

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: Хімічної технології високомолекулярних сполук

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВР
зі спеціальності 6.133: Галузеве машинобудування

Тема проекту: Виробництво вуглекислого марганцю. Барабанна сушарка для сушки кристалів вуглекислого марганцю продуктивністю за висушеним матеріалом 1700 кг/годину.

Виконав студент

Шуст В.В.

Залікова книжка:

№ _____

Захищений з оцінкою:

Керівник проекту

Романько С.М.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
 зі спеціальності 6.133: Галузеве машинобудування

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. Кафедрою

« ___ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВР

Студенту: Шуст В.В.

група ХМЗт-71ш курс IV

1. **Тема курсової роботи:** « Виробництво вуглекислого марганцю. Барабанна сушарка для сушки кристалів вуглекислого марганцю продуктивністю за висушеним матеріалом 1700 кг/годину»

2. **Вихідні дані:** Продуктивність 1700 кг/годину. Початкова вологість матеріалу $W_H=4,8\%$, кінцева $W_K=0,3\%$. Температура воздуха на вході в сушарку 90°C . Температура повітря на виході з сушарки 33°C , температура матеріалу на вході в сушарку 16°C , розмір частинок матеріалу 1,4 – 4,4 мм, теплові втрати 10%.

3. Перелік обов'язкового графічного матеріалу (листи А1)

3.1 Складальний кресленик 2хА1;

3.2 Технологічна схема А1;

3.3 Складальні креслення 2хА2

4. Література та матеріали, які рекомендуються: Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: Учеб. пособие для студентов / М.Ф. Михайлев, Н.П. Третьяков, А.И. Мильченко, В.В. Зобнин; Под общ. ред. М.Ф. Михайлева. Л.: Машиностроение, Ленингр. отдние, 1984. - 301 с., ил.

5. Контрольні терміни виконання: травень

Етап і розділи комплексного курсового проекту	ТИ Ж Д Е Н Ь					
	1, 2	3, 4, 5,6	7, 8, 9	10, 11, 12, 13	14	15
1 Опис схеми, апарата	х х					
2 Технологічна частина		х х х х				
3 Розрахунки на міцність, герметичність та стійкість			х х х			
4 Розробка креслень				х х х х		
5 Оформлення записки					х	
6 Захист проекту						х

6. Дата видачі завдання Березень 2021 р

7. Термін захисту курсової роботи Червень 2021р.

Керівник комплексної курсової роботи Романько В.В.

Реферат

Пояснювальна записка: 54 с, 3 рисунки, 1 додаток, 15 літературних джерел.

Графічні матеріали: складальне креслення апарата, технологічна схема, креслення складальних одиниць листів 4 формату А1.

Тема: Виробництво вуглекислого марганцю. Барабанна сушарка для сушки кристалів вуглекислого марганцю продуктивністю за висушеним матеріалом 1700 кг/годину.

Описано технологічний процес сушіння, технологічні основи процесу, конструкція апарата – барабанної сушарки.

Проведені технологічні розрахунки, в яких були розраховані матеріальний та тепловий баланси, конструктивні розрахунки для визначення розмірів апарата. Проведений підбір допоміжного обладнання.

Зроблені розрахунки на міцність та герметичність для перевірки працездатності сушарки. Описано монтаж та ремонт апарата. Проведений аналіз охорони праці на виробництві.

Ключові слова: АПАРАТ, КОРПУС, СУШАРКА БАРАБАННА, ПРОЦЕС, ВУГЛЕКИСЛИЙ МАРГАНЕЦЬ.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Технологічна частина.....	7
1.1 Опис технологічної схеми виробництва.....	7
1.2 Технологічні основи процесу	8
1.3 Опис конструкції основного апарату.....	10
1.4 Вибір конструкторських матеріалів.....	14
2 Технологічні розрахунки процесів та апарату.....	16
2.1 Матеріальний баланс	16
2.2 Тепловий баланс	17
2.3 Конструктивні розрахунки.....	21
2.4 Розрахунок гідравлічного опору апарата	23
2.5 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання.....	25
3 Розрахунок апарата на міцність та герметичність	31
3.1 Розрахунок товщини стінки барабана	31
3.2 Визначення товщини опорного бандажу сушарки	35
3.3 Розрахунок упорного ролика	38
4. Монтаж та ремонт апарата	40
4.1 Обґрунтування розміщення обладнання	40
4.2 Монтаж розробленого апарата	40
4.3 Ремонт апарата	43
5 Охорона праці	45
5.1 Техніка безпеки при експлуатації сушильних установок.....	45
5.2 Аналіз потенційних небезпек які виникають під час експлуатації обладнання.....	46
5.3 Характеристика готового продукту	48
5.4 Питання екології та раціонального використання сировини	48
5.5 Пожежна безпека	48
5.6 Електробезпека.....	49
5.7 Шум та вібрація, засоби захисту від них.....	49
5.8 Розрахунок захисного огороження від теплового ураження.....	49
Висновки	52
Література.....	53
Додатки.....	54

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум	Підпись	Дата				
Разраб.	Шуст				<i>Виробництво вуглекислого марганцю</i>	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Романько				<i>Пояснювальна записка</i>		4	54
Н. Контр.					ШИ Сум ДУ			
Утверд.								

Вступ

Видалення вологи з твердих і пастоподібних матеріалів називають сушінням. Після сушіння найчастіше підвищуються споживчі якості матеріалів і виробів. Сушка матеріалів також дозволяє зменшити транспортні і складські витрати.

Вологу видаляють механічними і тепловими (термічними) способами. Механічними способами видалення вологи є віджимання, фільтрування, відстоювання, центрифугування, промокання. При застосуванні термічних способів сушіння досягається більш повне видалення вологи, ніж при використанні механічних. Термічна сушка здійснюється за рахунок випаровування що міститься в матеріалі вологи при підводі до нього тепла. Механічні методи видалення вологи, як правило, застосовуються на стадії попереднього видалення вологи. Остаточо волога видаляється з матеріалу термічним сушінням.

Термічна сушка може бути природною (на відкритому повітрі) і штучною - в спеціальних сушильних установках штучна сушка протікає більш інтенсивно, тому в промислових умовах вона переважає.

Термічна сушка - складний тепло- і масообмінний процес. Він включає стадії підведення тепла до висушуючого матеріалу, перенесення вологи всередині матеріалу з його ядра на поверхню, випаровування вологи і перенесення парів вологи в газовій фазі від поверхні матеріалу в ядро потоку газової фази.

За способом підведення тепла до матеріалу термічну сушку ділять на:

- конвективну (тепло підводиться за рахунок контакту матеріалу з нагрітим газом-теплоносієм);
- контактну (передача тепла до матеріалу здійснюється через тверду, що відокремлює його від теплоносія стінку);
- радіаційну (теплота передається матеріалу інфрачервоними променями)
- діелектричну (нагрів матеріалу відбувається за рахунок перетворення енергії струмів високої частоти в теплову);
- сублимаційну (процес сублимації замороженої вологи, здійснюваний в глибокому вакуумі).

Найбільш поширені зі згаданих перші два методи термічної сушки.

Основним апаратом конвективного сушіння є барабанна сушарка яка являє собою зварений циліндр - барабан, на зовнішній поверхні якого

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

укріплені бандажні опори, кільця жорсткості і привідний зубчастий вінець; вісь барабана може бути нахилена до горизонту на кут до 4°.

Барабанні атмосферні сушарки - безперервної дії призначені для сушіння сипучих матеріалів топковим газом або нагрітим повітрям. Різновидом барабанних атмосферних сушарок є апарати з контактним підведенням тепла через спеціальну трубчасту насадку. На кінцях циліндричного корпусу барабанної сушарки є розподільні камери, що служать для подачі в барабан і відведення з нього висушуваного матеріалу і газоподібного теплоносія.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Технологічна частина

1.1 Опис технологічної схеми виробництва

Принципова схема прямоочною барабанної сушарки, що обігривається повітрям для сушки вуглекислого марганцю представлена на рис. 1.

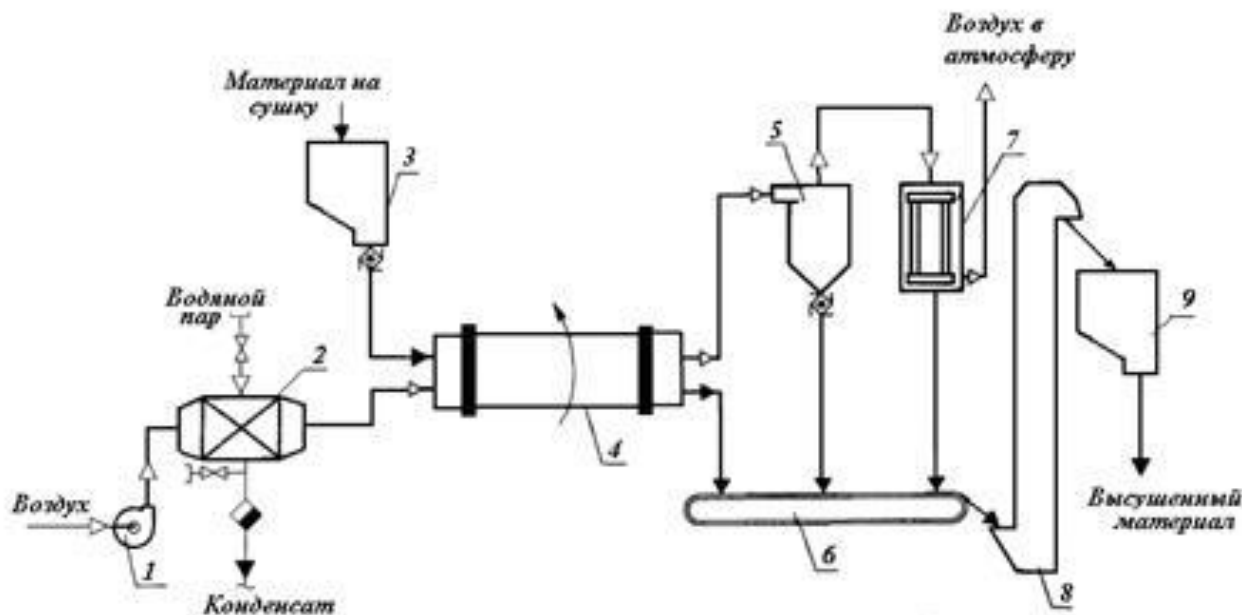


Рисунок 1 – Технологічна схема прямоочною барабанної сушарки
1 - вентилятор, 2 - калорифер, 3 - бункер, 4 - сушильний барабан, 5 - циклон, 6 - стрічковий конвеєр, 7 - рукавний фільтр, 8 - елеватор, 9 - бункер готової продукції

Вологий матеріал з бункера 1 за допомогою шлюзового живильника 8 подається в обертовий сушильний барабан 7. Паралельно матеріалу в сушарку подається повітря, нагріте в калорифері 9 насиченою водяною парою. Висушений матеріал з протилежного кінця сушильного барабана надходить на стрічковий конвеєр 6 і, далі, елеватором 5 подається в бункер готової продукції 4, з якого надходить на упаковку.

Відпрацьоване повітря перед викидом в атмосферу очищається від пилу в циклоні 2. При необхідності проводиться додаткове очищення повітря в рукавному фільтрі 3 або мокрих пилоуловлювачах.

Транспортування сушильного агента через сушильну установку здійснюється за допомогою вентилятора 10.

Конденсат з калорифера відводиться через конденсатовідвідника.

Основними регульованими параметрами установки є:

- вологість готового продукту;
- температура сушильного агента на вході в сушарку;
- витрата вологого вихідного матеріалу.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.133.21.07.00.00.00 ПЗ

Арк.

7

Вологість готового продукту регулюється зміною витрати сушильного агента, регулювання температури сушильного агента (повітря) здійснюється зміною витрати пара, що надходить в калорифер.

1.2 Технологічні основи процесу

У конвективних сушарках тепло процесу несе газоподібний сушильний агент (нагріте повітря, топкові гази або суміш їх з повітрям), безпосередньо дотичний з поверхнею матеріалу. Пари вологи несуться тим же сушильним агентом. У сушарках багатьох типів висушується сушильний агент служить не тільки тепло- і вологоносителем, але і транспортує середовищем для дисперсного матеріалу.

Якщо зіткнення висушуваного матеріалу з киснем повітря неприпустимо або якщо пари вологи, що видаляється вибухо- або вогнебезпечні, сушильним агентом служать інертні до висушують матеріалу гази: азот, діоксид вуглецю, гелій та інші інертні гази або перегрітий водяну пару.

Швидкість процесу сушіння вологого матеріалу нагрітим повітрям залежить від інтенсивності зовнішнього і внутрішнього тепло- і масообміну, тому що від цих процесів залежить кількість вологи, підведеної до поверхні випаровування.

У найпростішому вигляді процес сушіння здійснюється таким чином, що сушильний агент, нагрітий до гранично допустимої для висушується температури, використовується в сушильному апараті одноразово. Цей процес називається основним. Зниження температури термолабільних матеріалів забезпечується створенням додаткової поверхні нагрівання всередині сушильної камери або нагріванням повітря по ходу процесу за рахунок тепла, повністю вноситься в сушильну камеру. У процесі сушіння у вологому матеріалі відбувається перенос вологи, як у вигляді рідини, так і у вигляді пари.

Вивчення закономірностей переносу вологи і теплоти може йти двома шляхами:

-на основі молекулярно-кінетичного методу, тобто вивчення мікроскопічної картини відбуваються при цьому процесів і осмислення фізичної сутності окремих складових складного явища.

-на основі понять термодинаміки процесу. Вивчає макроскопічні властивості тіл і системи тіл і процеси їх взаємодії, не цікавлячись поведінкою окремих молекул.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перенесення газоподібної речовини може відбуватися молекулярним шляхом за рахунок хаотичного переміщення окремих молекул (дифузія) або за рахунок спрямованого переміщення молекул, коли кожна з них рухається незалежно один від одного (Ефузія), і молярним шляхом, коли переміщуються групи, скупчення молекул під дією різниці тисків в різних точках тіла.

Для сушки матеріалів, що вимагають підвищеної вологості сушильного агента і невисоких температур, застосовують пристрої, що забезпечують рециркуляцію (повернення) частини відпрацьованого повітря в сушарку, а також сушарки з проміжним підігрівом повітря між окремими ступенями (або зонами) і одночасної рециркуляцією його. При сушінні важко сохне матеріалу або для поліпшення його сипучості застосовують рециркуляцію частини висушеного продукту, тобто повернення його на вхід сушарки і змішання з вихідним матеріалом.

Коли видаляється з матеріалу рідина є цінним продуктом (спирти, ефіри, вуглеводні та інші розчинники), а також при сушінні вогне- та вибухонебезпечних матеріалів застосовують схеми з повністю замкнутим циклом інертних газів, що включають додатково пристрої для конденсації і видалення з системи випаровується вологи і одночасного здійснення циркулюючих в системі газів.

Перераховані схеми є варіантами основного процесу і знаходять широке застосування в багатьох виробництвах хімічної промисловості.

Механізм конвективного сушіння можна представити таким чином. При введенні вологого тіла в середовище з нагрітим газом відбувається перенесення тепла до поверхні матеріалу, обумовлений різницею температур між ними, нагрів його і випаровування вологи. При цьому підвищується парціальний тиск поблизу поверхні тіла, що і призводить до переносу парів вологи в навколишнє середовище. В результаті випаровування вологи з поверхні і відведення пари, що утворилася виникає градієнт концентрації вологи в матеріалі, який є рушійною силою внутрішнього переміщення її з глибинних шарів до поверхні випаровування. При переміщенні відбувається порушення зв'язку вологи з речовиною твердого тіла, що вимагає додаткових витрат енергії понад ту, яка необхідна для пароутворення. Тому швидкість процесу залежить від характеру або форми зв'язку вологи з сухою речовиною матеріалу.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Опис конструкції основного апарату

Основний елемент барабанної сушарки (рисунок 2) - сушильна камера - являє собою похилий циліндричний зварний обертовий барабан 1, на корпус якого надіті два бандажа 10 і зубчастий вінець 7.

