

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: Хімічної технології високомолекулярних сполук

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВР**

зі спеціальності 6.05050315: Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів

Тема проекту: Виробництво гідрохінону. Барабанна сушарка для сушки гідрохінону потужністю 2600 кг/год.

Виконав студент

Рогацький В.В.

Залікова книжка:

№ \_\_\_\_\_

Захищений з оцінкою:

\_\_\_\_\_

Керівник проекту

Банишевський В.В.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Спеціальність 6.05050315: Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Зав. Кафедрою

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВР**

Студенту: Рогацький В.В.

група ХМЗ-51ш курс V

1. **Тема курсової роботи:** « Виробництво гідрохінону. Барабанна сушарка для сушки гідрохінону потужністю 2600 кг/год»

2. **Вихідні дані:** Продуктивність 2600 кг/добу. Початкова вогкість матеріалу  $W_H=5\%$ , кінцева  $W_K=0,1\%$ . Температура повітря на вході в сушарку  $90^\circ\text{C}$ .  
Температура повітря на вході в сушку  $50^\circ\text{C}$ .

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

3.1 Загальний вигляд 2хА1;

3.2 Технологічна схема А1;

3.3 Складальні креслення 2.5хА1.

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	Т И 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 2020 р

7. Термін захисту курсової роботи Червень 2020р.

Керівник комплексної курсової роботи \_\_\_\_\_

## Реферат

Пояснювальна записка: 56 с, 3 рисунки, 1 табл., 1 додаток, 10 література.

Графічні матеріали: складальне креслення апарата, технологічна схема, креслення складальних одиниць листів 4,5 формату А1.

Тема: Виробництво гідрохінону. Барабанна сушарка для сушки гідрохінону потужністю 2600 кг/год.

В бакалаврській роботі були представлені теоретичні основи процесу, опис технологічної схеми сушки гідрохінону, опис конструкції апарату та вибір конструкторських матеріалів.

Зроблені технологічні розрахунки процесу та апарату за якими був вбраний стандартний апарат та вибране допоміжне обладнання.

Проведені перевірочні розрахунки, що підтверджують працездатність та безпечність барабанної сушарки.

Описаний монтаж та ремонт апарата та основні вимоги з охорони праці.

Ключові слова: АПАРАТ, СУШАРКА БАРАБАННА, ГІДРОХІНОН, КОРПУС

## Зміст

Вступ.....	5
1 Технологічна частина .....	7
1.1 Опис технологічної схеми виробництва .....	7
1.2 Теоретичні основи процесу .....	8
1.3 Опис конструкції апарату та вибір конструкторських матеріалів .....	10
2 Технологічні розрахунки процесу і апарату.....	13
2.1 Матеріальний баланс процесу.....	13
2.2 Технологічні розрахунки .....	14
2.3 Конструктивні розрахунки апарату.....	17
2.4 Гідравлічний опір апарата .....	20
2.5 Вибір допоміжного обладнання.....	21
3 Розрахунок апарата на міцність та герметичність .....	27
3.1 Розрахунок товщини стінки барабана.....	27
3.2 Визначення товщини опорного бандажу сушарки .....	31
3.3 Розрахунок упорного ролика.....	34
3.4 Розрахунок зубчастої передачі.....	36
4 Монтаж та ремонт апарата .....	44
4.1 Монтаж апарата .....	44
4.2 Ремонт апарата.....	46
5 Охорона праці .....	48
5.1 Аналіз потенційних небезпек які виникають під час експлуатації обладнання .....	48
5.2 Вимоги до вентиляції, опаленню та освітленню.....	49
5.3 Вимоги до шуму та вібрації.....	52
5.4 Пожежна безпека .....	52
Висновки .....	53
Література .....	54
Додатки.....	55

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ

Ізм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
	Разраб.	Рогацький		
	Пров.	Банишевський		
	Н.контр.			
	Утв.			

Пояснювальна записка

Лит.	Лист	Листов
	4	56
ІІІ Сум ДУ		

## Вступ

При сушінні вологих матеріалів відбуваються одночасно два процеси: випаровування вологи (масообмін) і перенесення тепла (теплообмін). Теплообмін, ускладнений масообміном, має специфічні особливості в порівнянні з чистим теплообміном.

Проблема сушки вологих матеріалів включає питання перенесення тепла і маси всередині тіла (внутрішня задача) і в прикордонному шарі на межі поділу фаз (зовнішнє завдання). Результуюча інтенсивність сушки залежить від умов переносу тепла і маси всередині тіла і на межі поділу фаз. Інтенсивність сушіння максимальна, коли можливість перенесення тепла і маси в прикордонному шарі відповідає можливості переміщення вологи і тепла всередині тіла.

В одних випадках на інтенсивність сушки впливають зовнішні умови тепла і маси (тонкодисперсні продукти), в інших - умови перенесення вологи і тепла всередині тіла (малі коефіцієнти дифузії або вологопровідності і ін.). Крім того, в окремих випадках можна розраховувати інтенсивність випаровування, виходячи з щільності теплового потоку. Таким чином, в сушильній техніці часто користуються рівняннями теплообміну між тілом і газом, виведеними стосовно завдань без масообміну, вносячи в ці рівняння відповідні поправки.

Технологія сушіння пов'язана, з одного боку, з сукупністю технічних пристроїв, засобів і прийомів обробки об'єкта сушіння, що забезпечують найвигідніші умови здійснення процесу, а з іншого боку, зі зміною технологічних і споживчих властивостей матеріалу, що висушується. Різноманіття наведених вище способів сушки і типів сушильних апаратів дозволяє вибрати для будь-якого матеріалу, що висушується найбільш раціональну технологію сушки, під якою мається на увазі виконання двох головних умов: 1) відповідність кінетики сушіння балансовим умовам; 2) відповідність гідродинамічних і термодинамічних умов процесу сушіння постійно змінюваних станів і властивостей матеріалу, що висушується.

Перша умова означає кінетичне відповідність об'єкта сушіння обраному типу сушильного апарату, інш. Час перебування матеріалу в ньому має бути рівним або трохи більшим часу, необхідного для сушіння до заданої вологості.

Виконання другої умови забезпечує відповідність параметрів зовнішнього середовища механізму волого переносу або кінетичним особливостям процесу сушіння, а також виключає можливість псування продукту на всій протяжності сушильного тракту. Наприклад, для першого періоду сушки прийнятні висока температура сушильного агента і активна гідродинаміка системи газ - тверде, в той час як для другого періоду сушіння більш доречно помірною температурою газу і «спокійною» гідродинамічною обстановкою. Крім виконання цих умов, при виборі

способу сушіння і апаратного оформлення процесу необхідно керуватися наступними принципами:

мінімізація вартості сушки, тобто зменшення витрат енергії, капітальних витрат, витрат на обслуговування і ремонт;

повна безпека процесу з дотриманням вимог екології;

забезпечення технологічності процесу, тобто. облік факторів, що стосуються, наприклад, організації руху потоків матеріалу і газу в системі, простоти обслуговування і ремонту, а також специфічних вимог, наприклад, отримання продукту із заданими дисперсністю, гранулометричним складом, щільністю і міцністю частинок, отримання непилящих продуктів.

