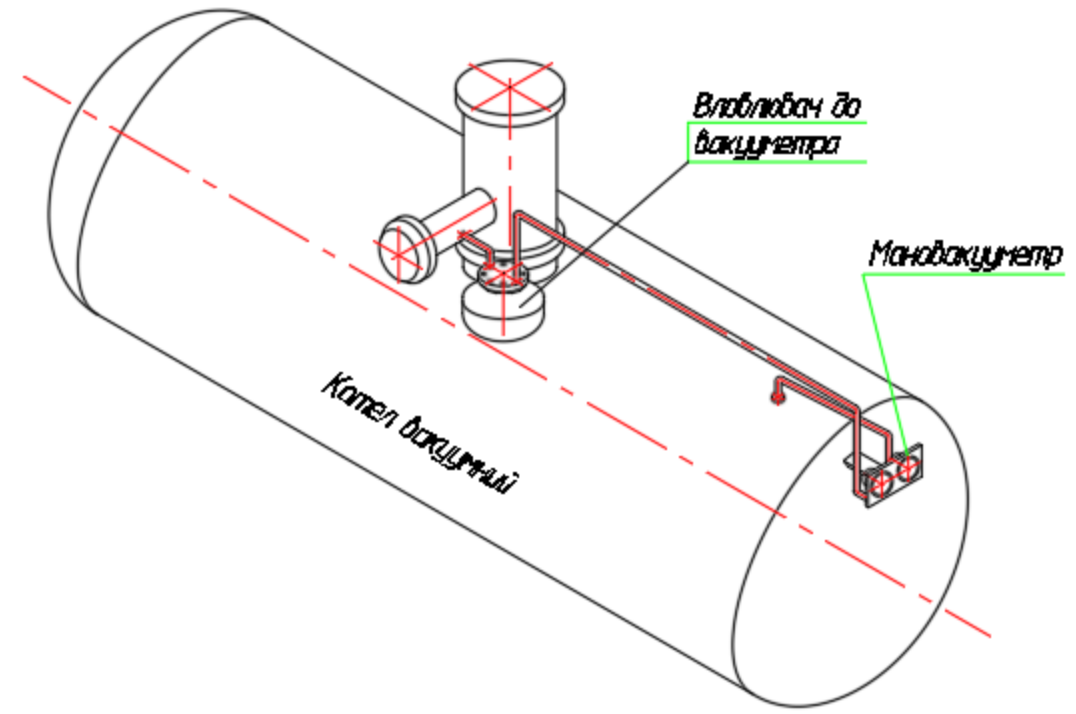
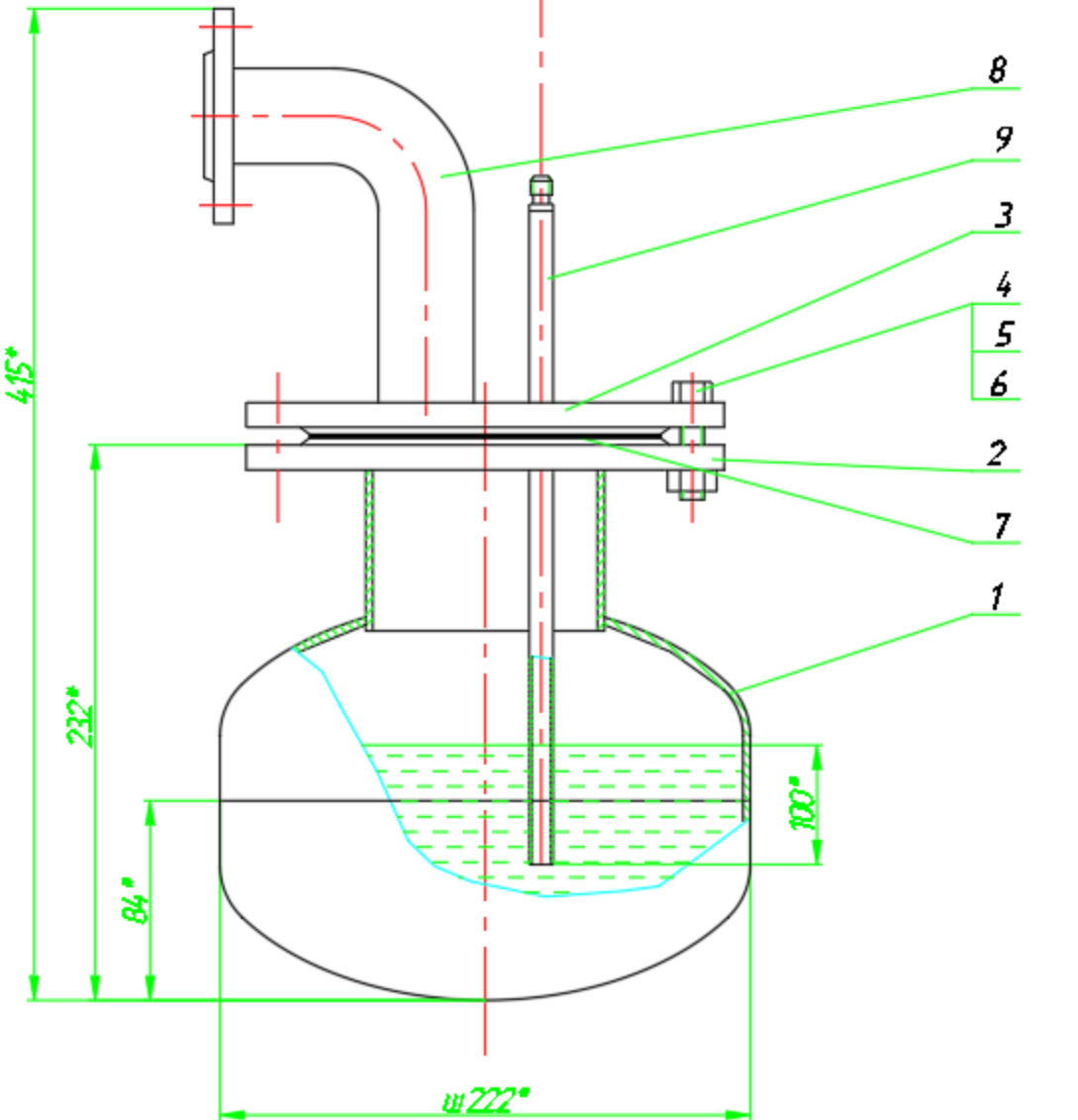
1. Укладка заготовки;  
2. Установка механизма, сборка деталей.