Бандажами барабан спирається на вільно обертові ролики, встановлені на рамках опорної 4 і опорно-упорної станцій 5. Два упорних ролика на рамі опорно-упорної станції обмежують осьове зміщення барабана. Барабан обертається навколо своєї осі зі швидкістю 0,5 ... 8 об / хв. Обертання барабану передається від електродвигуна 15 через редуктор 16, змонтованих на загальній рамі (приводний станція 6), і зубчасту передачу. Зубчаста передача закрита кожухом 9.

По обох кінцях барабана встановлюють камери, необхідні для завантаження 2 і вивантаження матеріалу 3, а також для підведення і відведення сушильного агента. Збірка обертового барабана з завантажувального і розвантажувального камерами здійснюється через стрічкові ущільнення 14, які запобігають великим підсмоктування повітря ззовні і зменшують витрата енергії на вентилятор. У одного з кінців обертового барабана встановлюється пристрій живлення, а в іншого - розвантажувальний пристрій для введення і виведення з апарату оброблюваного твердого речовини.

Усередині корпусу з боку завантажувальної камери на довжині, що дорівнює 800 мм, розміщується розподільна, насадка 12 у вигляді шести гвинтових лопатей, за якої на всьому протязі барабана розташовується основна насадка 13. Насадки сприяють рівномірному розподілу і перемішування матеріалу, що висушується по перетину барабана, а також його тісний контакт з сушильним агентом при пересипанні. Форма основної насадки відповідає властивостям матеріалу, що висушується. Для добре сипких матеріалів з частинками середнім розміром менше 1 мм, до яких, зокрема, відноситься і наш матеріал, в якості основної насадки застосовують підйомно-лопатеву насадку, виходячи з властивостей матеріалу, що висушується.

У розвантажувального кінця барабана є підпірні пристрій, призначення якого полягає в підтримці певної міри заповнення барабаном матеріалу.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

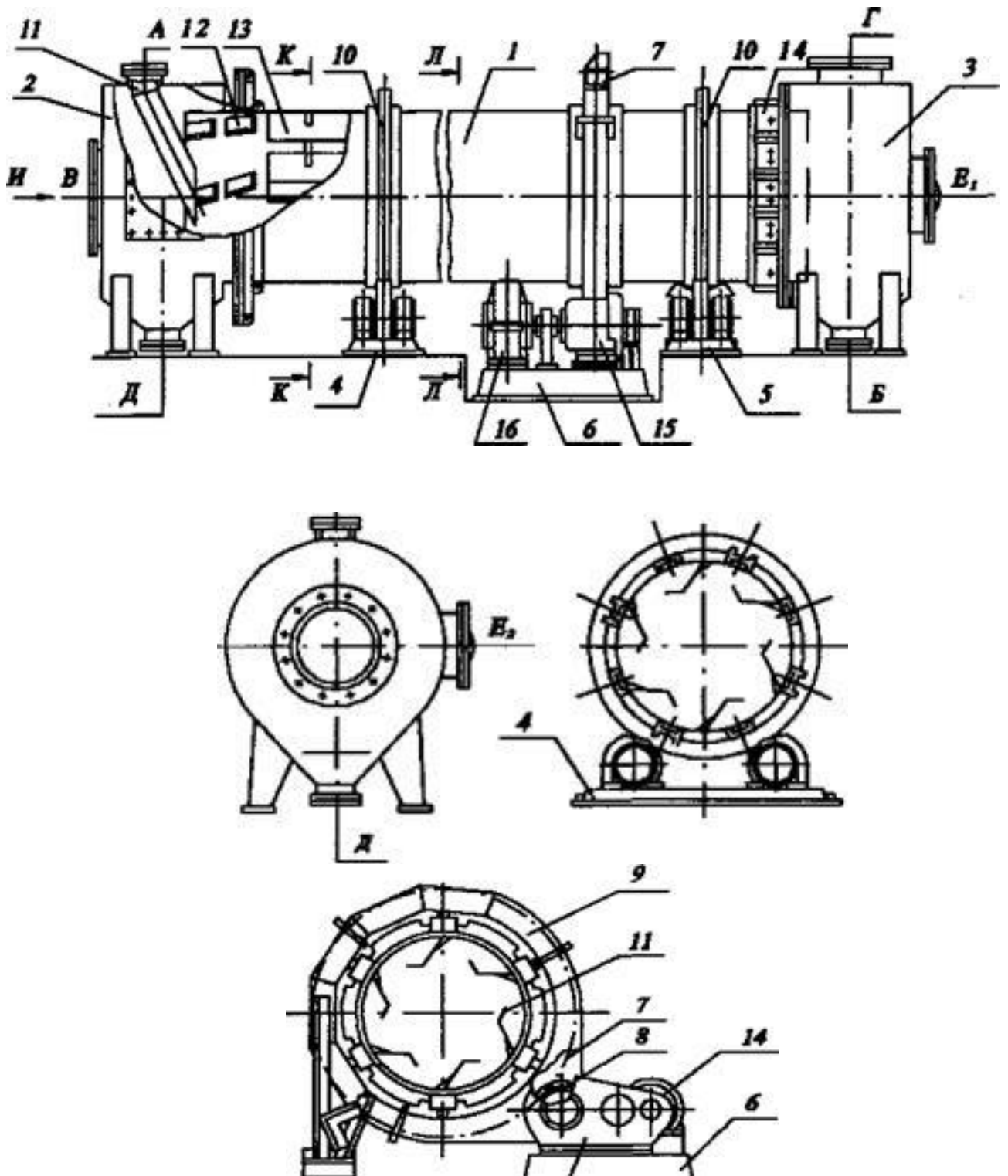


Рисунок 2 - Барабана сушарка

1-корпус; 2-завантажувальний камера; 3-розвантажувальна камера; 4-опорна станція; 5-опорно-упорна станція; 6-приводний станція; 7-вінцева шестерня; 8-підвенцева шестерня; 9-захисний кожух; 10-бандаж; 11-тічка; 12-розподільна насадка; 13-підйомно-лопатевая насадка; 14-стрічкове ущільнення; 15-електродвигун; 16-редуктор.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.133.21.07.00.00.00 ПЗ

Арк.

11

Розглянемо конструкцію основних елементів барабана докладніше.

Бандажі.

Бандажі служать для передачі тиску від ваги всіх обертових частин апарату на опорні ролики. Бандажі представляють собою кільця прямокутного перерізу. У проєктованій барабанній сушарці застосовується вільне кріплення бандажів через можливе значне теплове розширення барабана. Крім того, вільно надіті бандажі є найбільш економічними. При цьому бандажі надягають на черевики, повернені голівками в різні боки для попередження осьового зсуву бандажів. Бандаж надягати не безпосередньо на кожух, а між ними прокладаються підкладка і від однієї до трьох прокладок товщиною 10 ... 20 мм кожна, які утворюють кільце жорсткості, що не допускає зминання кожуха в місцях опори. Підбором товщини регульовальних підкладок досягається поєднання центрів барабана і бандажа. Башмаки кріпляться до барабану зварюванням.

Опорні ролики.

Ролики опорних станцій приймають на себе навантаження від ваги всіх обертових частин. Ролики закріплюються на валу, що лежить в двох підшипниках. Підшипники роликів робляться легкими перпендикулярно до осі сушарки і відповідно встановлюються на санчатах. Причина цього в наступному. При двох бандажах останні повинні спиратися в чотирьох точках, що не завжди легко здійснити без регулювання положення підшипників. Крім того, знос роликів або можливість осаду фундаменту під одним і бандажів може привести до часткового розвантаження одних роликів за рахунок інших. Наявність ковзають підшипників дає можливість компенсувати всі зазначені недоліки. Підшипники кожного ролика встановлюються на одній загальній рамі, звареної з фасонних профілів, покритої сталевими листами. Прорізи в останніх для болтів рухливих підшипників робляться продовгуватими. Крім того, рухливі підшипники впираються в упорні болти.

Венцеві шестерні.

Передача крутного моменту від двигуна через редуктор до барабану здійснюється за допомогою циліндричної зубчастої передачі. Обертання передається від малої шестерні, що сидить на вихідному валу редуктора, до основної, так званої венцеві шестірні, змонтованої на барабані. Вона являє собою досить відповідальну деталь, що працює при високій напрузі. Венцева шестерня відливається з двох половин, що з'єднуються болтами. З причини відсутності небезпеки появи великих температурних напружень венцеві шестерня кріпиться жорстко до корпусу барабанної сушарки. Центрування

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк. 12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вінця виробляється за допомогою регулюючих підкладок, поміщених між шестернею і черевиками.

Башмаки кріпляться до барабану болтами (що трохи полегшує зміну вінця) з простими головками, розміщеними з внутрішньої сторони барабана.

Для дрібнокускових, сильно сипучих матеріалів широко застосовуються розподільні насадки. Сушка тонкоподрібнених, які пилять проводиться в барабанах, що мають перевалочну насадку з закритими осередками. Іноді використовують комбіновані насадки, наприклад підйомно-лопатева (в передній частині апарату і розподільну. Типи насадок представлені на рис. 3. Основний матеріал для виготовлення барабанів сушарок, завантажувальних і розвантажувальних камер - вуглецеві сталі. У технічно обґрунтованих випадках додаткове виготовлення барабанів, розвантажувальних і розвантажувальних камер частково або повністю з жаростійких сталей спеціальних марок. Барабанні вакуумні сушарки працюють, як правило, періодично і їх застосовують для сушіння термочутливих матеріалів від води та органічних розчинників, а також для сушіння токсичних матеріалів. залежно від властивостей матеріалу і вимог до готової продукції застосовують сушарки середнього або глибокого вакууму. Вакуумні барабанні сушарки застосовують в основному у виробництві полімерних матеріалів.

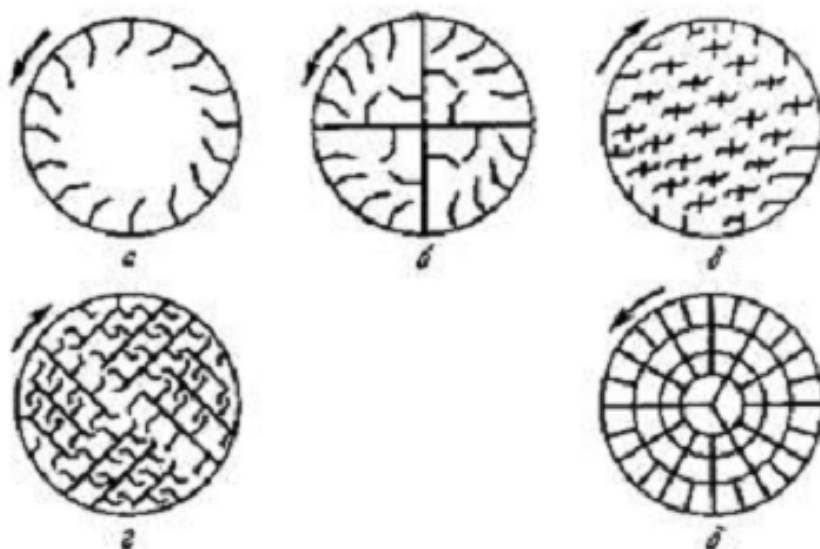


Рисунок 3 - Типи насадок барабанних сушарок

а – підйомно - лопатева; б - секторальна;

в, г - розподільна; д - перевалочна.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепловий і температурний режими роботи барабанних сушив незмінні в часі. Температура і вологість матеріалу, що висушується при цьому змінюються по довжині барабана в міру просування матеріалу від завантажувального до розвантажувального кінця сушила: температура зростає, а вологість зменшується. Температура і вологовміст сушильного агента (в якості якого зазвичай використовується суміш димових газів і повітря) також відповідно змінюються по довжині сушильного барабана: температура падає, а вміст вологи зростає за рахунок переходу вологи з матеріалу в сушильний агент. Передача тепла до поверхні матеріалу, що висушується з урахуванням порівняно низького температурного рівня здійснюється в основному конвекцією в деякій мірі випромінюванням. У цих сушилах протікає зазвичай проточний режим теплообміну. Однак лімітуючою ланкою процесу сушіння в цих установках є уповільнена тепло- і масопередача всередині шару компонента. Тому з метою інтенсифікації процесу сушіння конструктивно передбачається розпушення і перегрівання шару компонента спеціальними лопатками на стінах барабана.

1.4 Вибір конструкторських матеріалів

При виборі і створенні апаратури необхідно враховувати такі важливі фактори, як теплове навантаження апарату, температурні умови процесу, фізико-механічні параметри робочих середовищ, умови сушіння, характер гідравлічних з'єднань, вид матеріалу і його корозійну стійкість, простота пристрою і компактність, розташування апарату, взаємний напрямок руху робочих середовищ, можливість очищення поверхні сушки від забруднень, витрата металу на одиницю переданої теплоти і інші техніко-економічні показники.

Економічне використання якісних матеріалів, високий рівень технології виготовлення і повне використання всіх досягнень теплопередачі дають можливість вибору і створення раціональних теплообмінних апаратів, задовольняють всіх перерахованим вимогам.

Хімічні продукти в тій чи іншій мірі завжди викликають корозію матеріалу апарату, тому для виготовлення їх застосовуються різні метали (залізо, чавун, алюміній) і їх сплави. Найбільше застосування знаходять сталі. Завдяки здатності змінювати свої властивості в залежності від складу, можливості термічної і механічної обробки сталі з низьким вмістом вуглецю добре штамнуються, але погано обробляють різанням.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Добавки інших металів - легуючих елементів - покращують якість сталей і надають їм особливі властивості, наприклад, хром покращує механічні властивості, зносостійкість і корозійну стійкість; нікель підвищує міцність, пластичність; кремній збільшує жаростійкість.

Легуючі елементи позначаються буквами: Х - хром, Н - нікель, М - молибден, Г - марганець, С - кремній, Т - титан, Д - мідь, Ю - алюміній і т.д. .

Сталі звичайного якості застосовують для виготовлення апаратів, що працюють під надлишковим тиском до 6 Па при температурах 30 ° С до + 425 ° С. Для більш жорстких умов застосовують вуглецеві сталі поліпшеної якості - марок 15К і 20К.

Для підвищення термостійкості і міцності застосовують низьколеговані сталі 10Г2С1, 16ГС, 30Х, 40Х, що дозволяє використовувати апарати при температурах від 70 ° С до + 550 ° С.

Для підвищення кислотостійкості і жароміцних апаратів їх виготовляють з хромонікелевих сталей марок 08Х18Н10Т, 12Х18Н9Т.

Для дуже агресивних середовищ застосовуються високолеговані сталі, наприклад 06ХН28МДТ.

Так як в барабанній сушарці здійснюється технологічний процес із застосуванням агресивного продукту, то для забезпечення безпечної роботи для виготовлення апарату прийнята корозійностійка сталь аустенітного класу 12Х18Н10Т, що відрізняється стійкістю майже до всіх агресивних середовищ і відноситься. Дана сталь добре деформується в гарячому і холодному стані і легко зварюється, що полегшує виготовлення корпусних деталей методом гнуття і забезпечує високу якість зварювальних швів.

До недоліків цієї сталі слід віднести велику в'язкості, вона гірше піддається механічній обробці. Однак, враховуючи що механічна обробка конструктивних елементів апарату здійснюється тільки за місцем стику зварних елементів конструкції, то цей фактор не має істотного впливу в цілому на вартість виготовлення апарату.

Матеріал зовнішньої оснастки, кріпильних елементів, арматури, і інші, що не мають контакту з робочим середовищем, приймаємо конструкційну сталь 20. Вибір на користь цієї сталі зроблений через її порівняно дешевизну, хорошою оброблюваністю і досить високими фізико-механічними властивостями.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Технологічні розрахунки процесів та апарату

2.1 Матеріальний баланс

Кількість вологого матеріалу, що надходить в сушарку, дорівнює G_0 , а його вологість U_0 масових відсотків. В результаті сушіння виходить G_k висушеного матеріалу (вологістю U_k масових відсотків) і W випаруваної вологи.