На підставі наведених умов для забезпечення проведення заданого технологічного процесу прийнята барабанна сушарка.[1]

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

# 1 Технологічна частина

## 1.1 Опис технологічної схеми виробництва

Сушку гідрохінону ведуть в барабанній сушарці поз. 110, що представляє собою горизонтальний, циліндричний апарат встановлений під кутом  $6^\circ$  в бік руху вологого гідрохінону. Продуктивність сушарки (2000 ... 2600) кг / год.

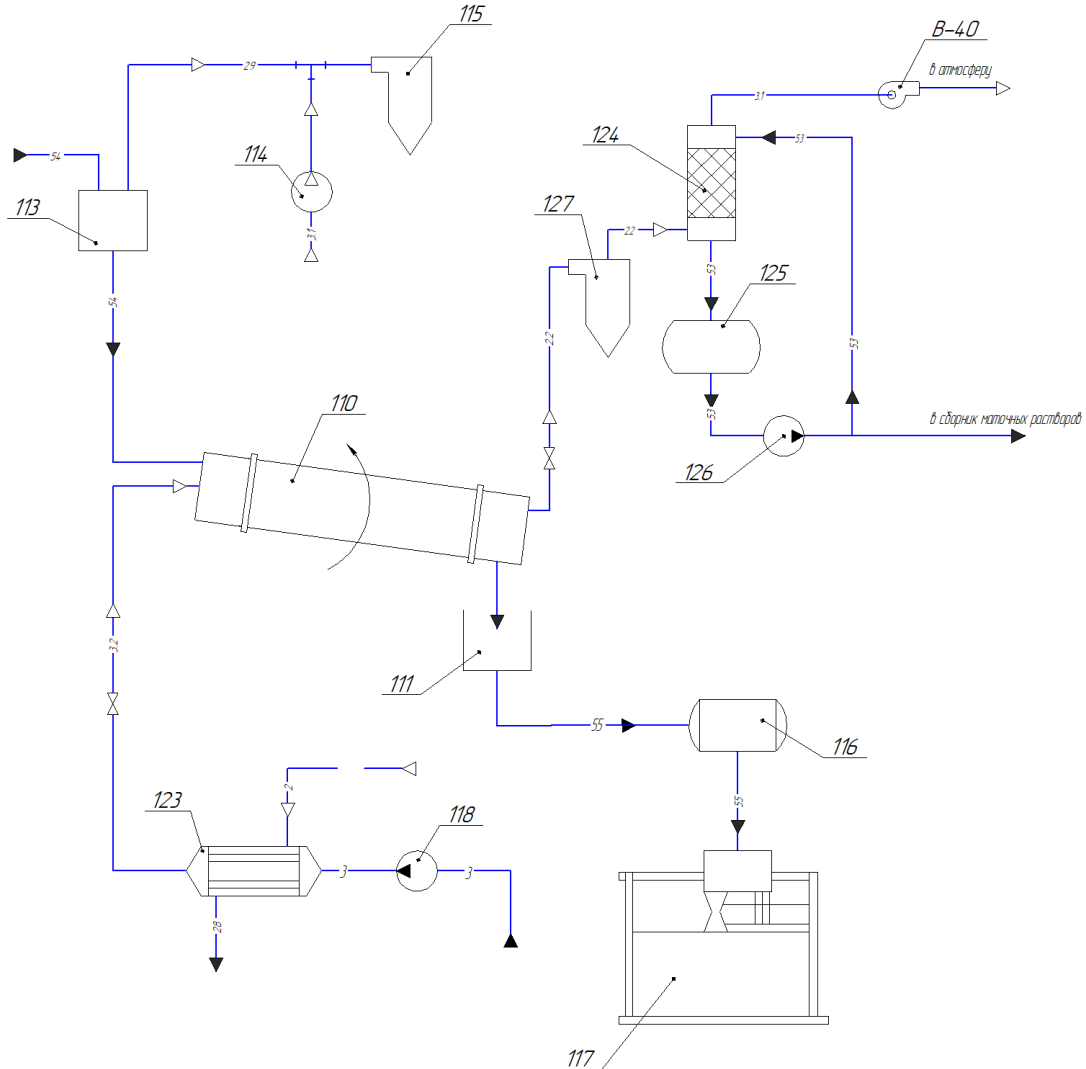


Рисунок 1 – Схема виробництва Гідрохінону

110 – Сушарка барабанна, 111 – бункер змішувач, 113 – бункер загрузочний, 114 – насос, 115 – циклон, 116 – зашивна машина, 117 – ваги, 123 – улавлювач, 124 – скруббер, 125 – сборник, 126 – насос, 127 – циклон, В-40 – вентилятор.

Вологий гідрохінон з бункера поз. 113 подають в завантажувальний бункер сушарки поз. 110, звідки гідрохінон за допомогою шнека рівномірно надходить в барабан сушарки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ

Лист

7

Сушку гідрохінону проводять подачею в корпус сушарки нагрітого повітря з температурою (90 ... 95) ° С. Температуру повітря підтримують автоматично шляхом регулювання витрати гострої пари, що подається в калорифер поз. 118.

Конденсат з температурою (80 ... 85) ° С видаляють за допомогою вакууму (0,2...0,4) кгс/см<sup>2</sup>, створюваного вакуум-насосом поз. 114.

Відсмоктування парів вологи з барабана сушарки поз. 110 здійснюють за допомогою вентилятора поз. В-40. Для очищення повітря від пилу гідрохінону між сушаркою поз. 110 і вентилятором поз. В-40 знаходиться вузол очищення.

Гідрохінон, рухаючись в сушильному барабані і пересипаючи з полицки на полицку, висихає, проходить через сито, встановлене на розвантажувальний отвір барабана сушарки і зсипається в бункер-змішувач поз. 111 ємністю 1,0 м<sup>3</sup>.

Зміст вологи в сухому гідрохіноні має бути не більше 0,1%.

Відсіви гідрохінону з сітки по тічці зсипають в мішок, закріплений на тічці і направляють на перекристалізацію.

Сухий гідрохінон з бункера-змішувача поз. 111 подають шнеком на вивантаження і за допомогою шлюзового живильника поз. 112 фасують в крафт-паперовий мішок з поліетиленовим мішком-вкладишем, встановлений на платформних вагах.

Маса "нетто" розфасованого гідрохінону не повинна перевищувати 35 кг.

Поліетиленовий мішок за допомогою парової трубки запаячної машини поз. 116 запаяють. До поліетиленовіму мішку цим же швом припаюють паперову етикетку, вкладену в поліетиленовий пакет.