# ВЛОВЛЮВАЧ (До модернізації (Складальне креслення))

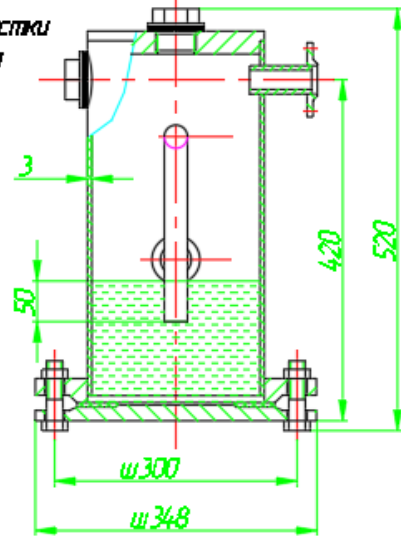
до мановакуметра

Схема приєднання вловлювача до котла



# ВЛОВЛЮВАЧ (Модернізований(Складальне креслення))

Пробка прачистки  
патрубка для  
приєднання  
вловлювача



до  
мановакуметра  
контрольна  
пробка  
зливу води

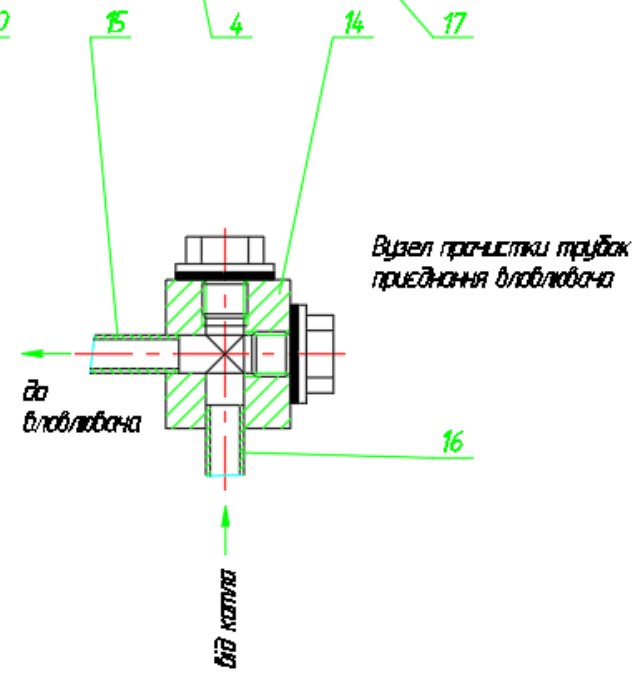
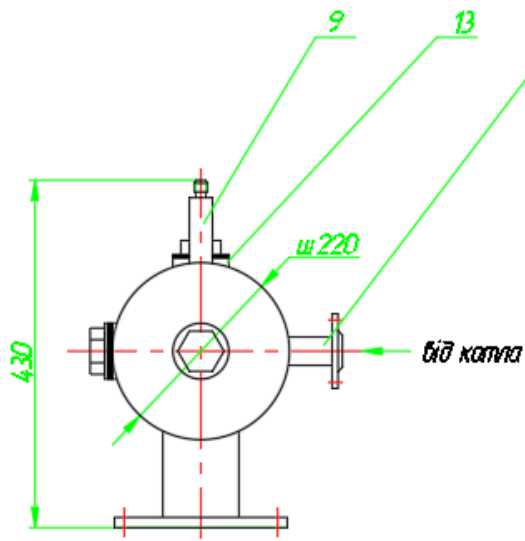
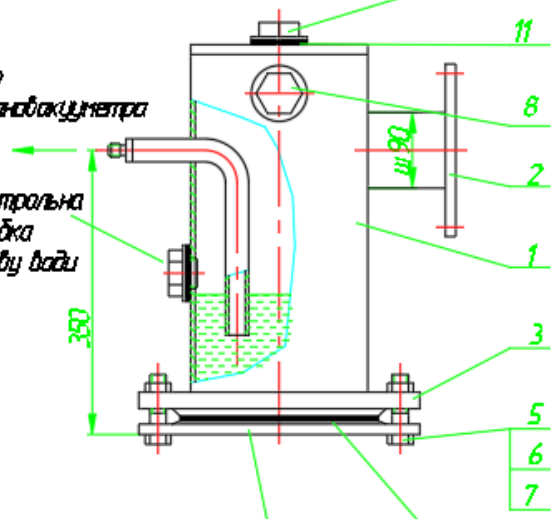
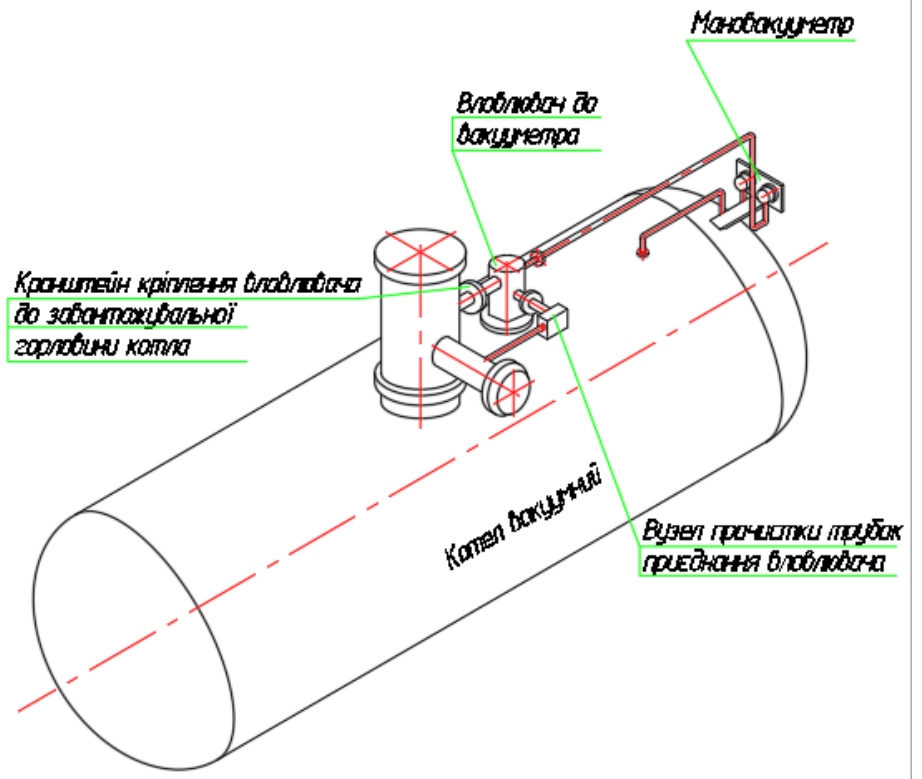
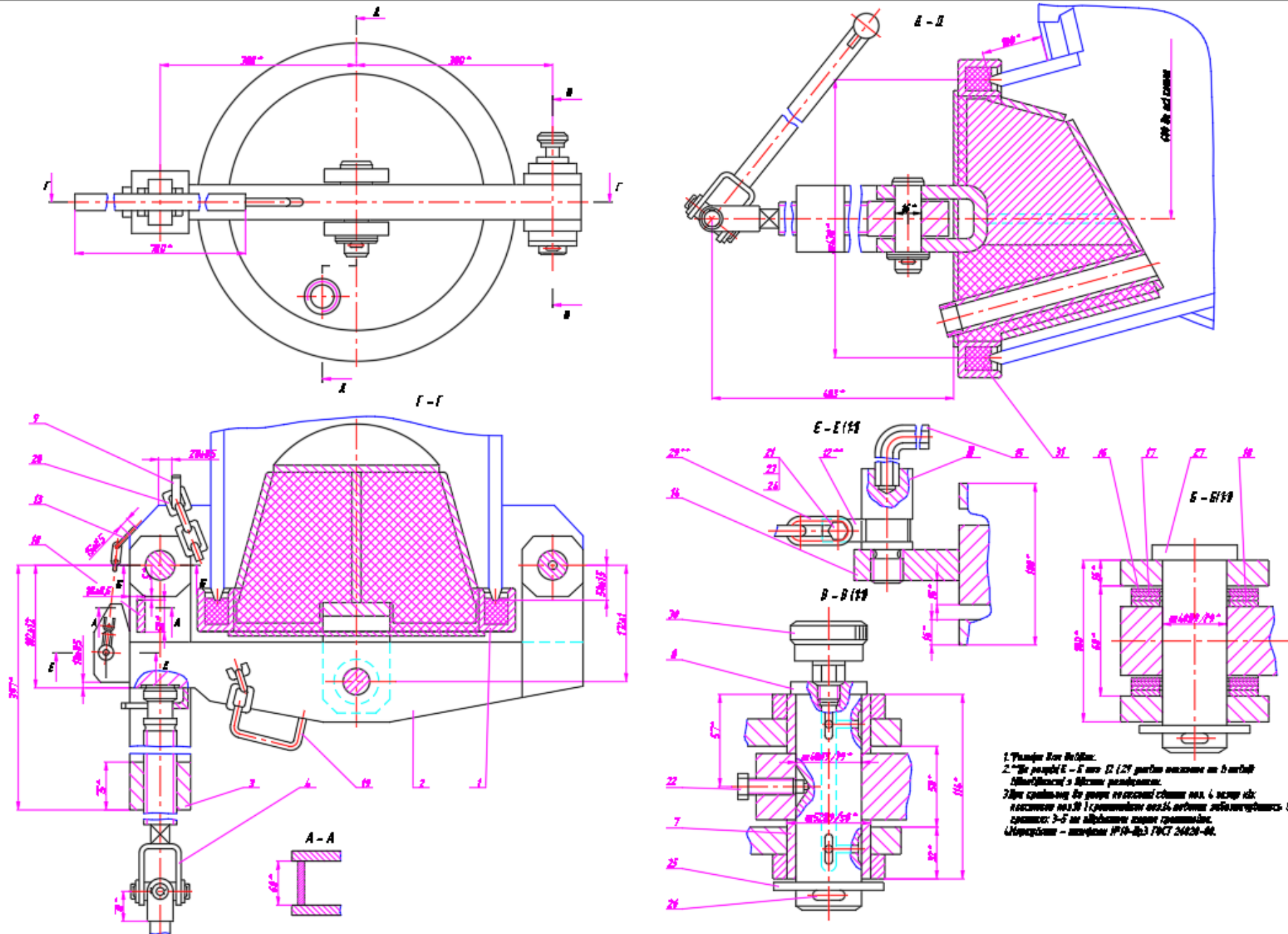