Тоді матеріальний баланс по всьому кількості речовини виразиться рівнянням

$$G_0 = G_k + W \quad (2.1)$$

Матеріальний баланс по абсолютно сухій речовині, кількість якого не змінюється в процесі сушіння

$$G_0 \cdot (100 - U_0) = G_k \cdot (100 - U_k) \quad (2.2)$$

Спільне рішення рівнянь матеріального балансу дозволяє отримати залежності для визначення кількості:

вологого матеріалу

$$G_0 = G_k \cdot \frac{100 - U_k}{100 - U_0} \quad (2.3)$$

$$G_0 = 1700 \cdot \frac{100 - 0,3}{100 - 4,8} = 1780 \text{ кг/год}$$

випаруваної волозі

$$W = G_0 \cdot \frac{U_0 - U_k}{100 - U_k} \quad (2.4)$$

$$W = 1780 \cdot \frac{4,8 - 0,3}{100 - 0,3} = 80 \text{ кг/год.}$$

Секундна продуктивність:
по вологому матеріалу

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_0 = \frac{1780}{3600} = 0,49 \text{ кг/с};$$

по висушеному матеріалу

$$G_k = \frac{1700}{3600} = 0,47 \text{ кг/с};$$

по випаруваної волозі

$$W = \frac{380}{3600} = 0,02 \text{ кг/с}.$$

2.2 Тепловий баланс

Виходячи з технічних умов на матеріал вибираємо параметри повітря в сушарці. Температура повітря на вході в сушарку $t_1 = 90^\circ\text{C}$, на виході з неї $t_2 = 60^\circ\text{C}$. Температура матеріалу на вході в сушарку $t_{\text{нм}} = 16^\circ\text{C}$, на виході – $t_{\text{км}} = 33^\circ\text{C}$.

Параметри зовнішнього повітря визначаємо з урахуванням географічних умов, тобто середньорічні параметри: $t_0 = 10^\circ\text{C}$ и $\phi_0 = 65\%$. Цим параметрам відповідає вологомiсткiсть $x_0 = 0,005 \text{ кг/кг}$ i ентальпiя $I_0 = 23 \text{ кДж/кг}$. Інші параметри характерних точок процесу сушіння визначаємо по діаграмі стану J-x повітря.

Параметри повітря на вході в сушарку:

$$x_1 = 0,005 \text{ кг/кг}; t_1 = 90^\circ\text{C}; I_1 = 103 \text{ кДж/кг}.$$

Параметри повітря на виході з сушарки:

$$x_2 = 0,016 \text{ кг/кг}; t_1' = 68^\circ\text{C}; I_1' = I_1 = 103 \text{ кДж/кг}.$$

Далі складаємо тепловий баланс сушарки.

Тепло, яке надходить з повітрям

$$Q_1 = L \cdot I_0 \quad (2.5)$$

тепло, яке надходить з матеріалом

$$Q_2 = G_k \cdot c_m \cdot t_{\text{нм}} \quad (2.6)$$

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тепло, яке надходить з випаровуваною вологою матеріалу

$$Q_3 = W \cdot c_B \cdot t_{HM} \quad (2.7)$$

тепло, отримане в теплообміннику позначимо через Q_4 ;
тепло, віднесене сушильним агентом

$$Q_5 = L \cdot I_2 \quad (2.8)$$

тепло, винесене з сушарки з парами вологи, що випарувалася з матеріалу

$$Q_6 = W \cdot i_{II} \quad (2.9)$$

тепло, що пішло з висушеним матеріалом

$$Q_7 = G_K \cdot c_M \cdot t_{KM} \quad (2.10)$$

тепло втрат $Q_{пот}$.

Запишемо рівняння приходу і витрати тепла

$$Q_{прих} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad (2.11)$$

$$Q_{расх} = Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_{пот} \quad (2.12)$$

звідки рівняння теплового балансу

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_{пот} \quad (2.13)$$

Вирішуючи рівняння теплового балансу щодо ентальпії відпрацьованої суміші, отримаємо

$$I_2 = I_1 - \frac{\Delta}{l} \quad (2.14)$$

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Δ – різниця питомих витрат теплоти в реальній і в теоретичній сушарках, що враховує витрату тепла на нагрів матеріалу і втрати тепла на нагрів матеріалу і втрати теплоти в навколишнє середовище

$$\Delta = \frac{G_k}{W} \cdot c_m \cdot (t_{km} - t_{hm}) - c_b \cdot t_{hm} + q_{п} \quad (2.15)$$

де $c_m = 1,43$ кДж/кг·к – теплоємність матеріалу, $c_b = 4,19$ кДж/кг·К - теплоємність води.

Питома витрата повітря

$$l = \frac{1}{x_2 - x_0} \quad (2.16)$$

$$l = \frac{1}{0,016 - 0,005} = 90,91 \text{ кг/кг.}$$

Загальна витрата повітря

$$L = l \cdot W \quad (2.17)$$

$$L = 90,91 \cdot 0,02 = 1,8 \text{ кг/с.}$$

Витрата тепла на сушку

$$Q = \frac{W \cdot (I_1 - I_0)}{x_2 - x_0} \quad (2.18)$$

$$Q = \frac{0,02 \cdot (103 - 23)}{0,016 - 0,005} = 145 \text{ кВт.}$$

Питома витрата на сушку

$$q = \frac{Q}{W} \quad (2.19)$$

$$q = \frac{145}{0,002} = 7,25 \text{ кДж/кг.}$$

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Втрати тепла в розмірі 10%

$$q_{\text{пот}} = 0,1 \cdot q \quad (2.20)$$

$$q_{\text{ном}} = 0,1 \cdot 7250 = 0,725 \text{ кДж/кг.}$$

отже

$$\Delta = \frac{0,47}{0,02} \cdot 1,43 \cdot (33 - 16) - 4,19 \cdot 16 + 7,25 = 85 \text{ кДж/кг.}$$

Тоді ентальпія повітряної суміші на виході з сушарки

$$I_2 = I_1 - \frac{\Delta}{\ell} \quad (2.21)$$

$$I_2 = 103 - \frac{85}{7,25} = 91,3 \text{ кДж/кг.}$$

Значенням $I_2 = 91,3$ кДж/кг і $x_2 = 0,016$ кг/кг згідно по I–x діаграмі температура повітря: $t_2 = 60^\circ\text{C}$, що узгоджується з прийнятим раніше значенням, при цьому виконується умова $t_2 < t_{\text{км}}$.

Згідно з рекомендаціями (табл. 10.2) [3] приймаємо при насипної щільності матеріалу $\rho = 760$ кг/м³, швидкість повітря в сушарці $\omega_r = 1,0$ м/с. По табл. 9 [5] коефіцієнт заповнення барабана при лопатевої насадці: $\beta = 0,2$. Щільність повітряної суміші при середній температурі

$$t_{\text{cp}} = \frac{t_1 + t_2}{2} \quad (2.22)$$

$$t_{\text{cp}} = \frac{90 + 60}{2} = 75 \text{ }^\circ\text{C}$$

має значення

$$\rho_v = \frac{M \cdot T_0}{22,4 \cdot (T_0 + t_{\text{cp}})} \quad (2.23)$$

$$\rho_v = \frac{114 \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + 75)} = 4 \text{ кг/м}^3.$$

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Конструктивні розрахунки

Попередньо визначаємо внутрішній діаметр сушильного барабана

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot L}{\pi \cdot \rho_B \cdot (1 - \beta) \cdot \omega_r}} \quad (2.24)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,8}{3,14 \cdot 4 \cdot (1 - 0,2) \cdot 1}} = 0,85 \text{ м,}$$

приймаємо $D = 1,0$ м.

Згідно табл. 9 [5] приймаємо напругу барабана сушарки по волозі $A_v = 21$ кг/м³·ч, залежне від типу сушарки, виду матеріалу, що висушується і інших факторів.

Обсяг сушильного барабана

$$V_6 = \frac{W}{A_v} \quad (2.25)$$

$$V_6 = \frac{80}{21} = 3,75 \text{ м}^3.$$

Попередня довжина барабана

$$L_6 = \frac{4 \cdot V_6}{\pi \cdot D^2} \quad (2.26)$$

$$L_6 = \frac{4 \cdot 3,75}{3,14 \cdot 1,0^2} = 4,8 \text{ м,}$$

приймаємо $L_6 = 6,0$ м.

Товщину футерування і обичайки барабана приймаємо: $\delta = 0,1$ м.

Зовнішній діаметр барабана

$$D_H = D + 2 \cdot \delta \quad (2.27)$$

$$D_H = 1 + 2 \cdot 0,1 = 1,2 \text{ м.}$$

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По табл. 10.1 [3] приймаємо барабанну сушарку з наступними параметрами:

зовнішній діаметр барабана $D_H = 1000$ мм;

довжина барабана $L = 6000$ мм;

Маса матеріалу в сушильному барабані

$$M = 0,785 \cdot D^2 \cdot L_{\sigma} \cdot \beta \cdot \rho \quad (2.28)$$

$$M = 0,785 \cdot 1^2 \cdot 6 \cdot 0,2 \cdot 760 = 716 \text{ кг.}$$

Час перебування матеріалу, що висушується в сушарці

$$\tau = \frac{M}{G_k} \quad (2.29)$$

$$\tau = \frac{716}{0,47} = 1523 \text{ с} = 25,4 \text{ хв} = 0,4 \text{ год.}$$

Число оборотів барабана стосовно до даних умов експлуатації

$$n = \frac{L}{a \cdot \tau \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot D} \quad (2.30)$$

По табл. 34 [1] значення коефіцієнта для сушарки діаметром $D = 1000$ мм і лопатевою насадкою: $a = 1,2$. Кут нахилу барабана приймаємо: $\alpha = 3^\circ$, тоді $\operatorname{tg} \alpha = 0,0524$. Отже

$$n = \frac{6000}{1,2 \cdot 25,4 \cdot 0,0524 \cdot 1000} = 3,7 \text{ об/хв.}$$

Потужність, що витрачається на обертання барабана

$$N = 0,078 \cdot D^3 \cdot L \cdot \rho \cdot \sigma \cdot n \quad (2.31)$$

де $\sigma = 0,053$ – коефіцієнт, що залежить від виду насадки і ступеня заповнення барабана (табл. 35) [1]; $n = 0,06$ об/с – частота обертання барабана.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = 0,78 \cdot 1^3 \cdot 6 \cdot 760 \cdot 0,053 \cdot 0,06 = 1,53 \text{ кВт}$$

З діапазону потужностей приводу барабана для обраної сушарки приймаємо $N = 2,2$ кВт, при цьому враховуємо ККД приводу і наявність пускових моментів.

2.4 Розрахунок гідравлічного опору апарата

Визначимо еквівалентний діаметр сушильного барабана. Довжина лопаті $l_0 = 280$ мм, кількість лопатей $z = 8$, отже, периметр поверхні, що контактує з сушильним агентом

$$\Pi = \pi \cdot D + 2 \cdot z \cdot l_0 \quad (2.32)$$

$$\Pi = 3,14 \cdot 1,0 + 2 \cdot 8 \cdot 0,28 = 7,62 \text{ м.}$$

Вільна площа перетину корпусу сушарки без урахування товщини лопатей

$$f = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (2.33)$$

$$f = \frac{3,14 \cdot 1^2}{4} = 0,785 \text{ м}^2.$$

Еквівалентний діаметр сушильного барабана

$$d_{\text{екв}} = \frac{4 \cdot f}{\Pi} \quad (2.34)$$

$$d_{\text{екв}} = \frac{4 \cdot 0,785}{7,62} = 0,412 \text{ м.}$$

Уточнимо швидкість руху сушильного агента по прийнятому діаметру барабана ($D = 1000$ мм):

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\omega_r = \frac{4 \cdot L}{\pi \cdot \rho_B \cdot (1 - \beta) \cdot D^2} \quad (2.35)$$

$$\omega_r = \frac{4 \cdot 0,73}{3,14 \cdot 1,01 \cdot (1 - 0,15) \cdot 1^2} = 1,08 \text{ м/с.}$$

В'язкість сушильного агента при середній температурі $t_{cp} = 90^\circ\text{C}$ по табл. XIII [1]: $\mu = 0,0238 \cdot 10^{-3}$ Па.

Значення критерію Re для сушильного агента

$$Re = \frac{\omega_r \cdot d_{\text{экв}} \cdot \rho_B}{\mu_B} \quad (2.36)$$

$$Re = \frac{0,4 \cdot 0,412 \cdot 4}{0,0238 \cdot 10^{-3}} = 27697 > Re = 10000,$$

отже, режим руху турбулентний.

Коефіцієнт тертя

$$\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}} \quad (2.37)$$

$$\lambda = \frac{0,316}{27697^{0,25}} = 0,027$$

Втрата тиску на довжині сушильного барабана

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{L}{d_{\text{экв}}} \cdot \frac{\omega_r^2 \cdot \rho}{2} \quad (2.38)$$

$$\Delta p = 0,027 \cdot \frac{6}{0,0412} \cdot \frac{0,4^2 \cdot 4}{2} = 12,5 \text{ Па.}$$

За досвідченим даними опір барабанної сушарки $\Delta p = 100 \dots 200$ Па (див. с. 167) [6] при швидкості повітря $\omega_r = 2,0$ м/с і коефіцієнті заповнення $\beta = 0,2$. В даному випадку також враховується гідравлічний опір пересипаного з лопатей матеріалу.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання

При розрахунку сушарок треба вибрати вентилятор для подачі сушильного агента і пиловловлюючого пристрою. В даному випадку виконаємо розрахунок пиловловлюючого пристрою. Для очищення сушильного агента від пилу можна застосувати пилоосідальні циклони, електрофільтри, газові фільтри і гідравлічні пиле осаджувачі. Найбільше застосування отримали циклони, так як вони вловлюють тверді частинки з розмірами 100-3 мкм і мають хорошу ступінь очищення (85-45%).

Вибираємо для розрахунку циклон типу ВТИ. Розміри циклону визначаються заданим ступенем дисперсності і швидкостями газу в самому циклоні (12-14 м / с), у вхідному отворі (18-20 м / с) і вихлопній трубі (4-8 м/с).

Вихідні дані для розрахунку:

продуктивність по сушильному агенту

$$V = \frac{L}{\rho_B} \quad (2.39)$$

$$V = \frac{1,8}{4} = 0,45 \text{ м}^3/\text{с};$$

найменший діаметр уловлюваних частинок: $d_{\min} = 1,4 \text{ мм};$

швидкість газової суміші

при вході в циклон: $\omega_{\text{вх}} = 20 \text{ м/с};$

в циклоні: $\omega_{\text{ц}} = 12 \text{ м/с};$

у вихлопній трубі: $\omega_{\text{тр}} = 8 \text{ м/с}.$

Площа перетину вхідного патрубку

$$S = b \cdot h = \frac{V}{\omega_{\text{вх}}} \quad (2.40)$$

$$S = \frac{0,45}{20} = 0,02 \text{ м}^2.$$

Для циклонів типу ВТИ рекомендується $h = 4 \cdot b$, тоді сторони перетину воздуховода

$$b = 0,5 \cdot \sqrt{S} \quad (2.41)$$

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$b = 0,5 \cdot \sqrt{0,02} = 0,1 \text{ м};$$

$$h = 4 \cdot b = 4 \cdot 0,1 = 0,4 \text{ м.} \quad (2.42)$$

Орієнтовне значення діаметра циклону

$$D \approx 5,9 \cdot b \quad (2.43)$$

$$D = 5,9 \cdot 0,1 = 0,59 \text{ м,}$$

приймаємо $D = 0,6 \text{ м}$.

Вважаємо, що осадження частинок підпорядковується закону Стокса. Тому швидкість осадження підраховуємо по формулі

$$\omega_o = \frac{d^2 \cdot (\rho_m - \rho_v) \cdot \omega_{ц}^2 \cdot \rho_v}{9 \cdot \mu \cdot D} \quad (2.44)$$

$$\omega_o = \frac{(1,4 \cdot 10^{-3})^2 \cdot (1060 - 4) \cdot 12^2 \cdot 4}{9 \cdot 0,0238 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6} = 0,13 \text{ м/с.}$$

Перевіряємо правильність застосування цієї формули за рівнянням

$$Re = \frac{\omega_o \cdot d \cdot \rho_v}{\mu_v} \quad (2.45)$$

$$Re = \frac{0,13 \cdot 1,4 \cdot 10^{-3} \cdot 4}{0,0238 \cdot 10^{-3}} = 0,15 < 0,2,$$

тобто формула застосовна.