Крафт-паперовий мішок зашивають щільними нитками на мішкозашивочній машині поз. 116. До крафтбумажному мішку пришивають бирку, вкладену в поліетиленовий пакет.

Вихід гідрохінону з однієї операції сушки повинен становити (407...493) кг.

## 1.2 Теоретичні основи процесу

Конвективна сушка повітрям або газом є найбільш поширеним методом сушіння в хімічній промисловості. У повітряному сушінні, так само як і в газовій, тепло передається від теплоносія безпосередньо висушують речовини. Для отримання матеріалу високої якості особлива увага повинна приділятися технологічного режиму сушіння, правильному вибору параметрів і визначення режиму процесу (вибір оптимальної температури нагріву матеріалу, вибір оптимальних значень вологості матеріалу і інш.).[2]

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8



Оптимальний режим сушіння, що впливає на технологічні властивості матеріалу, залежить від зв'язку вологи з матеріалом.

Фізична сутність сушильного процесу полягає в наступному: рушійною силою процесу видалення вологи з матеріалу є різниця Парціальних тисків парів над матеріалом і в навколишньому середовищі (повітряному або газової):

$$\Delta p = p_r^M - p_n^B$$

При  $\Delta p = 0$  настає рівновага і сушка припиняється. Якщо  $p_r^B > p_n^M$ , то відбувається протилежний процес зволоження матеріалу. У міру віддалення вологи з поверхні матеріалу, за рахунок різниці концентрації вологи усередині матеріалу і на поверхні його відбувається рух вологи до поверхні шляхом дифузії. У деяких випадках має значення так звана термодифузія, коли рух вологи всередині матеріалу відбувається також за рахунок різниці температур на поверхні і всередині матеріалу в напрямку зменшення температур.

Сушка - процес тепломасообмінний. Видалення вологи з поверхні тісно пов'язане з просуванням її зсередини до поверхні.

Слід зазначити, що при сушінні деяких матеріалів до низької кінцевої вологості тепло витрачається не тільки на підігрів матеріалу і випаровування вологи з нього, а й на подолання зв'язку вологи з матеріалом.

Зв'язок вологи з матеріалом може бути механічною, фізико - хімічної та хімічної.

Механічно пов'язані з матеріалом поверхнева волога і волога, що заповнює великі капіляри матеріалу в результаті змочування. Ця волога (іноді звана зовнішньої) найменш міцно пов'язана з матеріалом і найбільш легко видаляється з нього.

Більш міцно пов'язана з матеріалом волога, яка поглинається поверхнею дрібних капілярів (адсорбційна волога) або проникає всередину клітин матеріалу (структурна і осмотично зв'язана волога).

Волога, хімічно зв'язана з матеріалом (гідратне, або кристалізаційна), в процесі сушіння зазвичай не видаляється і тому при розрахунку сушарок не враховується.

У більшості випадків при сушінні видаляється водяна пара, проте в хімічній промисловості припадає нерідко видаляти пари органічних розчинників. Незалежно від того, яка рідина буде випаровуватися, закономірності процесу ті ж.[2]

### 1.3 Опис конструкції апарату та вибір конструкторських матеріалів

Барабанна сушарка є циліндричний похилий барабан з двома бандажами, які при обертанні барабана котяться по опорним роликam. Матеріал надходить з піднесеного кінця барабана через живильник, захоплюється гвинтовими лопатями, на яких він підсушується, після чого переміщується вздовж барабана, що має кут нахилу до горизонту до  $6^{\circ}$ . Осьовий зсув барабана запобігає упорними роликamи.

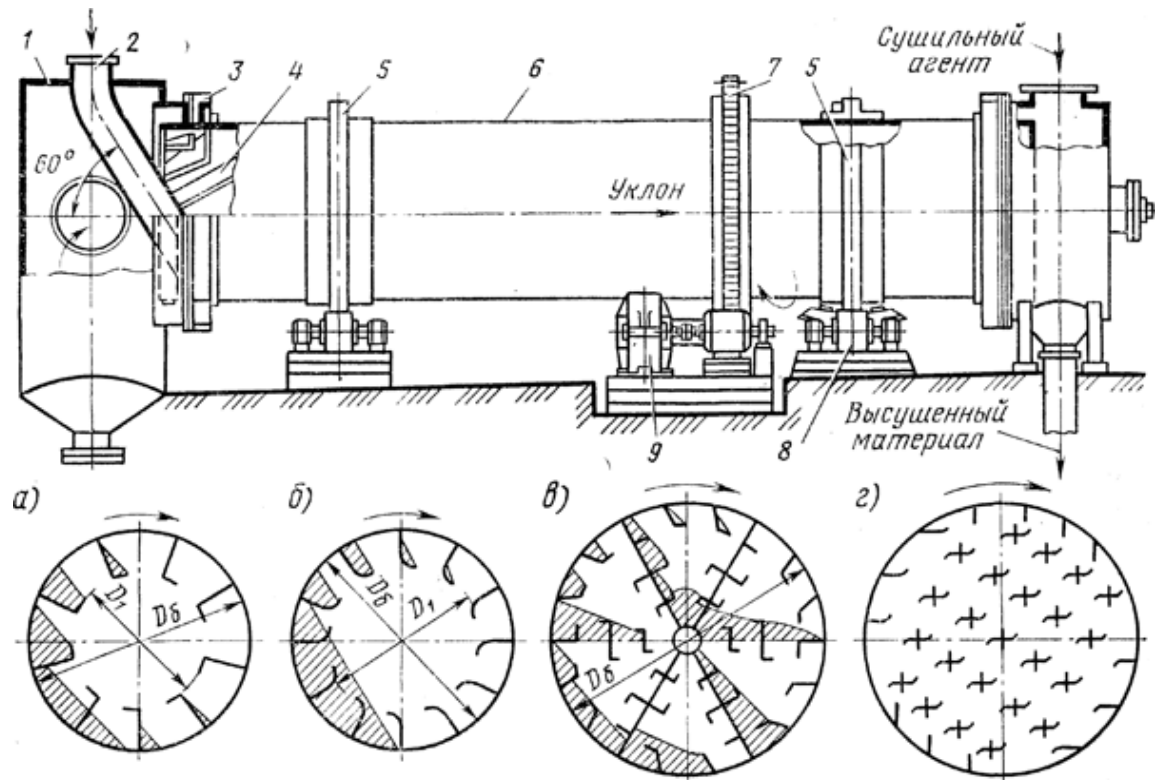


Рисунок 2 - Барабанна сушарка

1 – камера для відводу сушильного агента; 2 – подача сирого матеріалу; 3 – ущільнювальне кільце; 4 – головка; 5 – скільзна опора; 6 – барабан; 7 – колесо приводу; 8 – опорно-упорний підшипник; 9 – електродвигун з редуктором; а і б – підйомно-лопатева система насадки; в – розподільчо-перева-лочна система з закритими комірками; г – розподільна система

Матеріал переміщується в сушарці за допомогою внутрішньої насадки, рівномірно розподіляє його по перетину барабана. Конструкція насадки залежить від розміру шматків і властивостей матеріалу, що висушується. В даному випадку насадка відноситься до підйомно-лопатеvim насадок.