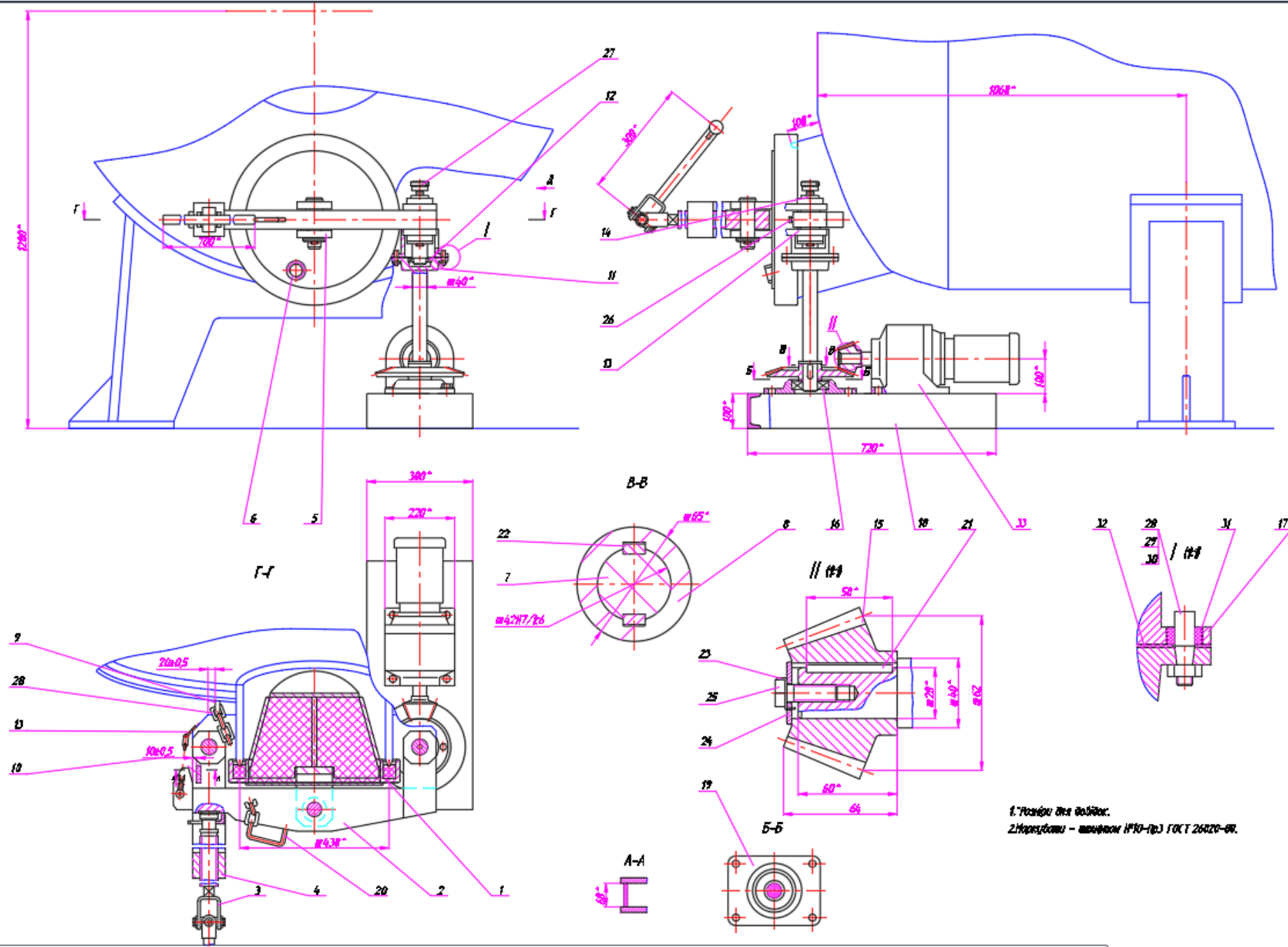
Схема приєднання вловлювача до котла



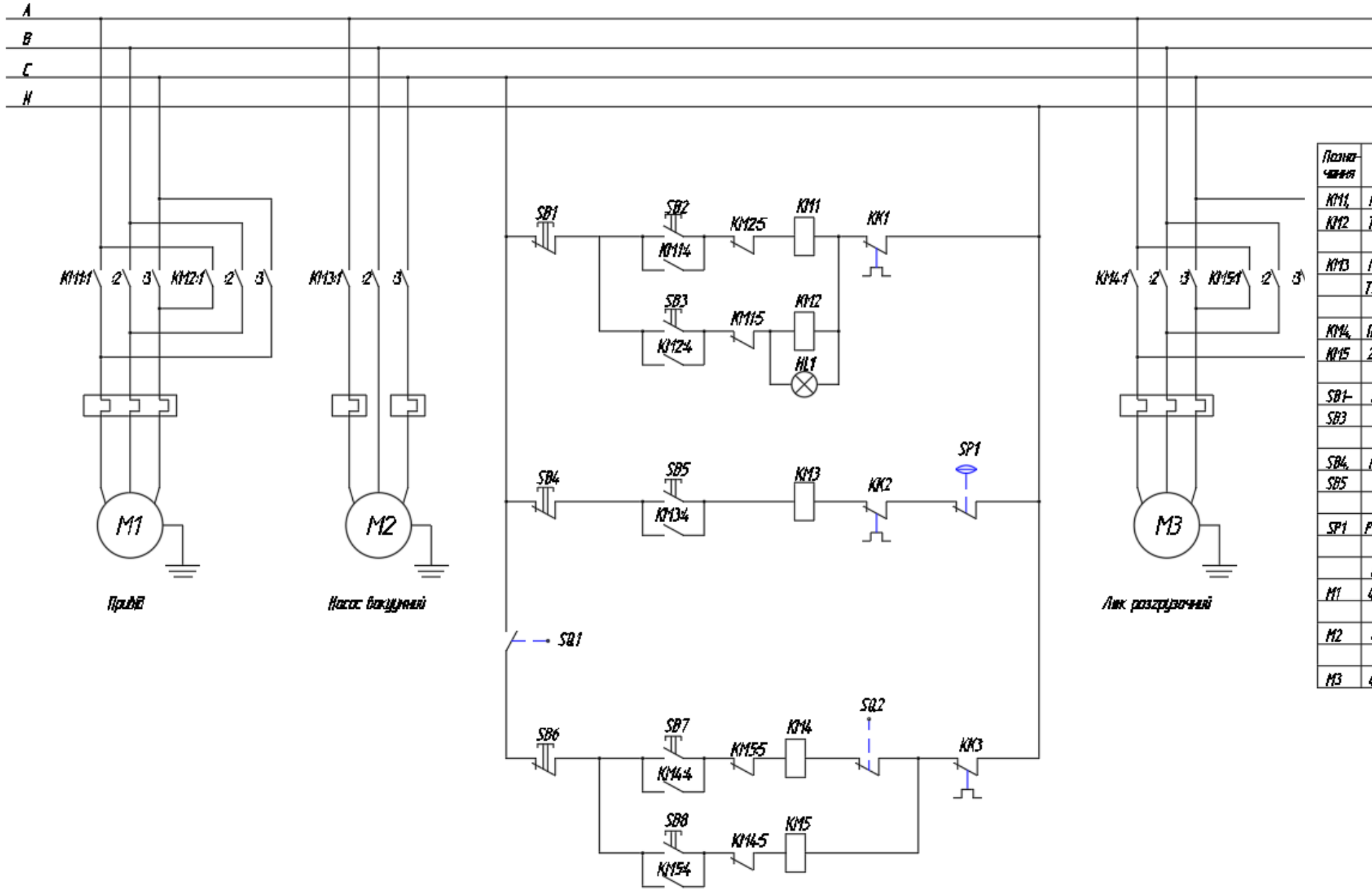
# ЛЮК ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИЙ (Складальне креслення)



# ЛЮК ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИЙ (Модернізований(Складальне креслення))



# ЛЮК ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИЙ (Модернізований(Складальне креслення))



Позначення	Найменування	К-сть	Примітки
KM1,	Пускоч ПМА-5610У3, 220 В, 50 Гц, 80 А,	1	
KM2	ТУ16-526.391-79		
KM3	Пускоч ПМЕ-222, 220 В, 50 Гц, 16 А, ТУ16-526.491-81	1	
KM4,	Пускоч магнітний реверсний ПМЕ-114,	1	
KM5	220 В, 50 Гц, 4А, ТУ16-526.491-81		
SB1-	Пост ПМЕ 222-292, ТУ16-526.216-78	2	
SB3			
SB4,	Пост ПМЕ 222-292, ТУ16-526.216-78	1	
SB5			
SP1	Фізе Велометричне РДВ 41411	1	
Електрооб'єкти ГОСТ 19523-81			
M1	4А132S4У3	1	
M2	4А132S4У3	1	Комплектно з насосом
M3	4АХ7180Р3	1	

## **Висновки**

В процесі виконання дипломного проекту модернізовано завантажувальну горловину, замінено кришки завантажувальної горловини, встановлено привід розвантажувального люка і замінено вловлювач сокових парів перед мановакууметром, що суттєво покращило мікроклімат в цеху виробництва.

Також проведено розрахунок товщини обичайки і корпусу котла, товщини їх еліптичних днищ, розрахунок зрізного штифта і розрахунок пропускної здатності запобіжного клапана, підбір параметрів приводу і розрахунок відкритої конічної прямозубої передачі.