Внутрішній діаметр вихлопної труби

$$d_{вн} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{V}{\omega_T}} \quad (2.46)$$

$$d_{вн} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{0,45}{8}} = 0,34 \text{ м.}$$

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зовнішній діаметр вихлопної труби

$$d_H = d_{вн} + 2 \cdot \delta \quad (2.47)$$

де $\delta = 0,005$ м – прийнята товщина труби

$$d_H = 0,34 + 2 \cdot 0,005 = 0,35 \text{ м}$$

Діаметр циклону

$$D_{ц} = \frac{d_H}{1 - 10 \cdot \frac{\omega_o}{\omega_{ц}}} \quad (2.48)$$

$$D_{ц} = \frac{0,35}{1 - 10 \cdot \frac{0,13}{12}} = 0,49 \text{ м,}$$

тому розбіжність з раніше прийнятим значенням невелика, то приймаємо $D = 0,6$ м.

Висота циліндричної частини циклона

$$h_1 = \frac{2 \cdot V}{(D - d_H) \cdot \omega_{ц}} \quad (2.49)$$

$$h_1 = \frac{2 \cdot 0,45}{(0,6 - 0,35) \cdot 12} = 0,48 \text{ м.}$$

Висота конусної частини циклону

$$h_2 = 5,05 \cdot b \quad (2.50)$$

$$h_2 = 5,05 \cdot 0,1 = 0,51 \text{ м.}$$

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гідравлічний опір циклону

$$\Delta p = \zeta_{\text{ц}} \cdot \frac{\omega_{\text{вх}}^2 \cdot \rho_{\text{г}}}{2} \quad (2.51)$$

де $\zeta_{\text{ц}}$ – коефіцієнт опору для циклону типу ВТИ

$$\Delta p = 6 \cdot \frac{20^2 \cdot 4}{2} = 4800 \text{ Па}$$

Далі вибираємо вентилятор.

Потужність, споживана вентилятором

$$N = \frac{V_{\Delta p}}{1000 \cdot \eta} \quad (2.52)$$

де V – подача вентилятора, $\text{м}^3/\text{с}$; Δp – повне опір сушильної установки з урахуванням швидкісного напору, Па; $\eta = \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{пр}}$ – загальний ККД вентиляційної установки.

$$V = \frac{L}{\rho} \quad (2.53)$$

$$V = \frac{0,45}{4} = 0,1 \text{ м}^3/\text{с}.$$

$$\Delta p = \Delta p_{\text{тр}} + \Delta p_{\text{мс}} + \Delta p_{\text{суш}} + \Delta p_{\text{кг}} + \Delta p_{\text{ц}} + \Delta p_{\text{ск}} \quad (2.54)$$

де

$$\Delta p_{\text{тр}} = \lambda \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2} \quad (2.55)$$

опір тертя повітропроводів, Па;

$$\Delta p_{\text{мс}} = \sum \zeta \cdot \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2} \quad (2.56)$$

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

місцеві опори, Па; $\Delta p_{\text{суш}}$ – опір сушарки, Па; $\Delta p_{\text{кт}}$ – опору камери теплообмінника, Па; $\Delta p_{\text{ц}}$ – опір циклонів;

$$\Delta p_{\text{ск}} = \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2} \quad (2.57)$$

швидкісний напір, Па.

У відповідності зі схемою сушильної установки приймаємо такі вихідні дані для розрахунку:

Загальна довжина повітроводів $l = 20$ м;

кількість засувок $n_3 = 2$ шт.;

Кількість відводів під кутом 90° $n_{\text{от}} = 2$ шт.

Швидкість газів в трубопроводах допускається в межах 10-20 м / с, приймаємо $\omega_1 = 20$ м/с.

З рівняння витрати знаходимо діаметр воздуховода між апаратами

$$d = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot \omega}} \quad (2.58)$$

$$d = \sqrt{\frac{0,45}{0,785 \cdot 20}} = 0,2 \text{ м.}$$

Приймаємо повітропровід з листового заліза діаметром 220x2 мм.

Уточнюємо швидкість руху повітряної суміші

$$\omega = \frac{V}{0,785 \cdot d^2} \quad (2.59)$$

$$\omega = \frac{0,45}{0,785 \cdot 0,2^2} = 14,3 \text{ м/с.}$$

швидкісний напір

$$\Delta p_{\text{ск}} = \frac{14,3^2 \cdot 4}{2} = 409 \text{ Па.}$$

величина критерію Re

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Re = \frac{\omega \cdot d \cdot \rho}{\mu} \quad (2.60)$$

$$Re = \frac{14,3 \cdot 0,216 \cdot 4}{0,0238 \cdot 10^{-3}} = 519126$$

Значення коефіцієнта тертя

$$Re = \frac{0,316}{Re^{0,25}} \quad (2.61)$$

$$Re = \frac{0,316}{519126^{0,25}} = 0,015$$

Для відводів під кутом 90^0 і засувок знаходимо, що $\zeta_1 = \zeta_2 = 0,15$, отже

$$\Delta p_{тр} + \Delta p_{мс} = \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2} \cdot \left(\lambda \cdot \frac{1}{D} + \sum \zeta_i \right) \quad (2.62)$$

$$\Delta p_{тр} + \Delta p_{мс} = 409 \cdot (0,015 \cdot \frac{20}{0,216} + 2 \cdot 0,15 + 2 \cdot 0,15) = 813 \text{ Па.}$$

Опір циклону коливається в межах 40-85 мм вод. ст., опір змішувальних камер: 10-20 мм вод. ст., тоді

$$\Delta p_{ц} + \Delta p_{кт} = (85 + 10) \cdot 9,81 = 932 \text{ Па.}$$

Опір сушильної установки

$$\Delta p = 813 + 12,5 + 4800 + 409 = 6034,5 \text{ Па.}$$

При ККД вентилятора $\eta = 0,75$ потужність, споживана вентилятором,

$$N = \frac{0,45 \cdot 6034,5}{1000 \cdot 0,8} = 3,4 \text{ кВт.}$$

Приймаємо вентилятор Ц-1-4030.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Розрахунок апарата на міцність та герметичність

3.1 Розрахунок товщини стінки барабана

При розрахунку сушильного барабана необхідно визначити товщину стінки і прогин барабана. Барабан розглядається як балка, що вільно лежить на двох опорах. Вага барабана, насадки, бандажів, завантажувача матеріалу та ізоляції являє собою рівномірно розподілене навантаження по довжині барабана, вага вінцевої шестерні-зосередженої сили.

Товщину стінки барабана вибирають за каталогом або попередньо розраховують за емпіричною формулою

$$\delta = (0,011 \dots 0,018) \cdot D_{\text{б}} \quad (3.1)$$

$$\delta = (0,011 \dots 0,018) \cdot 1,0 = 0,011 \dots 0,018 \text{ м,}$$

приймати $\delta = 0,016 \text{ м} = 16 \text{ мм}$.

Маса матеріалу в сушильному барабані

$$G_{\text{м}} = 0,785 \cdot D^2 \cdot L_{\text{б}} \cdot \beta \cdot \rho \quad (3.2)$$

$$G_{\text{м}} = 0,785 \cdot 1,0^2 \cdot 6 \cdot 0,15 \cdot 1160 = 6557 \text{ кг.}$$

Маса барабана

$$G_{\text{бар}} = \pi \cdot D^2 \cdot \delta \cdot \rho \cdot L_{\text{б}} \quad (3.3)$$

$$G_{\text{бар}} = 3,14 \cdot 1,0^2 \cdot 0,016 \cdot 8530 \cdot 6 = 10285 \text{ кг.}$$

Маса ізоляції

$$G_{\text{из}} = \pi \cdot D \cdot \delta_{\text{из}} \cdot \rho_{\text{из}} \cdot L_{\text{б}} \quad (3.4)$$

де $\delta_{\text{из}} = 0,1 \text{ м}$ – товщина ізоляції, що приймається в межах $\delta_{\text{из}} = 0,1 \dots 0,2 \text{ м}$; $\rho_{\text{из}} = 250 \text{ кг/м}^3$ – щільність ізоляції (табл. XXVIII) [2]

$$G_{\text{из}} = 3,14 \cdot (1,0 + 2 \cdot 0,016) \cdot 0,1 \cdot 250 \cdot 6 = 1914 \text{ кг}$$

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сумарне навантаження

$$p = (G_m + G_{из} + G_{бар}) \cdot g \quad (3.5)$$

$$p = (6557 + 1914 + 10285) \cdot 9,81 = 164 \cdot 10^3 \text{ Н} = 0,164 \text{ МН.}$$

Питоме навантаження по довжині барабана

$$q = \frac{p}{L} \quad (3.6)$$

$$q = \frac{0,164}{6} = 13,7 \cdot 10^{-3} \text{ МН/м.}$$

Відстань між опорами

$$l_o = 0,586 \cdot L_6 = 0,586 \cdot 6 = 2,93 \text{ м.}$$

Згинальний момент від рівномірно розподіленого навантаження

$$M_1 = \frac{q \cdot l_o^2}{8} \quad (3.7)$$

$$M_1 = \frac{13,7 \cdot 10^{-3} \cdot 2,93^2}{8} = 0,085 \text{ МН} \cdot \text{м.}$$

Для діаметра барабана $D = 1,0$ м Вага вінцевої шестерні (див. с. 163) [6]:
 $p_{вінц} = 13000 \text{ Н.}$

Згинальний момент від зосередженого навантаження вінцевої шестерні.

$$M_2 = \frac{p_{вінц} \cdot l_o}{4} \quad (3.8)$$

$$M_2 = \frac{13000 \cdot 7,03}{4} = 23 \cdot 10^3 \text{ МН} \cdot \text{м} = 0,023 \text{ МН} \cdot \text{м.}$$

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сумарний згинальний момент

$$M_3 = M_1 + M_2 \quad (3.9)$$

$$M_3 = 0,85 + 0,023 = 0,108 \text{ МН}\cdot\text{м.}$$

Крутний момент на барабані

$$M_{\text{кр}} = \frac{N}{2 \cdot \pi \cdot n} \cdot 10^{-3} \quad (3.10)$$

$$M_{\text{кр}} = \frac{24 \cdot 10^{-3} \cdot 60}{2 \cdot 3,14 \cdot 3,2} = 0,072 \text{ МН}\cdot\text{м.}$$

Розрахунковий (наведений) момент

$$M_p = 0,35 \cdot M_{\text{и}} + 0,65 \cdot \sqrt{M_{\text{и}}^2 + M_{\text{кр}}^2} \quad (3.11)$$

$$M_p = 0,35 \cdot 0,108 + 0,65 \cdot \sqrt{0,108^2 + 0,072^2} = 0,122 \text{ МН}\cdot\text{м}$$

Момент опору перетину кільцевої стінки барабана

$$W = 0,785 \cdot D^2 \cdot \delta \quad (3.12)$$

$$W = 0,785 \cdot 1^2 \cdot 0,016 = 0,0502 \text{ м}^3.$$

Напруга в стінці барабана

$$\sigma_u = \frac{M_p}{W} \quad (3.13)$$

$$\sigma_u = \frac{0,122}{0,0502} = 2,43 \text{ МН/м}^2,$$

що знаходиться в допустимих межах: $[\sigma_u] = 5 \div 10 \text{ МН/м}^2$.

Кільцевий момент інерції стінки барабана

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I = \frac{\pi \cdot D_{\text{cp}}^3}{8} \cdot \delta = \frac{\pi}{8} (D + \delta)^3 \cdot \delta \quad (3.14)$$

$$I = \frac{3,14}{8} (1,0 + 0,016)^3 \cdot 0,016 = 0,0515 \text{ м}^4.$$

Для вуглецевої сталі модуль пружності: $E = 1,9 \cdot 10^5 \text{ МН/м}^2$.

Прогин барабана від рівномірно розподіленого навантаження

$$f_1 = \frac{5 \cdot q \cdot l_o^4}{384 \cdot E \cdot I} \quad (3.15)$$

$$f_1 = \frac{5 \cdot 13,7 \cdot 10^{-3} \cdot 2,93^4}{384 \cdot 1,9 \cdot 10^5 \cdot 0,0515} = 0,45 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Прогин під дією сили ваги вінцевої шестерні

$$f_2 = \frac{P_{\text{вєнц}} \cdot l_o^3}{48 \cdot E \cdot I} \quad (3.16)$$

$$f_2 = \frac{13000 \cdot 10^{-6} \cdot 7,03^3}{48 \cdot 1,9 \cdot 10^5 \cdot 0,0515} = 0,1 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Загальний прогин

$$f = f_1 + f_2 \quad (3.17)$$

$$f = (0,45 + 0,1) \cdot 10^{-4} = 0,55 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Допустимий прогин

$$[f] = 0,0003 \cdot l_o = 0,0003 \cdot 7,03 = 21,1 \cdot 10^{-4} \text{ м,}$$

тобто умова жорсткості барабана виконується.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Визначення товщини опорного бандажу сушарки

Бандажі служать для передачі тиску від ваги барабана і завантаженого в нього матеріалу на опорні ролики. Бандажі являють собою кільця прямокутного або коробчатого перетину. Для барабанів з $D > 1,0$ м найчастіше застосовують вільне кріплення бандажів, які надягають на чавунні або сталеві башмаки. Башмаки повернені упорними головками в різні боки для попередження аксіального зміщення бандажа.

Реакцію опорного ролика визначаємо за формулою

$$R_p = \frac{(p + p_{\text{вещц}}) \cdot \cos \alpha}{2 \cdot z \cdot \cos \frac{\varphi}{2}} \quad (3.18)$$

$$R_p = \frac{(0,164 + 0,013) \cdot \cos 3^\circ 42'}{2 \cdot 2 \cdot \cos 15^\circ} = 0,046 \text{ МН},$$

де $\alpha = 3^\circ 42'$ – кут нахилу барабана; $\varphi = 60^\circ$ – кут між опорними роликами; z -число бандажів.

Діаметр опорного ролика

$$d_p = \frac{D}{3 \dots 4} = \frac{1000}{3 \dots 4} = 500 \dots 667 \text{ мм}, \quad (3.19)$$

приймаємо $d_p = 550$ мм.

Приймаємо число башмаків(парне число): $n_6 = 8$.

Матеріал черевика і роликів – Сталь 45 Л, модуль пружності якої $E_1 = E_2 = 2 \cdot 10^5$ МПа, Допустиме напруження на вигин $[\sigma_{\text{в}}] = 50$ МПа, Допустима Контактна напруження $[\sigma_{\text{к}}] = 500$ МПа (см. с. 256) [4].

Кут між башмаками

$$j = \frac{2 \cdot \pi}{n_6} = \frac{2 \cdot 3,14}{8} = 45^\circ. \quad (3.20)$$

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Число башмаків в одному квадранті

$$n_{61} = \frac{n_6 - 2}{4} = \frac{8 - 2}{4} = 1,5, \quad (3.21)$$

приймаємо $n_{61} = 2$.