Зазвичай в барабанних сушарках матеріал і сушильний агент рухаються прямою лінією, завдяки цьому запобігає пересушування матеріалу і винесення матеріалу поточними газами в сторону, протилежну його руху. Для зменшення винесення при прямої лінії швидкість газів в барабані підтримують не

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

більше 2-3 м/с, в залежності від розмірів частинок матеріалу. Гази надходять з топки, що примикає до барабана з боку входу матеріалу і забезпеченою змішувальною камерою для охолодження газів до потрібної температури зовнішнім повітрям.

Висушений матеріал проходить через підпірні пристрій у вигляді змінного кільця або поворотних лопаток, за допомогою якого регулюється ступінь заповнення барабана, зазвичай не перевищує 20-25% його обсягу. Готовий продукт проходить через шлюзовий затвор, що перешкоджає підсосу зовнішнього повітря в барабан, і видаляється транспортером.

Гази просочуються через барабан за допомогою димососа, встановленого за сушаркою. Для уловлювання з газів пилу між барабаном і димососом розташований циклон. При такій схемі установки барабан працює при розрідженні, при цьому значно зменшується знос вентилятора частинками пилу.

Барабан приводиться в обертання за допомогою зубчастого вінця, який знаходиться в зачепленні з провідною шестернею, з'єднаної через редуктор з електродвигуном. Швидкість обертання барабана залежить від кута його нахилу і тривалості сушіння; зазвичай барабан робить 1-8 об / хв.

Барабанні сушарки широко застосовуються для сушіння сипучих і дрібно-кускових матеріалів.

Переваги барабанних сушарок:

- інтенсивна і рівномірна сушка внаслідок тісного контакту матеріалу і сушильного агента;
- велике напруження барабана по волозі, що досягає  $100 \text{ кг/м}^3 \cdot \text{ч}$  і більше;
- компактність установки.

Суть вибору конструкції барабанної сушарки визначається вибором типу насадки барабана. Вибір типу насадки залежить від умов сушіння, від властивостей матеріалу, що висушується. Так в залежності від номінального розміру часток, що висушується, а також того що сульфат амонію має мале значення насипної щільності, вибираємо лопатеву насадку.[3]

Вибір конструкційного матеріалу, який визначається умовою експлуатації проектного елемента, вузла або апарата (температура, тиск, величина навантаження, характер агресивного впливу середовища, вимоги до якості, що переробляється продукту і інш.), Слід виконувати так, щоб при низькій вартості і не дефіцитності матеріалу забезпечувати ефективну технологію виготовлення елемента (вироби).

З огляду на, що гідрокінон не відноситься до хімічно активних речовин, для конструкції барабанної сушарки і її елементів застосовуємо матеріал - сталь 20. Вибір на користь цієї сталі, заснований на її порівняно низької вартості,

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ					11

хорошій оброблюваності і досить високими фізико-механічними властивостями. Хімічний склад і механічні властивості представлені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 - Хімічний склад і механічні властивості сталі 20

C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, %	Cu, %	As, %	S, %	P, %	E·10 <sup>5</sup> МПа	σ МПа	σ М Па	δ %
0,23 -0,3	0,5- 0,8	0,05- 0,19	0,3	0,5	0,3	0,08	0,05	0,04	2,0	280	400	23

Бандажі виготовляються зі сталі 40 або 45Л, як правило, прямокутної форми в поперечному перерізі. Упорні і опорні ролики зазвичай відливають з чавуну СЧ 18 - 36 або СЧ 21 - 40 тому, що нерівномірність роликів і бандажа призводить до більш прискореного зносу роликів, які простіше і дешевше виготовити, ніж бандажі.

Вінець або вінцеву шестерню зазвичай виготовляють зі сталі 35Л, що складається з двох полу венців, що з'єднуються між собою конічними болтами.

## 2 Технологічні розрахунки процесу і апарату

### 2.1 Матеріальний баланс процесу

Кількість вологого матеріалу, що надходить в сушарку, так само  $G_0$ , 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

$$G_0 = G_k + W \quad (1.1)$$

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:

висушеного матеріалу

$$G_0 = G_k \cdot \frac{100 - U_k}{100 - U_0} \quad (1.3)$$

$$G_0 = 2600 \cdot \frac{100 - 0,1}{100 - 5} = 2734 \text{ кг/год}$$

випаруваної вологи

$$W = G_0 \cdot \frac{U_0 - U_k}{100 - U_k} \quad (1.4)$$

$$W = 2734 \cdot \frac{5 - 0,1}{100 - 0,1} = 136 \text{ кг/год}$$

Секундна продуктивність:

по вологому матеріалу

$$G = \frac{2734}{3600} = 0,75 \text{ кг/с}$$

по висушеному матеріалу

$$G_{\text{к.}} = 2600 - G = 2600/3600 = 0,72 \text{ кг/с};$$

									Лист
									13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ				

по випаруваної волозі

$$W = 136/3600 = 0.04 \text{ кг/с.}$$

## 2.2 Технологічні розрахунки

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  $t_{\text{нм}} = 20^\circ\text{C}$ , на виході –  $t_{\text{км}} = 50^\circ\text{C}$ .

Параметри зовнішнього повітря визначаємо з урахуванням географічних умов, тобто середньорічні параметри:  $t_0 = 10^\circ\text{C}$  та  $\varphi_0 = 65\%$ . Цим параметрам відповідає вологовмісткість  $x_0 = 0,005 \text{ кг/кг}$  та ентальпія  $I_0 = 23 \text{ кДж/кг}$ . Інші параметри характерних точок процесу сушіння визначаємо по діаграмі стану J–х 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, що надходить з повітрям

$$Q_1 = L \cdot I_0 \quad (1.5)$$

тепло, що надходить з матеріалом

$$Q_2 = G_{\text{к}} \cdot c_{\text{м}} \cdot t_{\text{нм}} \quad (1.6)$$

тепло, що надходить з випаровуючою вологою матеріалу

$$Q_3 = W \cdot c_{\text{в}} \cdot t_{\text{нм}} \quad (1.7)$$

тепло, отримане в теплообміннику позначимо через  $Q_4$ ;

тепло, віднесене сушильним агентом

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

$$Q_5 = L \cdot I_2 \quad (1.8)$$

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

$$Q_6 = W \cdot i_{\text{п}} \quad (1.9)$$

тепло, що пішло з висушеним матеріалом

$$Q_7 = G_{\text{к}} \cdot c_{\text{м}} \cdot t_{\text{км}} \quad (1.10)$$

тепловтрата  $Q_{\text{пот}}$ .