Сила, що діє на самий нижній башмак

$$Q_0 = \frac{4 \cdot R_{0п}}{n_6} = \frac{4 \cdot 46}{8} = 23 \text{кН}. \quad (3.22)$$

Сили, що діють на башмаки за формулою 3.149 [4]

$$Q_1 = Q_0 \cdot \cos j = 23 \cdot \cos 45^\circ = 16,3 \text{кН}; \quad (3.23)$$

$$Q_2 = Q_0 \cdot \cos 2j = 23 \cdot \cos 90^\circ = 0 \text{кН}; \quad (3.24)$$

Розрахункові кути для визначення пар сил

$$Q_0; \Theta_0 = 180^\circ; \sin 180^\circ = 0; \cos 180^\circ = -1; \quad (3.25)$$

$$Q_1; \Theta_1 = 135^\circ; \sin 135^\circ = 0,7; \cos 135^\circ = -0,7; \quad (3.26)$$

$$Q_2; \Theta_2 = 90^\circ; \sin 90^\circ = 1; \cos 90^\circ = 0;$$

$$\beta = 150^\circ; \text{tg} 150^\circ = -0,57; \cos 150^\circ = -0,866.$$

Середній радіус барабана при

$$D_{\text{ср.б}} = 1,2 \cdot D_{\text{н}} = 1,2 \cdot (1,0 + 2 \cdot 0,016) = 1,440 \text{ м} = 1440 \text{ мм}; \quad (3.27)$$

$$R_{\text{ср}} = \frac{D_{\text{ср.б}}}{2} = \frac{1440}{2} = 720 \text{ мм} = 0,72 \text{ м}. \quad (3.28)$$

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згинальний момент в місцях прикладання сил за формулою 3.154 [4]

$$M_{o0} = -\frac{Q_0 \cdot R_{cp}}{2 \cdot \pi} \cdot \left(1 + \frac{1}{\cos \beta} - (\pi - \beta) \cdot \operatorname{tg} \beta\right) \quad (3.29)$$

$$M_{o0} = -\frac{23 \cdot 0,72}{2 \cdot 3,14} \cdot \left(1 + \frac{1}{\cos 150^\circ} - (3,14 - 2,61) \cdot \operatorname{tg} 150^\circ\right) = -0,65 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{o1} = -\frac{Q_1 \cdot R_{cp}}{\pi} \cdot \left(1 - \frac{\cos \Theta_1}{\cos \beta} - (\pi - \Theta_1) \cdot \sin \Theta_1 + (\pi - \beta) \cdot \cos \Theta_1\right) \quad (3.30)$$

$$M_{o1} = -\frac{16,3 \cdot 0,72}{3,14} \cdot \left(1 - \frac{\cos 135^\circ}{\cos 150^\circ} - (3,14 - 2,355) \cdot \sin 135^\circ + (3,14 - 2,61) \cdot \cos 135^\circ \cdot \operatorname{tg} 150^\circ\right) = 0,91 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Сумарний згинальний момент в ключовому перерізі

$$M_o = M_{o0} + M_{o1} = -0,65 + 0,91 = 0,26 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Ширина бандажа за формулою 3.163 [4] при $D_{н.б} > D_{ср.б}$ ($D_{н.б} = 2,5 \text{ м}$)

$$b = 0,59^2 \cdot \frac{R_p \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot 2 \cdot (D_{н.б} + d_p)}{[\sigma_k]^2 \cdot (E_1 + E_2) \cdot D_{н.б} \cdot d_p} \quad (3.31)$$

$$b = 0,59^2 \cdot \frac{0,046 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot (1,5 + 0,55)}{500^2 \cdot (2 \cdot 10^5 + 2 \cdot 10^5) \cdot 1,5 \cdot 0,55} = 0,037 \text{ м} = 37 \text{ мм},$$

приймаємо $b = 40 \text{ мм}$.

Висота перетину бандажа

$$h_б = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{\max}}{b \cdot [\sigma_H]}} \quad (3.32)$$

$$h_б = \sqrt{\frac{6 \cdot 0,26 \cdot 10^3}{0,04 \cdot 50 \cdot 10^6}} = 0,149 \text{ м} = 149 \text{ мм},$$

приймаємо $h_б = 150 \text{ мм}$.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Розрахунок упорного ролика

Для реалізації кочення упорного ролика по скошеній бічній поверхні бандажа без прослизання вершина конічної поверхні ролика повинна знаходитися на осі барабана. При утримуванні барабана від сповзання на упорний ролик діє складова сила тяжіння барабана

$$A = p \cdot \sin \alpha = (0,164 + 0,013) \cdot \sin 2^\circ 18' = 0,00864 \text{ МН} = 8,64 \text{ кН}. \quad (3.33)$$

Середній діаметр бандажа

$$D_{\text{cp}} = D_{\text{н.б}} - h_{\text{б}} = 1500 - 150 = 1350 \text{ мм}. \quad (3.34)$$

Кут γ при вершині конуса упорного ролика

$$\frac{\gamma}{2} = \arctg \frac{d_{\text{yp}}}{d_{\text{cp}}} = \arctg \frac{300}{1350} = 7^\circ 18', \quad (3.35)$$

де $d_{\text{yp}} = 300$ мм, середній діаметр упорного ролика прийнятий по нормалях.

Сила T , нормальна до бічної поверхні ролика

$$T = \frac{A}{\cos \frac{\gamma}{2}} = \frac{8,64}{\cos 7^\circ 18'} = 8,71 \text{ кН}. \quad (3.36)$$

Контактні напруги матеріалу упорного ролика

$$\sigma_{\text{к}} = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{T \cdot E}{h_{\text{yp}} \cdot \left(\frac{D_{\text{cp}}}{2}\right) \cdot \sin \frac{\gamma}{2}}} \quad (3.37)$$

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_k = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{8,71 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5}{0,3 \cdot \left(\frac{1,35}{2}\right) \cdot \sin 7^\circ 18'}} = 197 \text{ МПа,}$$

при допустимому значенні $[\sigma_k] = 500 \text{ МПа}$ для Сталі 45Л. Отже умова контактної міцності

$$\sigma_k < [\sigma_k] \text{ – виконується.}$$

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Монтаж та ремонт апарата

4.1 Обґрунтування розміщення обладнання [1]

Для забезпечення стабільних умов експлуатації обладнання, а також зручності його обслуговування, технологічне та допоміжне обладнання встановлюємо в будівлі. При проектуванні враховано, що будівля складається із залізобетонних елементів прямокутної форми в плані з використанням уніфікованих типових прольотів і по можливості однакової висоти. Розміри прольотів, розташування розділів осей (кроків колон) і висоти будівлі приймаємо по ГОСТ 23838 – 79 і ГОСТ 24336 – 80; розташування прольотів і кроки колон одноповерхових будівель повинні бути кратними 6 м.

При розміщенні обладнання запроектовані проходи, що забезпечують безпечне обслуговування обладнання, рух обслуговуючого персоналу і транспортних пристроїв, очищення робочих поверхонь обладнання. Проходи добре освітлені (між більш виступаючими частинами обладнання, щитів, конструкцій) по фронту обслуговування беруться не менше 1,0 м. по фронту обслуговування насосів ширина проходу в світлі – не менше 1,5 м. Службові проходи служать для періодичного обслуговування обладнання та щитів управління, повинні мати ширину не менше 0,8 м.

Для зручності обслуговування обладнання, огляду і ремонту за місцем, встановлюємо майданчики і сходи, які не повинні впливати на міцність і стійкість обладнання. Висота обслуговуючих майданчиків не менше 2,0 м.

Апарати даного технологічного циклу розташовані послідовно один за одним, для забезпечення спрямованості переміщення матеріалу що переробляється з урахуванням (по можливості) мінімальної відстані між апаратами.

4.2 Монтаж розробленого апарата [1]

Монтаж барабанних сушарок складається з основних операцій:

- установка і вивірка плит під опорні і упорні ролики;
- установка зубчастого вінця;
- установка і вивірка опорних роликів;
- установка редуктора і ведучої шестерні;
- установка обичайок з надітими бандажами;
- установка упорних роликів;
- установка обладнання гарячого і холодного кінців барабана.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основним монтажним механізмом служить потужний автомобільний або гусеничний кран.

При установці опорних роликів здійснюється їх вивірка по висотних відмітках за допомогою нівеліра.

Так як ролики мають ухил осі сушарки до 4-6°, то для уникнення помилки, рейку при вивіренні треба встановлювати у всіх роликів на одне і те ж місце.

Правильність ухилу роликів перевіряється за рівнем. Необхідна точність установки роликів у відповідності до осі лежить в межах 2 мм.

Як правило, корпус сушарки доставляють до місця монтажу з надітими бандажами. Встановлюють його або за допомогою крана, або накочуванням по похилій естакаді за допомогою двох лебідок, троси яких намотуються на корпус сушарки на відстані 1,5-2 м від кінців.

При накочуванні корпусу потрібно ретельно стежити за тим, щоб бандажі потрапили точно на опорні ролики. Для контролю точності накочування і регулювання положення корпусу в процесі накочування в площині, паралельній площині установки однієї з пар опорних роликів, натягується струна від анкерного болта ролика до вбитого в підлогу (землю) штиря.

Відстань від струни до центру найближчого бандажа має дорівнювати відстані від струни до центру відповідної пари роликів. Якщо замір показав, що барабан змістився, наприклад, вправо, то під лівий кінець барабана підкладається клин і, діючи однією правою лебідкою, барабан виводиться в потрібне положення. Після цього клин підкладають під правий кінець барабана і лівою лебідкою вирівнюють барабан, поки його вісь не буде паралельна проектній осі сушарки. Діючи таким чином, домагаються точного попадання бандажа на ролики.

Після закінчення накочування барабан опускається бандажами на опорні ролики за допомогою домкратів.

Потім встановлюється вінцева шестерня. Половинки вінцевої шестерні за допомогою крана надягають на корпус барабана і зварюються. Потім проводиться вивірка шестерні на осьове і радіальне биття за допомогою жорстко закріпленого індикатора. Биття як в осьовому, так і в радіальному напрямку не повинно перевищувати 2 мм. Вінцева шестерня кріпиться до корпусу барабана на пластинчастих пружинах. Пружини прикріплені до вінцевої шестерні болтами, а до корпусу-заклепками. По закінченню вивірки шестерні встановлюють на пружини. Пружини повинні прилягати до корпусу барабана без зазору, але і без значного натягу.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовуючи отвори в встановлених пружинах як кондуктор, в корпусі барабана свердлять отвори під заклепки. Після того як пружини підготовлені, проводиться клепка, і після неї – повторна перевірка шестерні на радіальне і осьове биття.

Вінцева шестерня повинна бути встановлена під тим же кутом нахилу, що і корпус барабана. В якості бази при її вивірці служить встановлений і вивірний бандаж.

При цьому радіальний зазор не повинен перевищувати $0,2m + (5 \div 7)$ мм, а бокової – $1 \div 1,5$ мм (m – модуль зацеплення).

Після вивірки вінцевої шестерні встановлюється редуктор привода, який також повинен бути встановлений під тим же кутом нахилу, що і корпус барабана. Встановлюють і вивіряють редуктор на клинах. Виверка у вертикальній площині проводиться за допомогою рівня з ціною ділення 0,1 мм на 1 м. Допустимі відхилення при вивірці в межах ≈ 5 ділень рівня. Співвісність валів перевіряють за допомогою скоб шляхом виміру зазорів через 20° повороту валів. Після закінчення вивірки і обтягування анкерних болтів все регульовальні підкладки зварюються і підливаються бетоном. Також встановлюється і вивіряється електродвигун.

Після монтажу барабану сушарку піддають обкатці. Перед пробним пуском має бути перевірено наявність мастила і надходження його до всіх місць, що підлягають. При обкатці всі механізми повинні працювати (переміщатися) плавно, без заїдань, а також без вібрацій і черезмірного шуму. Якщо ніяких дефектів не виявлено, то барабанна сушарка обкатується протягом 4 годин. При обкатці триває спостереження за поведінкою всіх механізмів, особливо підшипників, температура яких не повинна перевищувати 65°C . Бандажі повинні котитися по роликах всією поверхнею. Не повинно бути витоків масла з масляної системи.

При роботі барабан не повинен мати осьового зміщення в бік холодного або гарячого кінця. Осьовий зсув барабана усувається шляхом розвороту опорних роликів на кут, що встановлюється дослідним шляхом. Потім проводиться обкатка сушильного барабана без навантаження протягом 36 годин і під навантаженням – протягом 48 годин.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Ремонт апарата [1]

Барабанні сушарки об'єднують в собі ознаки апаратів і машини і їм притаманні несправності, характерні для обох типів обладнання.

У барабанних сушарках швидкому зносу піддаються вкладиші підшипників роликів опор, ущільнювальні кільця, ролики, бандажі, вінцева шестерня. У місці подачі гарячих газів можливий прогар ділянки кожуха або деформація його внаслідок впливу високих температур.

Поточний ремонт сушарки проводять через 720 год. протягом 6 – 16 год. з трудовитратами 10 – 40 чел./год. середній ремонт проводять через 8640 год. протягом 48 – 120 год. при трудовитратах 94 – 600 чел./год. Капітальний ремонт проводять один раз у 3 роки (через 25920 год.) протягом 96 – 360 год. при трудовитратах 230 – 1200 чел./год.

Під час поточного ремонту проводять ревізію:

- масляної системи;
- перевіряють герметичність вузлів живлення сушарки і вивантаження готового продукту;
- оглядають калорифер;
- підтягують кріплення вузлів і деталей;
- оглядають привід сушарки.

При середньому ремонті сушарку частково розбирають, при цьому виконують роботи по ремонту або часткової заміни елементів:

- насадки;
- зміні роликів;
- заміні підшипників;
- кілець ущільнювачів.

Проводять середній ремонт приводу: повертають або замінюють вінцеву шестерню, змінюють масло в редукторі і, якщо потрібно, окремі зношені деталі. Ремонтують футеровку барабана, регулюють обертання барабана.

Під час капітального ремонту:

- розбирають сушарку;
- замінюють ділянки обичайки;
- змінюють насадку, ремонтують або змінюють бандажі;
- повертають або змінюють вінцеве колесо з вінцевою шестернею;
- ремонтують футеровку.

Барабан сушарки перевіряють на герметичність, центрують. Проводять капітальний ремонт приводу.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Термін служби бандажа досягає 15-20 років. Під час капітального ремонту деформовані бандажі проточують за допомогою переносного супорта. Якщо необхідна заміна бандажа, барабан піднімають, розрізають бандаж і видаляють по частинах. Потім встановлюють новий в нагрітому стані або збирають його з двох – трьох частин з подальшим зварюванням.

Поверхнева твердість опорних роликів трохи нижче, ніж бандажів. Вони посаджені на осі гарячою або пресовою посадкою. Вкладиші підшипників роликів ремонтують при середньому ремонті, ролики періодично проточують по зовнішній поверхні, або, якщо їх діаметр зменшився до 80° від номінального, замінюють новими (в комплекті з валом).

У вінцевій шестерні число зубів становить значення від 18 до 25 при модулі 24 – 30 мм. шестерні змінюють при капітальному ремонті, а в окремих випадках і при середньому. Відновлення їх недоцільне, однак продовжити їх термін служби можна поворотом на 180°.

Зазвичай вінцеве колесо складається з двох половин, маса його досягає 4 – 6 т., термін служби 15-20 років. У міру зносу вінцеве колесо повертають на кут 180°. В окремих випадках виробляють наплавлення зубів за шаблоном на зібраному колесі. Наплавлений зуб повинен бути встановлений в горизонтальному положенні, що досягається поворотом самого барабана. Фрезерування зубів після наплавлення можна проводити за допомогою переносного пристосування.

Після капітального ремонту здійснюється обкатка установки в режимі, відповідному обкатці барабана при його монтажі.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Охорона праці

5.1 Техника безопасности при эксплуатации сушильных установок

Правила поширюються на всі сушильні установки, безперервної або періодичної дії, що працюють при атмосферному тиску або під вакуумом.

1 Камери сушарок повинні бути герметичні. Біля дверей камер повинні бути встановлені важелі, клинові, гвинтові або інші пристрої, щільно закривають двері.

2 Якщо в конвеєрних сушарках за умовами експлуатації не можуть бути влаштовані двері або конструкція сушарки не забезпечує зону з нульовим тиском, біля входу і виходу з сушарки необхідно влаштовувати теплові (повітряні) завіси.

3 Сушильні установки повинні мати теплову ізоляцію, що забезпечує мінімальні втрати тепла; при установці сушарок на відкритому повітрі теплоізоляція повинна бути вологостійкою.

4 У сушильних установках, в яких відбувається пропарювання матеріалу або виробів, всі огорожі повинні покриватися шаром гідроізоляції.

5 Сушарки для вибухонебезпечних матеріалів повинні бути забезпечені вибуховими клапанами. Труби від клапанів повинні бути виведені назовні, за межі цеху.

6 Сушарки для отруйних їдких матеріалів повинні встановлюватися в спеціальних ізольованих приміщеннях. Завантаження і вивантаження їх, як правило, повинні бути механізовані.

7 Всі сушарки (крім конденсаційних) повинні бути забезпечені витяжною вентиляцією.

8 При установці в сушарці на одному валу декількох осьових вентиляторів для рівномірної циркуляції повітря повинні встановлюватися на один вал з одного боку вентилятори правого, а з іншого боку - вентилятори лівого обертання або повинен бути реверсивний привід.

9 У сушарках з примусовою циркуляцією повітря повинні встановлюватися ребристі, гладкотрубні підігрівачі або пластинчасті калорифери. Для кращого забезпечення стоку конденсату пластинчасті калорифери повинні встановлюватися вертикально.

10 Для забезпечення рівномірного розподілу повітря в сушильній камері повинні встановлюватися направляючі екрани, решітки та інші пристрої. Не допускається сушка матеріалів в камерних сушарках з неповними габаритами штабеля за висотою.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11 При сушінні порошкоподібних або подрібнених матеріалів повинна проводитися очистка видаляється з сушарки повітря шляхом влаштування пилеосадних камер, сухих або мокрих циклонів, мультициклонів, матер'яних фільтрів або електрофільтрів. У цих сушарках повинна застосовуватися рециркуляція повітря. Кратність рециркуляції повітря повинна бути визначена розрахунком по режиму сушіння, по протипожежним нормам концентрації вибухонебезпечних парів і пилу, що виділяються при сушінні, і вказана в інструкції.

12 У сушильної камери повинні бути карта технологічного режиму і годинниковий циферблат зі стрілками, що вказують час розвантаження висушуваного матеріалу.

13 Режим роботи сушильних установок і встановлення характеристики роботи основного і допоміжного устаткування визначаються експлуатаційними випробуваннями, які повинні проводитися: а) після капітальних ремонтів сушарок, б) після внесення конструктивних змін або проведення раціоналізаторських заходів, що вимагають перевірки; в) для усунення нерівномірності сушіння, пов'язаної з браком продукції.

14 При випробуваннях сушарки повинні визначатися кількість і параметри гріючого теплоносія, температура та вологість сушильного повітря в різних точках камери, коефіцієнт теплопередачі нагрівальних поверхонь, продуктивність і число обертів вентиляторів і електродвигунів (в сушарках з примусовою циркуляцією повітря).

15 У заводській або цехової лабораторії повинні бути в наявності електросушильні шафа, аналітичні і технічні ваги для визначення вологості висушуваного матеріалу і не менше двох ексикаторів.

16 Поверхня нагріву калориферів сушильних установок повинна піддаватися періодичного очищення.

5.2 Аналіз потенційних небезпек які виникають під час експлуатації обладнання [1]

У проектуваному цеху можливі наступні небезпеки:

- 1 Ураження струмом.
- 2 Травматизм рухомими частинами обладнання.
- 3 Запиленість.

Для кожного хімічного виробництва складається нормативно-технічна документація, в якій вказується:

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	<i>Арк.</i> 46
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- 1) Характеристика властивостей переробляемого продукту, вихідної сировини та допоміжних матеріалів.
- 2) Опис технологічного процесу зі схемою виробництва.
- 3) Норми технологічного режиму із зазначенням гранично допустимих відхилень.
- 4) Можливі неполадки технологічного процесу, їх причини та способи усунення.
- 5) Основні правила пуску, безпечного ведення процесу і зупинки обладнання.
- 6) Аналітичний і автоматичний контроль виробництва.
- 7) Правила аварійної зупинки виробництва.
- 8) Відходи виробництва, стічні води і викиди в атмосферу: їх склад, способи утилізації або очищення і порядок скидання.
- 9) Перелік інструкцій, знання яких є обов'язковим для осіб, які ведуть технологічний процес і які обслуговують дане виробництво.

Точне дотримання нормативно-технічної документації, регламент забезпечує задану продуктивність, якість продукції, безпеку і санітарні умови праці.

Порушення послідовності операцій, відхилення (більше допустимих) від заданих кількостей сировини, що завантажується, температур, тиску і так далі можуть призвести до аварій.

Для підтримки необхідного технологічного режиму в сучасних безперервних виробництвах контроль і регулювання процесу автоматизують. На вимірювальних і регулюючих приладах є пересувні контакти, встановлені на кордоні гранично допустимих відхилень. При досягненні небезпечних параметрів прилади автоматично вимикають відповідне обладнання і включають звукові або світлові сигнали.

На шкалах найпростіших приладів (манометри, термометри та ін) наносять червону риску, яка вказує гранично допустиме відхилення параметра.

Процес сушіння відноситься до процесу зі значним виділенням тепла і пилу. Температура нагрітих поверхонь обладнання і огорожень на робочих місцях не повинна перевищувати 45°C; для обладнання, всередині якого температура дорівнює або нижче 100 °, температура поверхні не повинна перевищувати 35°C.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

5.3 Характеристика готового продукту [15]

Вуглекислий марганець токсичний. Попередня допустима концентрація його в повітрі робочої зони виробничих приміщень $0,3 \text{ мг/м}^3$ в перерахунку на марганець. При збільшенні концентрації може виникати гострі та хронічні отруєння з враженням життєво важливих органів та систем. При попаданні на шкіру може виникати дерматити та екземи.

При роботі з вуглекислим марганцем необхідно використовувати протипилові респіратори, резинові рукавиці та захисні окуляри, а також дотримуватися заходи особистої гігієни, не допускати потрапляння компонента в організм людини.

Приміщення в якому проводяться роботи з компонентом, повинні бути забезпечені загальною приточно-витяжною механічною вентиляцією, а місця найбільшого запылення – укриттями з місцевою вентиляцією. Аналізи компонента необхідно проводити в витяжній шафі лабораторії.

5.4 Питання екології та раціонального використання сировини. [1]

Захист навколишнього середовища при виготовленні вуглекислого марганцю забезпечується ефективною вентиляцією. Повітря перед викидом в атмосферу проходить через потужні зрошувані водою фільтри. Сушильний компонент накопичується на дні фільтрів і періодично забирається. Промивні води із залишком марганцю від прибирання обладнання та приміщень накопичуються в колодязях, які періодично чистяться. Вимоги до контролю за вмістом шкідливих речовин в повітрі робочої зони і концентрація шкідливих речовин – по ГОСТ12.1.005-88.

5.5 Пожежна безпека [1]

Засоби тушіння пожежі на виробництві

Відповідно до пожежних норм проектом передбачено наявність наступних засобів пожежогасіння: вогнегасники ОБХВП-10, ОВП-11, ОП-1, ОП-2, пожежні крани, пожежні ковдри, ящик з піском ($0,5 \text{ м}^3$), ванна з водою, відра. Для виклику пожежної команди в цеху є телефони і ручні кнопкові сповіщувачі ППР (Сповіщувач пожежний ручний).

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Передбачено протипожежне водопостачання, мережа водоводу кільцева з діаметром труб зовнішнього водоводу не менше 100 мм. у приміщенні на висоті 1.35 м від підлоги встановлені пожежні крани. Витрата води на гасіння пожежі не менше 20 л/с. на заводі виробнику є пожежна частина.

5.6 Електробезпека [1]

З метою запобігання можливих випадків ураження струмом електричним передбачені наступні заходи: застосування для місцевого освітлення низьковольтної напруги (12...36 В); повна ізоляція струмоведучих ліній; Корпуси всіх електродвигунів, обладнання, комунікацій – заземлені; місця парогазовиділень обладнані відсмоктуючими пристосуваннями, які приєднані до витяжних ліній.

5.7 Шум та вібрація, засоби захисту від них [1]

Джерелами вібрації та шуму в проєктованому цеху мають: зубчасті, ланцюгові передачі і редуктори, вентилятори. Заходи по боротьбі з шумом які включають в себе: розміщення вентиляторів в окремих ізольованих приміщеннях; обмеження швидкості обтікання деталей повітрям до 0,3 м / с; під'єднання повітроводів до вентиляторів через гнучку, з прогумованої тканини, вставку; установка вентиляторів на окремих фундаментах, віброізольованих від підлоги та інших конструкцій будівлі.

5.8 Розрахунок захисного огородження від теплового ураження

Даним розрахунком визначається товщина теплової ізоляції.

Вихідні дані:

Втрати тепла в навколишнє середовище $Q_{\text{п}} \approx 26 \cdot 10^3 \text{ Вт}$.

Температура стінки барабана з зовнішньої сторони $t_{\text{ст}} = 35 \text{ }^\circ\text{C}$

Втрати тепла в навколишнє середовище визначається за формулою

$$Q_{\text{п}} = F_{\text{бок}}(T_{\text{ст}} - T_0)\alpha \quad , \text{Вт} \quad (5.1)$$

де $F_{\text{бок}}$ – бічна поверхня барабана, м^2

$T_{\text{ст}}$ – температура стінки барабана з зовнішньої сторони, К

T_0 – температура навколишнього середовища, К

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

α - коефіцієнт тепловіддачі від стінки барабана в навколишнє середовище, Вт/м²К

$$\alpha = \alpha_{л} \quad (5.2)$$

де $\alpha_{л}$ – коефіцієнт тепловіддачі випромінюванням, Вт/м²К

$\alpha_{л}$ визначається за формулою

$$\alpha_{л} = \frac{\varepsilon C_0 \left[\left(\frac{T_{ст}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right]}{T_{ст} - T_0} \quad (5.3)$$

де $C_0 = 5,7 \text{ Вт/м}^2\text{К}^4$ – коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла

$\varepsilon = 0,95$ – ступінь чорноти для поверхні покритої олійною фарбою

Тоді

$$\alpha_{л} = \frac{0,95 \cdot 5,7 \left[\left(\frac{308}{100} \right)^4 - \left(\frac{298}{100} \right)^4 \right]}{308 - 298} = 5,95 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

Визначаємо необхідну товщину шару ізоляції. В якості ізоляційного матеріалу вибираємо шлакову ванну з коефіцієнтом теплопровідності

$$\lambda_2 = 0,076 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$$

Поверх ізоляції товщиною δ_2 є кожух з листового заліза ($\delta_2 = 1 \text{ мм}$) покритий олійною фарбою. Товщина стінки барабана

$$\delta_1 = 16 \text{ мм.}$$

Можна прийняти $T_1 = T_2 = 333 \text{ К}$ і $T_3 = T_4 = 308 \text{ К}$

Тут T_1 і T_2 – температура внутрішньої і зовнішньої сторін стінок барабана, К

T_3 і T_4 – температура стінок захисного кожуха, К

Розрахунок ведемо за формулами теплопровідності через циліндричну стінку.

Питома тепловий потік визначається за формулою

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_l = \pi d_{\text{нар}} q_{\text{нар}} = \pi d_{\text{нар}} \alpha (T_4 - T_o) \quad (5.4)$$

$$q_l = 3,14 \cdot 1 \cdot 5,95(308-298) \approx 187 \text{ Вт/м}$$

За спрощеною формулою

$$q_l = \frac{\lambda_2}{\delta_2} \pi d_{\text{ф}} (T_2 - T_3) = \frac{\lambda_2}{\delta_2} \pi (d + 2\delta_1 + \delta_2) (T_1 - T_3) \quad (5.5)$$

Звідки визначаємо товщину ізоляції δ_2 :

$$187 = \frac{0,076}{\delta_2} \cdot 3,14(1 + 2 \cdot 0,016 + \delta_2)(333 - 308)$$

Звідси $\delta_2 = 0,034 \text{ м}$.

Приймаємо $\delta_2 = 50 \text{ мм}$.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В бакалаврській роботі було вивчено та зроблено технологічну схему сушки. Описан технологічний процес сушіння, технологічні основи процесу, конструкція апарата – барабанної сушарки. Обґрунтований вибір матеріалу для виготовлення основного корпусу апарату та допоміжних елементів сушарки.

Проведені технологічні розрахунки, в яких були розраховані матеріальний баланс, тепловий баланс, зроблені конструктивні розрахунки для визначення розмірів апарата. Проведений розрахунок та підбір допоміжного обладнання.

Зроблені розрахунки на міцність та герметичність для перевірки працездатності сушарки. Описаний монтаж та ремонт апарата. Проведений аналіз охорони праці на виробництві.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

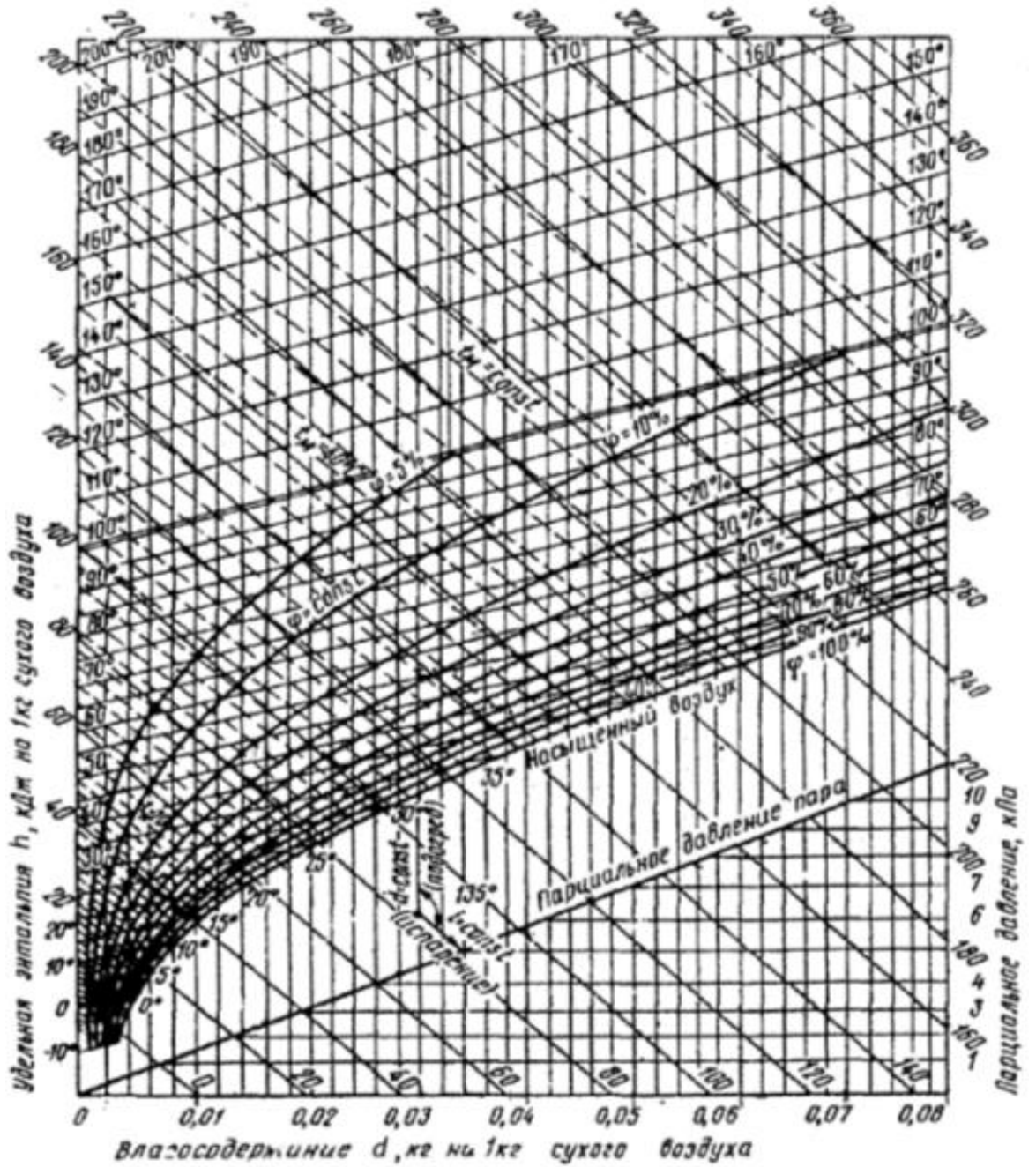
Література

1. Марганец (II) углекислый. Технологический процесс. ООО "АТК-Украина", Днепропетровск.
2. Плановский А.Н., Рамм В.М., Коган С.З. Процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия. 1968. - 848 с.
3. Соколов В. Н. Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи. Л.: Машиностроение, 1982. - 384 с.
4. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии.- Л.: Химия, 1987
5. Чернобыльский И.И., Тананейко Ю.М. Сушильные установки химической промышленности. - Киев, Техника, 1969.
6. Кувшинский М. П., Соболева А. П. Курсовое проектирование по предмету процессы и аппараты химической промышленности. Москва, Высшая школа, 1980, 223с.
7. Михалев М.Ф. Расчет и конструирование машин и ппаратов химических производств. Примеры и задачи. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отдние, 1984. - 301 с.
8. Голубятников В. А., Шувалов В. В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности.- М.: Химия, 1985. - 325 с.
9. Автоматические приборы, регуляторы и вычислительные системы. - Изд. 3-е перераб. и допол. Под ред. Б.Д. Кашарского. - Л.: Машиностроение, 1976.
10. Промышленные приборы и средства автоматизации. Под ред. Черенкова В.В. - Л.: 1987.
11. Правила устройств предприятий. М. Оборонгиз 1974г.
12. Лазарев В.И. Вредные вещества в промышленности.- М.: Химия 1980.
13. Ефимова Г. Д. Методические указания по экономической части дипломного проектирования. Ротапринт. ХИПИ им. Соколова – Харьков: 2001.
14. Методичні вказівки до виконання дипломних проектів зі спеціальності 7.090220 „Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів” для студентів денної та заочної форми навчання / Укл.: Л.Г. Кірний. Суми: Вид-во СумДУ, 2001. - 40 с.
15. ГОСТ 7205-77 Марганец Углекислый основной, водный. Технические условия.