Запишемо рівняння приходу і витрати тепла

$$Q_{\text{прих}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad (1.11)$$

$$Q_{\text{расх}} = Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_{\text{пот}} \quad (1.12)$$

звідки рівняння теплового балансу

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_{\text{пот}} \quad (1.13)$$

Вирішуючи рівняння теплового балансу щодо ентальпії відпрацьованої рідини, отримаємо

$$I_2 = I_1 - \frac{\Delta}{\ell} \quad (1.14)$$

де  $\Delta$  – 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

$$\Delta = \frac{G_{\text{к}}}{W} \cdot c_{\text{м}} \cdot (t_{\text{км}} - t_{\text{нм}}) - c_{\text{в}} \cdot t_{\text{нм}} + q_{\text{п}} \quad (1.15)$$

де  $c_{\text{м}} = 1,43$  кДж/кг·к – теплоємність матеріалу,  $c_{\text{в}} = 4,19$  кДж/кг·К - теплоємність води.

Питома витрата повітря

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

$$\ell = \frac{1}{x_2 - x_0} \quad (1.16)$$

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

Загальна витрата повітря

$$L = \ell \cdot W \quad (1.17)$$

$$L = 90,91 \cdot 0,04 = 3,6 \text{ кг/с.}$$

Витрата тепла на сушку

$$Q = \frac{W \cdot (I_1 - I_0)}{x_2 - x_0} \quad (1.18)$$

$$Q = \frac{0,04 \cdot (103 - 23)}{0,016 - 0,005} = 290 \text{ кВт.}$$

Питома витрата на сушку

$$q = \frac{Q}{W} \quad (1.19)$$

$$q = \frac{290}{0,04} = 7273 \text{ кДж/кг.}$$

Втрати тепла в розмірі 5,5%

$$q_{\text{пот}} = 0,1 \cdot q \quad (1.20)$$

$$q_{\text{пот}} = 0,055 \cdot 7273 = 407 \text{ кДж/кг.}$$

Отож

$$\Delta = 0,044 - 0,04 \cdot 1,43 \cdot (50 - 20) - 4,19 \cdot 20 + 407 = 952 \text{ кДж/кг.}$$

Тоді ентальпія повітряної суміші на виході з сушарки

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16



$$I_2 = I_1 - \frac{\Delta}{\ell} \quad (1.21)$$

$$I_2 = 103 - \frac{952}{91} = 93 \text{ кДж/кг.}$$

Значенням  $I_2 = 93$  кДж/кг і  $x_2 = 0,016$  кг/кг відповідає по I–х діаграмі температура повітря:  $t_2 = 60^\circ\text{C}$ , що узгоджується з прийнятим раніше значенням, при цьому виконується умова  $t_2 < t_{\text{км}}$ .

### 2.3 Конструктивні розрахунки апарату

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

$$t_{\text{cp}} = \frac{t_1 + t_2}{2} \quad (1.22)$$

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

має значення

$$\rho_B = \frac{M \cdot T_0}{22,4 \cdot (T_0 + t_{\text{cp}})} \quad (1.23)$$

$$\rho_B = \frac{29 \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + 75)} = 1,02 \text{ кг/м}^3.$$

Попередньо визначаємо внутрішній діаметр сушильного барабана

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot L}{\pi \cdot \rho_B \cdot (1 - \beta) \cdot \omega_r}} \quad (1.24)$$

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,6}{3,14 \cdot 1,02 \cdot (1 - 0,2) \cdot 0,5}} = 0,92 \text{ м,}$$

приймаємо  $D = 1,0$  м.

Згідно табл. 9 [5] приймаємо напругу барабана сушарки по вологі  $A_v = 36$  кг/м<sup>3</sup>·ч, залежне від типу сушарки, виду матеріалу, що висушується і ін. факторів.

Об'єм сушильного барабана

$$V_6 = \frac{W}{A_v} \quad (1.25)$$

$$V_6 = \frac{136}{36} = 3,75 \text{ м}^3.$$

Попередня довжина барабана

$$L_6 = \frac{4 \cdot V_6}{\pi \cdot D^2} \quad (1.26)$$

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

приймаєм  $L_6 = 6,0$  м.

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

Зовнішній діаметр барабана

$$D_n = D + 2 \cdot \delta \quad (1.27)$$

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

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

внутрішній діаметр барабана  $D_n = 1000$  мм;

довжину барабана  $L = 6000$  мм;

Маса матеріалу в сушильному барабані

$$M = 0,785 \cdot D^2 \cdot L_6 \cdot \beta \cdot \rho \quad (1.28)$$

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

Час перебування висушеного матеріалу в сушарці

$$\tau = \frac{M}{G_k} \quad (1.29)$$

$$\tau = \frac{716}{0,72} = 1085 \text{ с} = 18 \text{ хв} = 0,3 \text{ год.}$$

Число оборотів барабана стосовно до даних умов експлуатації

$$n = \frac{L}{a \cdot \tau \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot D} \quad (1.30)$$

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  $\operatorname{tg} \alpha = 0,0524$ . Отож

$$n = \frac{6000}{1,2 \cdot 196 \cdot 0,0524 \cdot 1000} = 0,49 \text{ об/хв.}$$

Потужність, що витрачається на обертання барабана

$$N = 0,078 \cdot D^3 \cdot L \cdot \rho \cdot \sigma \cdot n \quad (1.31)$$

де  $\sigma = 0,053$  – коефіцієнт, що залежить від виду насадки і ступеня заповнення барабана (табл. 35) [1];  $n = 0,0081$  об/с – частота обертання барабана.

$$N = 0,78 \cdot 1^3 \cdot 6 \cdot 760 \cdot 0,053 \cdot 0,0081 = 1,53 \text{ кВт}$$

З діапазону потужностей приводу барабана для обраної сушарки приймаємо  $N = 2,2$  кВт, при цьому враховуємо ККД приводу і наявність пускових моментів [3, табл. 10.1]

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

## 2.4 Гідравлічний опір апарата

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

$$\Pi = \pi \cdot D + 2 \cdot z \cdot l_0 \quad (1.32)$$

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

Вільна площа перетину корпусу сушарки без урахування товщини лопатей

$$f = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (1.33)$$

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

Еквівалентний діаметр сушильного барабана

$$d_{\text{екв}} = \frac{4 \cdot f}{\Pi} \quad (1.34)$$

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

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

$$\omega_r = \frac{4 \cdot L}{\pi \cdot \rho_B \cdot (1 - \beta) \cdot D^2} \quad (1.35)$$

$$\omega_r = \frac{4 \cdot 0,27}{3,14 \cdot 1,02 \cdot (1 - 0,2) \cdot 1^2} = 0,42 \text{ м/с.}$$

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

$$\text{Re} = \frac{\omega_{\Gamma} \cdot d_{\text{ЭКВ}} \cdot \rho_{\text{В}}}{\mu_{\text{В}}} \quad (1.36)$$

$$\text{Re} = \frac{0,42 \cdot 0,412 \cdot 1,02}{0,0238 \cdot 10^{-3}} = 7416 < \text{Re} = 10000,$$

отже, режим руху відноситься до перехідної області.