					6.133.21.07.00.00.00 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

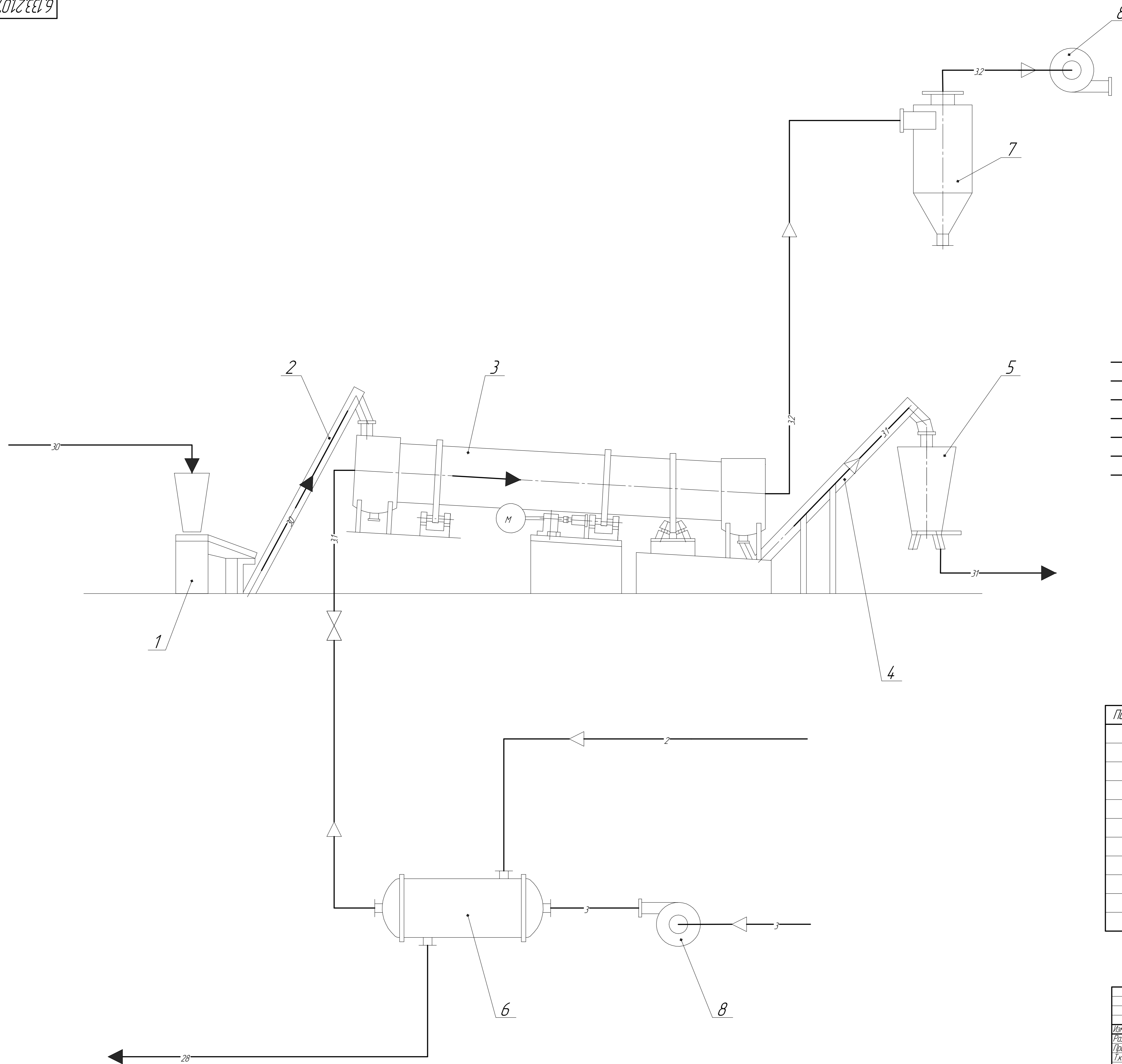
Додаток А



Діаграма Рамзіна

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.133.21.07.00.00.00 ПЗ



Условные обозначения

- 2 — Пар
- 3 — Воздух
- 3.1 — Воздух горячий
- 3.2 — Воздух отработанный
- 28 — Конденсат
- 30 — Влажный материал
- 31 — Высушенный материал

Позиция	Наименование	Кол	Примечание
1	Наклон подвижный	1	
2	Конвейер шнековый	1	
3	Установка сушильная	1	
4	Конвейер шнековый	1	
5	Аппарат мешки	1	
6	Теплообменник	1	
7	Циклон	1	
8	Вентилятор	2	
9	Бункер	1	

				6.133.2107.00.00.00 TC		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Производства углекислого марганца	Лит
Разраб.	Шист	Романько			Схема технологическая	Масса
Проб.						Масштаб
Т.контр.						Лист
И.контр.						Листов
Утв.						ШИ Сум ГУ

Лист № 001
Лист № 002
Лист № 003
Лист № 004
Лист № 005
Лист № 006
Лист № 007
Лист № 008
Лист № 009
Лист № 010
Лист № 011
Лист № 012
Лист № 013
Лист № 014
Лист № 015
Лист № 016
Лист № 017
Лист № 018
Лист № 019
Лист № 020
Лист № 021
Лист № 022
Лист № 023
Лист № 024
Лист № 025
Лист № 026
Лист № 027
Лист № 028
Лист № 029
Лист № 030
Лист № 031
Лист № 032
Лист № 033
Лист № 034
Лист № 035
Лист № 036
Лист № 037
Лист № 038
Лист № 039
Лист № 040
Лист № 041
Лист № 042
Лист № 043
Лист № 044
Лист № 045
Лист № 046
Лист № 047
Лист № 048
Лист № 049
Лист № 050
Лист № 051
Лист № 052
Лист № 053
Лист № 054
Лист № 055
Лист № 056
Лист № 057
Лист № 058
Лист № 059
Лист № 060
Лист № 061
Лист № 062
Лист № 063
Лист № 064
Лист № 065
Лист № 066
Лист № 067
Лист № 068
Лист № 069
Лист № 070
Лист № 071
Лист № 072
Лист № 073
Лист № 074
Лист № 075
Лист № 076
Лист № 077
Лист № 078
Лист № 079
Лист № 080
Лист № 081
Лист № 082
Лист № 083
Лист № 084
Лист № 085
Лист № 086
Лист № 087
Лист № 088
Лист № 089
Лист № 090
Лист № 091
Лист № 092
Лист № 093
Лист № 094
Лист № 095
Лист № 096
Лист № 097
Лист № 098
Лист № 099
Лист № 100

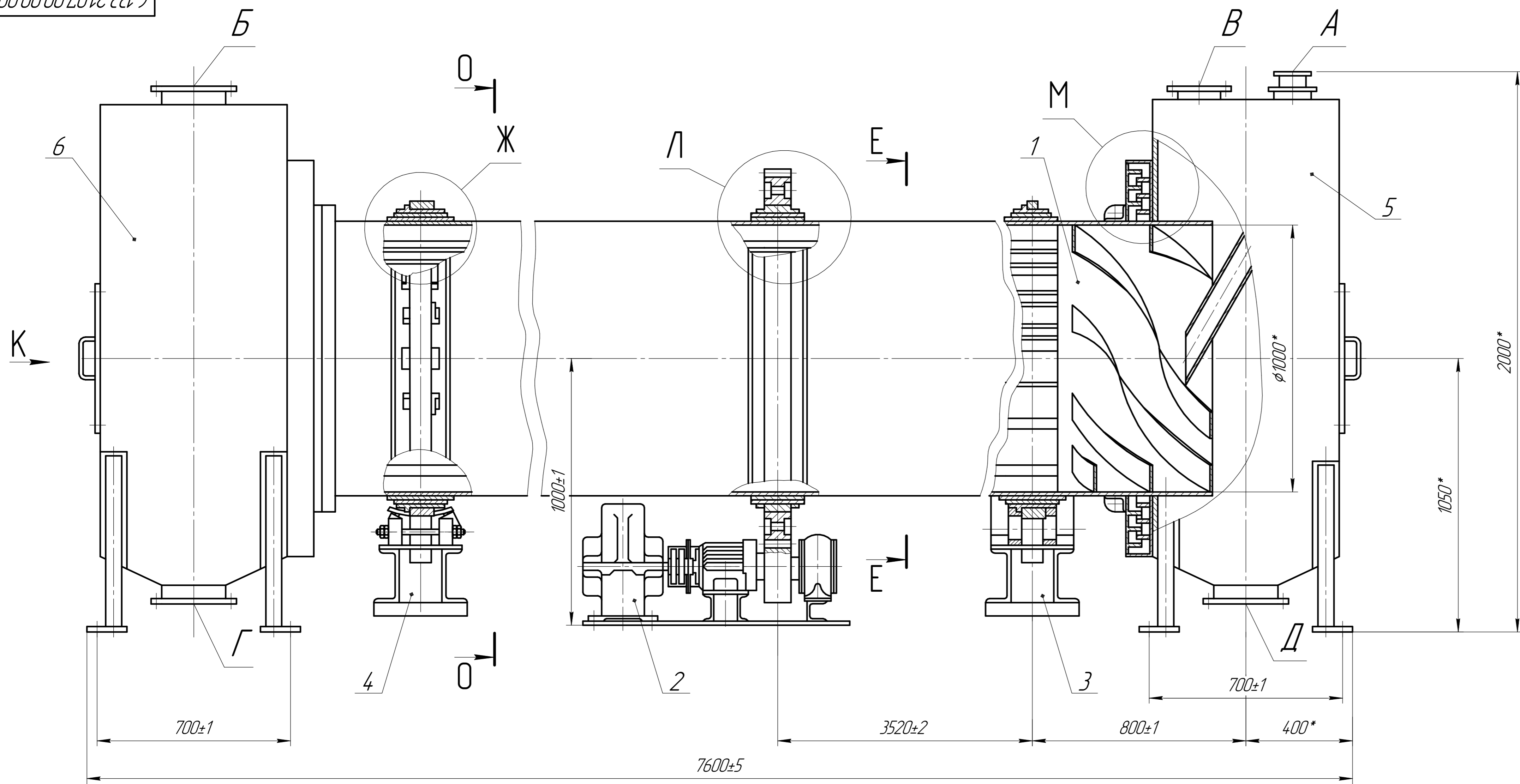
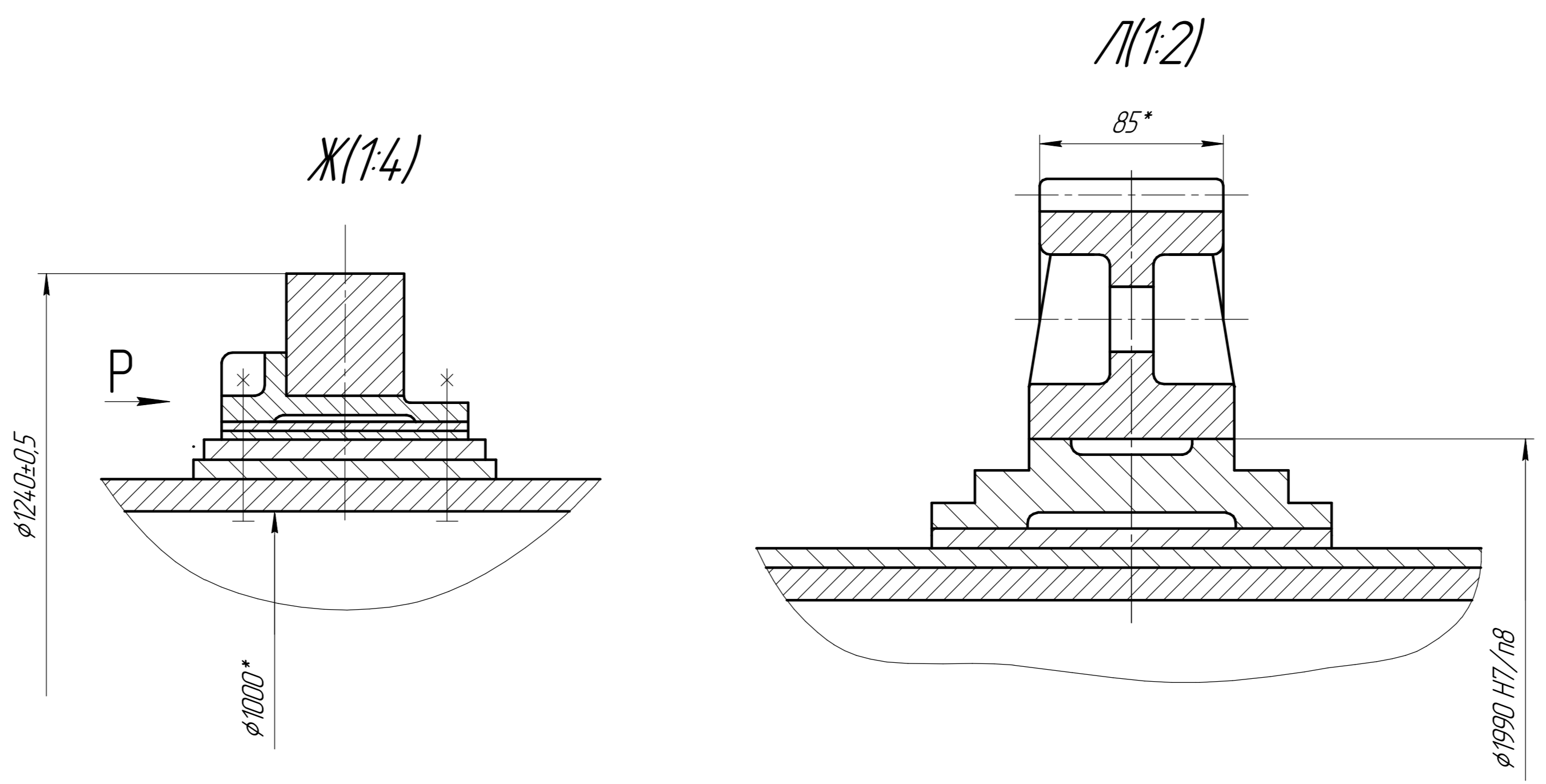
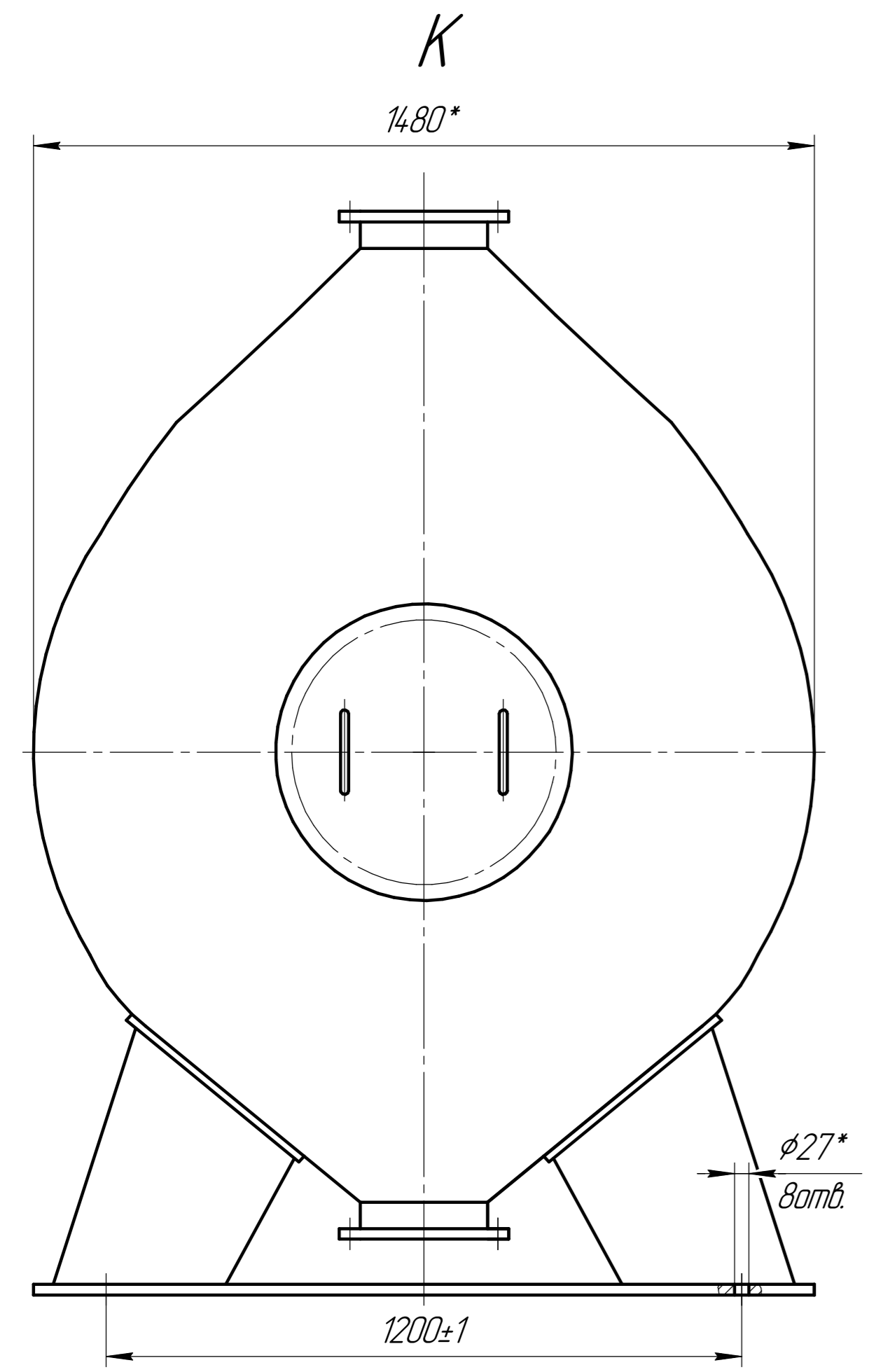


Таблица штуцеров

Обозн.	Наименование	Кол.	Ди, мм	Р _у МПа
А	Вход материала	1	75	0,1
Б	Вход газов	1	200	0,1
В	Выход газов	1	200	0,1
Г	Выход материала	1	150	0,1
Д	Запасной	1	200	0,1

Техническая характеристика

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Высушиваемый материал | Углекислый марганец |
| 2. Производительность, кг/час | 1700 |
| 3. Влажность, % | начальная 4,8
конечная 0,3 |
| 4. Теплоноситель: | воздух |
| 5. Мощность привода, кВт | 2,2 |
| 6. Число оборотов барабана, об/мин | 3,7 |

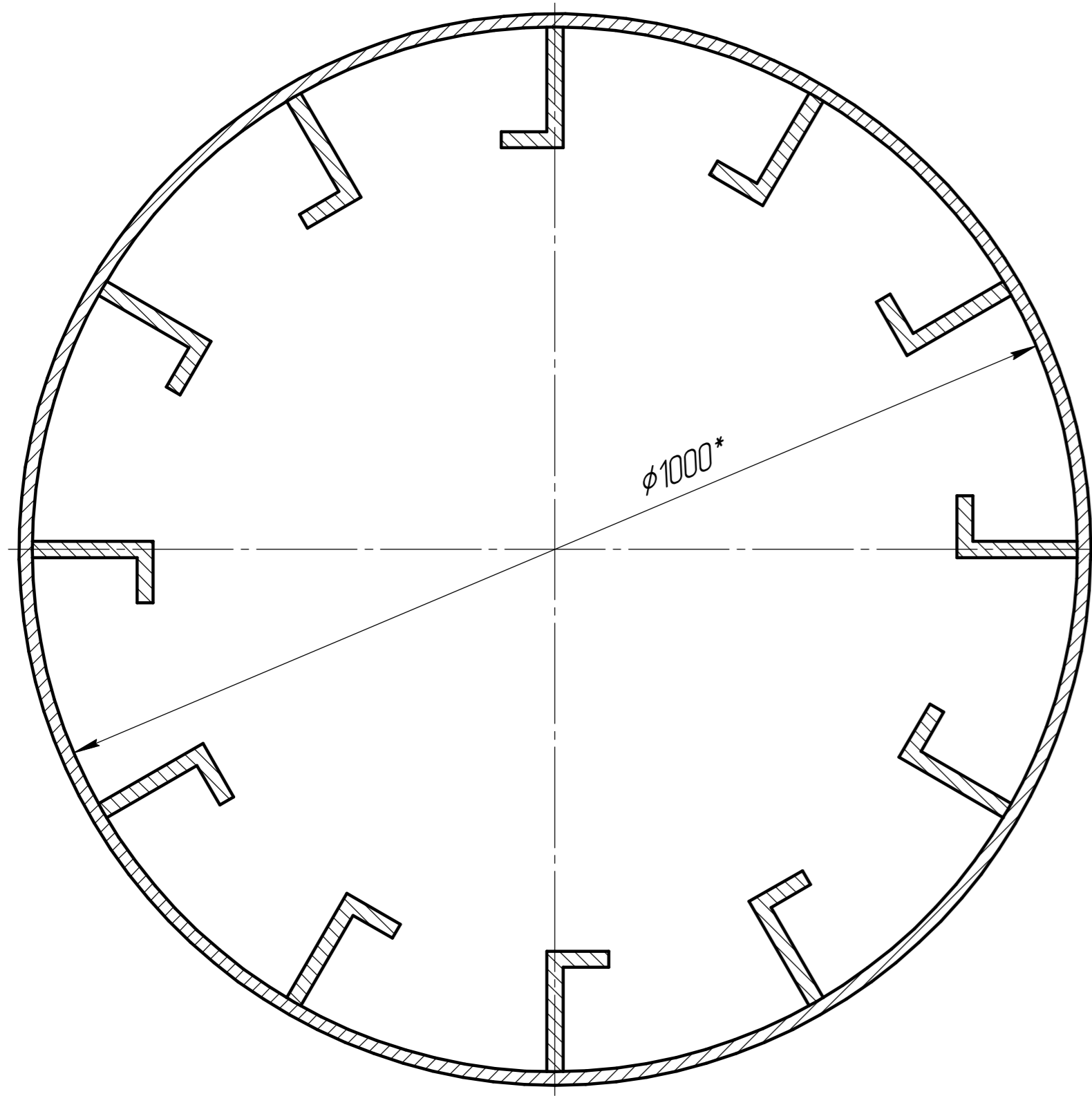


Технические требования

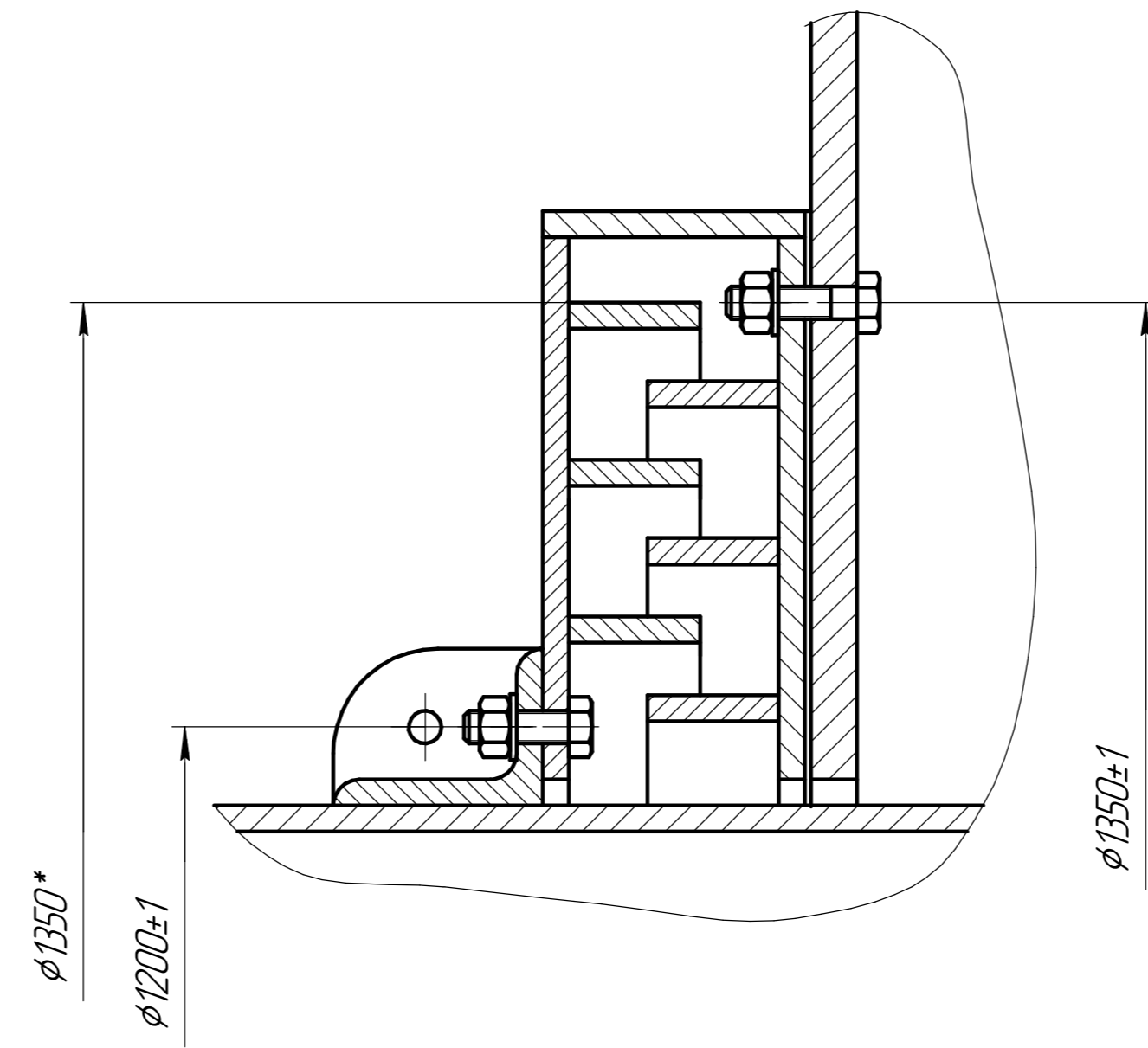
- Изготовление аппарата производить в соответствии с нормалью: Н204-9-80 "Технические условия на изготовление вращающихся барабанов общего назначения" и МРТУ 26-01-8-77 "Аппараты с вращающимися барабанами".
- Монтаж и обкатку вести в соответствии с инструкцией по монтажу аппаратов с вращающимися барабанами 10-380-НМ.
- При изготовлении, испытании и поставке аппарата должны выполняться требования: ГОСТ 12.2.003-74 "Оборудование производственное. Общие требования безопасности"; ОСТ 26.291-78 "Сосуды и аппараты стальные сварные. Технические требования".
- Сварные соединения должны соответствовать требованиям ОН 26-01-76-68 "Сварка в химическом машиностроении".
- *Размеры для справок.

6.133.21.07.00.00.00 СБ				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Барабанная сушарка Сборочный чертёж	
Разраб.	Штук					
Проб.	Романько				Лист 1	Листов 2
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						

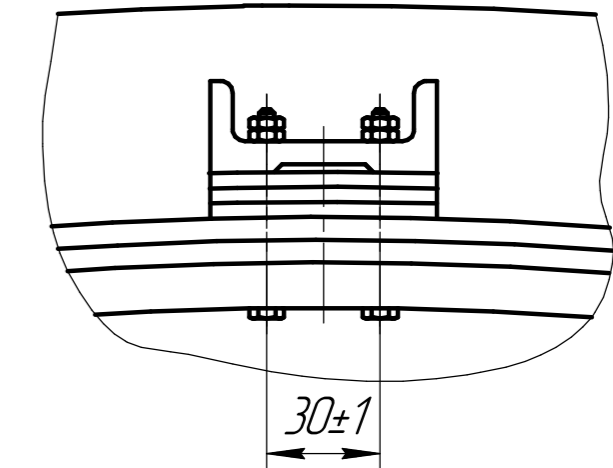
E-E(1:5)



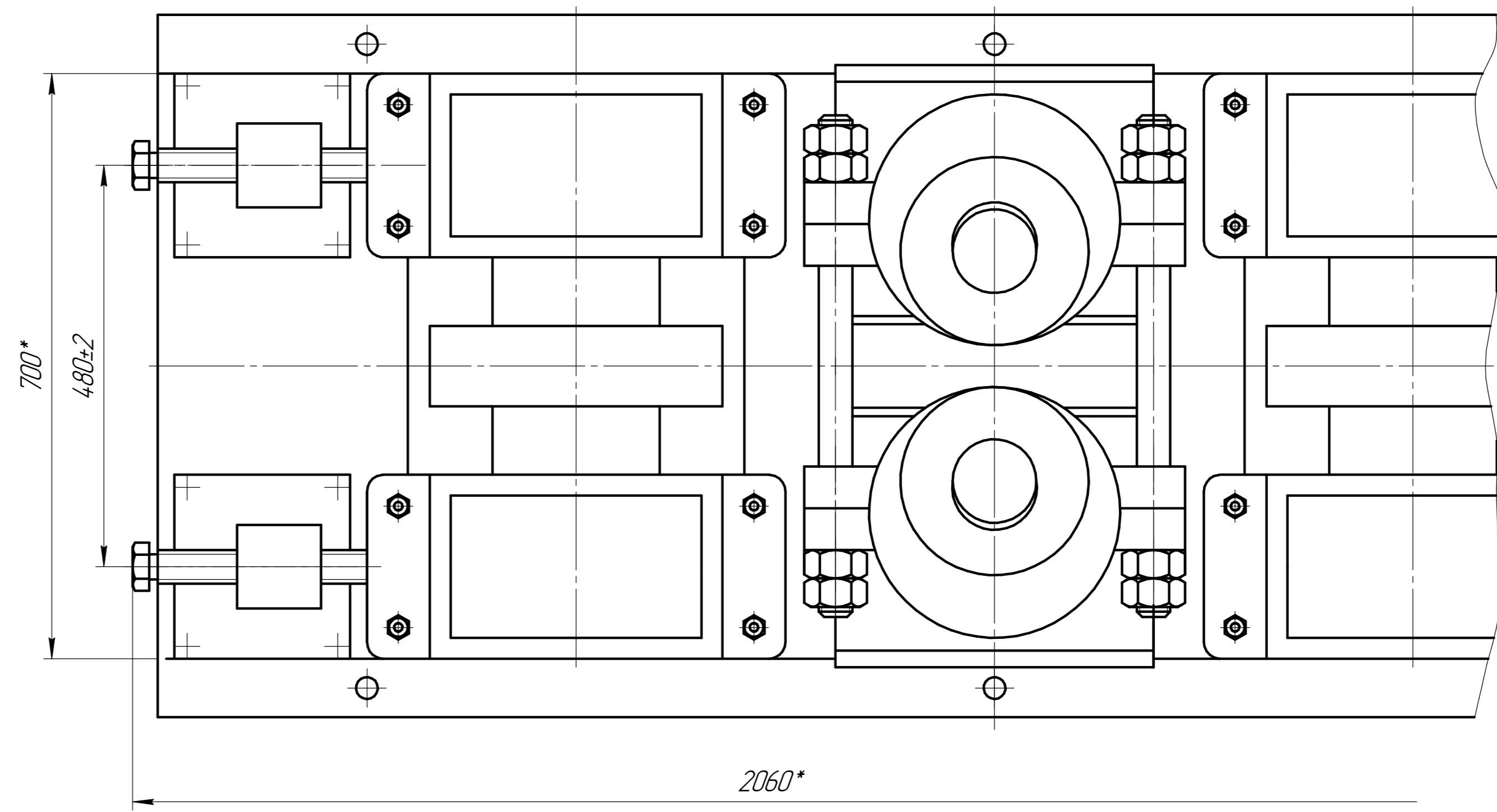
M(1:2,5)



P(1:2)



П(1:5)



O-O