Коефіцієнт тертя

$$\lambda = \frac{0,316}{\text{Re}^{0,25}} \quad (1.37)$$

$$\lambda = \frac{0,316}{7416^{0,25}} = 0,034$$

Втрата тиску на довжині сушильного барабана (з урахуванням коефіцієнта опору повітря про пересипання матеріалу  $\varphi = 102$ )

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{L}{d_{\text{ЭКВ}}} \cdot \frac{\omega_{\Gamma}^2 \cdot \rho}{2} \cdot \varphi \quad (1.38)$$

$$\Delta p = 0,034 \cdot \frac{6}{0,0412} \cdot \frac{0,42^2 \cdot 1,02}{2} \cdot 102 = 45 \text{ Па.}$$

За дослідними даними опір барабанної сушарки  $\Delta p = 100 \dots 200$  Па (см. с. 167) [6] при швидкість повітря  $\omega_{\Gamma} = 2,0$  м/с і коефіцієнті заповнення  $\beta = 0,2$ . В даному випадку також враховується гідравлічний опір пересипається з лопатей матеріалу.

## 2.5 Вибір допоміжного обладнання

При розрахунку сушарок треба вибрати вентилятор для подачі сушильного агента і пилеуловлюючого пристрою. В даному випадку виконаємо розрахунок

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

пилеуловлюючого пристрою. Для очищення сушильного агента від пилу можна застосувати пилеосадні циклони, електрофільтри, газові фільтри і гідравлічні пилеосідачі. Найбільше застосування отримали циклони, т. я. вони вловлюють тверді частинки з розмірами 100-3 мкм і мають хорошу ступінь очищення (85-45%).

Вибираємо для розрахунку циклон типу ОТІ. 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

$$V = \frac{L}{\rho_B} \quad (1.39)$$

$$V = \frac{0,27}{1,02} = 0,26 \text{ м}^3/\text{с};$$

найменший діаметр вловлюючих частинок:  $d_{\min} = 0,3 \text{ мм};$

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

$$S = b \cdot h = \frac{V}{\omega_{\text{вх}}} \quad (1.40)$$

$$S = \frac{0,26}{20} = 0,013 \text{ м}^2.$$

Для циклонів типу ОТІ рекомендується  $h = 4 \cdot b$ , тоді сторони перетину повітряпроводу

$$b = 0,5 \cdot \sqrt{S} \quad (1.41)$$

$$b = 0,5 \cdot \sqrt{0,013} = 0,1 \text{ м};$$

$$h = 4 \cdot b = 4 \cdot 0,1 = 0,4 \text{ м}.$$

Орієнтовне значення діаметра циклону

$$D \approx 5,9 \cdot b \quad (1.42)$$

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

приймаємо  $D = 0,6 \text{ м.}$

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

$$\omega_o = \frac{d^2 \cdot (\rho_m - \rho_b) \cdot \omega_c^2 \cdot \rho_b}{9 \cdot \mu \cdot D} \quad (1.43)$$

$$\omega_o = \frac{(0,3 \cdot 10^{-3})^2 \cdot (760 - 1,02) \cdot 12^2 \cdot 1,02}{9 \cdot 0,0238 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6} = 0,13 \text{ м/с.}$$

Перевіряємо правильність застосування цієї формули за рівнянням

$$Re = \frac{\omega_o \cdot d \cdot \rho_b}{\mu_b} \quad (1.44)$$

$$Re = \frac{0,13 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3} \cdot 1,02}{0,0238 \cdot 10^{-3}} = 0,15 < 0,2,$$

тобто формула застосовна.

Внутрішній діаметр вихлопної труби

$$d_{вн} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{V}{\omega_T}} \quad (1.45)$$

$$d_{вн} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{0,27}{8}} = 0,34 \text{ м.}$$

Зовнішній діаметр вихлопної труби

$$d_{н} = d_{вн} + 2 \cdot \delta \quad (1.46)$$

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

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

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Діаметр циклону

$$D_{\text{ц}} = \frac{d_{\text{н}}}{1 - 10 \cdot \frac{\omega_{\text{о}}}{\omega_{\text{ц}}}} \quad (1.47)$$

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

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

Висота циліндричної частини циклона

$$h_1 = \frac{2 \cdot V}{(D - d_{\text{н}}) \cdot \omega_{\text{ц}}} \quad (1.48)$$

$$h_1 = \frac{2 \cdot 0,91}{(0,6 - 0,35) \cdot 12} = 0,48 \text{ м.}$$

Висота конусної частини циклону

$$h_2 = 5,05 \cdot b \quad (1.49)$$

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

Гідравлічний опір циклону

$$\Delta p = \zeta_{\text{ц}} \cdot \frac{\omega_{\text{вх}}^2 \cdot \rho_{\text{г}}}{2} \quad (1.50)$$

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

$$\Delta p = 6 \cdot \frac{20^2 \cdot 1,02}{2} = 1212 \text{ Па}$$

Далі вибираємо вентилятор.

Потужність, споживана вентилятором



$$N = \frac{V_{\Delta p}}{1000 \cdot \eta} \quad (1.51)$$

де  $V$  – подача вентилятора, м<sup>3</sup>/с;  $\Delta p$  – повне опір сушильної установки з урахуванням швидкісного напору, Па;  $\eta = \eta_v \cdot \eta_{np}$  – загальний ККД вентиляційної установки.

$$V = \frac{L}{\rho} \quad (1.52)$$

$$V = \frac{0,27}{1,02} = 0,26 \text{ м}^3/\text{с}.$$

$$\Delta p = \Delta p_{тр} + \Delta p_{мс} + \Delta p_{суш} + \Delta p_{кт} + \Delta p_{ц} + \Delta p_{ск} \quad (1.53)$$

де

$$\Delta p_{тр} = \lambda \cdot \frac{l}{D} \cdot \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2} \quad (1.54)$$

опір тертя повітропроводів, Па;

$$\Delta p_{мс} = \sum \zeta \cdot \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2} \quad (1.55)$$

місцеві опору, Па;  $\Delta p_{суш}$  – опір сушарки, Па;  $\Delta p_{кт}$  – опір камери змішування і топки, Па;  $\Delta p_{ц}$  – опір циклонів;

$$\Delta p_{ск} = \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2} \quad (1.56)$$

швидкісний напір, Па.

У відповідності зі схемою сушильної установки приймаємо такі вихідні дані для розрахунку: загальна довжина повітропроводів  $l = 20$  м;

кількість засувки  $n_з = 2$  шт.;

Кількість відводів під кутом  $90^\circ$   $n_{от} = 2$  шт.

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

З рівняння витрати знаходимо діаметр повітропроводів між апаратами

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ				

$$d = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot \omega}} \quad (1.57)$$

$$d = \sqrt{\frac{0,27}{0,785 \cdot 20}} = 0,214 \text{ м.}$$

Приймаємо повітропровід з листового заліза діаметром 220x2 мм.  
Уточнюємо швидкість руху повітряної суміші

$$\omega = \frac{V}{0,785 \cdot d^2} \quad (1.58)$$

$$\omega = \frac{0,27}{0,785 \cdot 0,216^2} = 19,7 \text{ м/с.}$$

швидкісний напір

$$\Delta p_{\text{ск}} = \frac{19,7^2 \cdot 1,01}{2} = 196 \text{ Па.}$$

величина критерію Re

$$Re = \frac{\omega \cdot d \cdot \rho}{\mu} \quad (1.59)$$

$$Re = \frac{19,7 \cdot 0,216 \cdot 1,02}{0,0238 \cdot 10^{-3}} = 180578$$

Значення коефіцієнта тертя

$$Re = \frac{0,316}{Re^{0,25}} \quad (1.60)$$

$$Re = \frac{0,316}{180578^{0,25}} = 0,015$$

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

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ				26

$$\Delta p_{\text{тр}} + \Delta p_{\text{мс}} = \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2} \cdot \left( \lambda \cdot \frac{1}{D} + \sum \zeta_i \right) \quad (1.61)$$

$$\Delta p_{\text{тр}} + \Delta p_{\text{мс}} = 196 \cdot \left( 0,015 \cdot \frac{20}{0,216} + 2 \cdot 0,15 + 2 \cdot 0,15 \right) = 390 \text{ Па.}$$

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

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

Опір сушильної установки

$$\Delta p = 390 + 45 + 1212 + 196 = 1868 \text{ Па.}$$

При ККД вентилятора  $\eta = 0,65$  потужність, споживана вентилятором,

$$N = \frac{0,72 \cdot 1868}{1000 \cdot 0,7} = 2,07 \text{ кВт.}$$

приймаємо вентилятор Ц-1-4030, що має продуктивність  $V = 1,12 \text{ м}^3/\text{с}$ , натиск  $\Delta p = 3280 \text{ Па}$  і потужність  $N = 2,2 \text{ кВт}$ .

### 3 Розрахунок апарата на міцність та герметичність

#### 3.1 Розрахунок товщини стінки барабана

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

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

Товщину стінки барабана вибирають по каталогу або попередньо рас-зчитують за емпіричною формулою

$$\delta = (0,007 \dots 0,011) \cdot D_{\delta} \quad (2.1)$$

$$\delta = (0,007 \dots 0,011) \cdot 1,0 = 0,007 \dots 0,011 \text{ м,}$$

приймаємо  $\delta = 0,008 \text{ м} = 8 \text{ мм.}$

Маса матеріалу в сушильній барабані

$$G_M = 0,785 \cdot D^2 \cdot L_{\delta} \cdot \beta \cdot \rho \quad (2.2)$$

$$G_M = 0,785 \cdot 1,0^2 \cdot 6 \cdot 0,15 \cdot 760 = 961 \text{ кг.}$$

Маса барабана

$$G_{\text{бар}} = \pi \cdot D^2 \cdot \delta \cdot \rho \cdot L_{\delta} \quad (2.3)$$

$$G_{\text{бар}} = 3,14 \cdot 1,0^2 \cdot 0,01 \cdot 8530 \cdot 6 = 2143 \text{ кг.}$$

маса ізоляції

$$G_{\text{из}} = \pi \cdot D \cdot \delta_{\text{из}} \cdot \rho_{\text{из}} \cdot L_{\delta} \quad (2.4)$$

де  $\delta_{\text{из}} = 0,1 \text{ м}$  – товщина ізоляції, яка 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]

$$G_{\text{из}} = 3,14 \cdot (1,0 + 2 \cdot 0,01) \cdot 0,1 \cdot 250 \cdot 6 = 641 \text{ кг}$$

сумарне навантаження

$$p = (G_M + G_{\text{из}} + G_{\text{бар}}) \cdot g \quad (2.5)$$

$$p = (2143 + 961 + 641) \cdot 9,81 = 36,7 \cdot 10^3 \text{ Н} = 0,037 \text{ МН.}$$

Питома навантаження на довжині барабана

$$q = \frac{p}{L} \quad (2.6)$$

$$q = \frac{0,037}{8} = 4,63 \cdot 10^{-3} \text{ МН/м.}$$

Відстань між опорами

$$l_o = 0,586 \cdot L_{\text{б}} = 0,586 \cdot 6 = 4,68 \text{ м.}$$

Згинальний момент від рівномірно розподіленого навантаження

$$M_1 = \frac{q \cdot l_o^2}{8} \quad (2.7)$$

$$M_1 = \frac{4,63 \cdot 10^{-3} \cdot 4,68^2}{8} = 0,013 \text{ МН}\cdot\text{м.}$$

Для діаметра барабана  $D = 1,0$  м вага вінцевої шестерні (див. 163) [7]:  
 $p_{\text{внц}} = 8000 \text{ Н.}$

Згинальний момент від зосередженого навантаження вінцевої шестерні.

$$M_2 = \frac{p_{\text{внц}} \cdot l_o}{4} \quad (2.8)$$

$$M_2 = \frac{8000 \cdot 4,68}{4} = 9,4 \cdot 10^3 \text{ МН}\cdot\text{м} = 0,009 \text{ МН}\cdot\text{м.}$$

Сумарний вигинає момент

$$M_{\text{и}} = M_1 + M_2 \quad (2.9)$$

$$M_{\text{и}} = 0,013 + 0,009 = 0,022 \text{ МН}\cdot\text{м.}$$

Крутний момент на барабані

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

$$M_{кр} = \frac{N}{2 \cdot \pi \cdot n} \cdot 10^{-3} \quad (2.10)$$

$$M_{кр} = \frac{3,8 \cdot 10^{-3} \cdot 60}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,49} = 0,005 \text{ МН} \cdot \text{м.}$$

Розрахунковий (наведений) момент

$$M_p = 0,35 \cdot M_{и} + 0,65 \cdot \sqrt{M_{и}^2 + M_{кр}^2} \quad (2.11)$$

$$M_p = 0,35 \cdot 0,108 + 0,65 \cdot \sqrt{0,108^2 + 0,072^2} = 0,023 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

Момент опору перетину кільцевої стінки барабана

$$W = 0,785 \cdot D^2 \cdot \delta \quad (2.12)$$

$$W = 0,785 \cdot 1,0^2 \cdot 0,01 = 0,00785 \text{ м}^3.$$

Напруга в стінці барабана

$$\sigma_u = \frac{M_p}{W} \quad (2.13)$$

$$\sigma_u = \frac{0,023}{0,00785} = 2,93 \text{ МН/м}^2,$$

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

Кільцевий момент інерції стінки барабана

$$I = \frac{\pi \cdot D_{ср}^3}{8} \cdot \delta = \frac{\pi}{8} (D + \delta)^3 \cdot \delta \quad (2.14)$$

$$I = \frac{3,14}{8} (1,0 + 0,01)^3 \cdot 0,01 = 0,00404 \text{ м}^4.$$

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

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ				

Прогин барабана від рівномірно розподіленого навантаження

$$f_1 = \frac{5 \cdot q \cdot l_o^4}{384 \cdot E \cdot I} \quad (2.15)$$

$$f_1 = \frac{5 \cdot 4,63 \cdot 10^{-3} \cdot 4,68^4}{384 \cdot 1,9 \cdot 10^5 \cdot 0,00404} = 0,377 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Прогин під дією сили ваги вінцевої шестерні

$$f_2 = \frac{P_{\text{венц}} \cdot l_o^3}{48 \cdot E \cdot I} \quad (2.16)$$

$$f_2 = \frac{8000 \cdot 10^{-6} \cdot 4,68^3}{48 \cdot 1,9 \cdot 10^5 \cdot 0,00404} = 0,223 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Загальний прогин

$$f = f_1 + f_2 \quad (2.17)$$

$$f = (0,377 + 0,223) \cdot 10^{-4} = 0,6 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Допустимий прогин

$$[f] = 0,0003 \cdot l_o = 0,0003 \cdot 4,68 = 14,04 \cdot 10^{-4} \text{ м,}$$

тобто умова жорсткості барабана виконується.

### 3.2 Визначення товщини опорного бандажу сушарки

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

Реакцію опорного ролика визначаємо за формулою

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

$$R_p = \frac{(p + p_{\text{венц}}) \cdot \cos \alpha}{2 \cdot z \cdot \cos \frac{\varphi}{2}} \quad (2.18)$$

$$R_p = \frac{(0,037 + 0,008) \cdot \cos 3^\circ}{2 \cdot 2 \cdot \cos 15^\circ} = 0,012 \text{ МН},$$

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

Діаметр опорного ролика

$$d_p = \frac{D}{3..4} = \frac{1000}{3..4} = 250..333 \text{ мм},$$

приймаємо  $d_p = 300$  мм.

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

Матеріал башмака 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, допустиме контактне напруження  $[\sigma_{\text{к}}] = 500$  МПа (см. с. 256) [4].

Кут між башмаками

$$j = \frac{2 \cdot \pi}{n_6} \quad (2.20)$$

$$j = \frac{2 \cdot 3,14}{8} = 45^\circ.$$

Число башмаків в одному квадраті

$$n_{61} = \frac{n_6 - 2}{4} \quad (2.21)$$

$$n_{61} = \frac{8 - 2}{4} = 1,5,$$

приймаємо  $n_{61} = 2$ .

Сила, що діє на найнижчий башмак



$$Q_0 = \frac{4 \cdot R_{0п}}{n_б} \quad (2.22)$$

$$Q_0 = \frac{4 \cdot 12}{8} = 6 \text{ кН.}$$

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

$$Q_1 = Q_0 \cdot \cos j = 6 \cdot \cos 45^\circ = 4,24 \text{ кН};$$

$$Q_2 = Q_0 \cdot \cos 2j = 2 \cdot \cos 90^\circ = 0 \text{ кН};$$

Розрахункові кути для визначення пар сил

$$Q_0; \Theta_0 = 180^\circ; \sin 180^\circ = 0; \cos 180^\circ = -1;$$

$$Q_1; \Theta_1 = 135^\circ; \sin 135^\circ = 0,7; \cos 135^\circ = -0,7;$$

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

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

Середній радіус барабана при

$$D_{\text{ср.б}} = 1,2 \cdot D_{\text{н}} \quad (2.23)$$

$$D_{\text{ср.б}} = 1,2 \cdot (1,0 + 2 \cdot 0,01) = 1,220 \text{ м} = 1220 \text{ мм};$$

$$R_{\text{ср}} = \frac{D_{\text{ср.б}}}{2} \quad (2.24)$$

$$R_{\text{ср}} = \frac{1220}{2} = 610 \text{ мм} = 0,61 \text{ м.}$$

Згинальний момент в місцях докладання зусиль по формулі 3.154 [4]

$$M_{o0} = -\frac{Q_0 \cdot R_{cp}}{2 \cdot \pi} \cdot \left(1 + \frac{1}{\cos \beta} - (\pi - \beta) \cdot \operatorname{tg} \beta\right) \quad (2.25)$$

$$M_{o0} = -\frac{6 \cdot 0,61}{2 \cdot 3,14} \cdot \left(1 + \frac{1}{\cos 150^\circ} - (3,14 - 2,61) \cdot \operatorname{tg} 150^\circ\right) = -0,085 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$M_{o1} = -\frac{Q_1 \cdot R_{cp}}{\pi} \cdot \left(1 - \frac{\cos \Theta_1}{\cos \beta} - (\pi - \Theta_1) \cdot \sin \Theta_1 + (\pi - \beta) \cdot \cos \Theta_1\right) \quad (2.26)$$

$$M_{o1} = -\frac{4,24 \cdot 0,61}{3,14} \cdot \left(1 - \frac{\cos 135^\circ}{\cos 150^\circ} - (3,14 - 2,355) \cdot \sin 135^\circ + (3,14 - 2,61) \cdot \cos 135^\circ \cdot \operatorname{tg} 150^\circ\right) =$$

$$= 0,118 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

Сумарний вигинає момент в ключовому перетині

$$M_o = M_{o0} + M_{o1} = -0,085 + 0,118 = 0,033 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Ширина бандажа по формулі 3.163 [4] при  $D_{н.б} > D_{ср.б}$  ( $D_{н.б} = 1,5 \text{ м}$ )

$$b = 0,59^2 \cdot \frac{R_p \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot 2 \cdot (D_{н.б} + d_p)}{[\sigma_k]^2 \cdot (E_1 + E_2) \cdot D_{н.б} \cdot d_p} \quad (2.27)$$

$$b = 0,59^2 \cdot \frac{0,012 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot (1,0 + 0,3)}{500^2 \cdot (2 \cdot 10^5 + 2 \cdot 10^5) \cdot 1,0 \cdot 0,3} = 0,126 \text{ м} = 126 \text{ мм},$$

приймаємо  $b = 130 \text{ мм}$ .

Висота перерізу бандажа

$$h_\delta = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{\max}}{b \cdot [\sigma_n]}} \quad (2.28)$$

$$h_\delta = \sqrt{\frac{6 \cdot 0,118 \cdot 10^3}{0,04 \cdot 50 \cdot 10^6}} = 0,128 \text{ м} = 128 \text{ мм},$$

приймаємо  $h_\delta = 130 \text{ мм}$ .

### 3.3 Розрахунок упорного ролика

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ					

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

$$A = p \cdot \sin \alpha \quad (2.30)$$

$$A = (0,037 + 0,008) \cdot \sin 2^\circ 18' = 0,00864 \text{ МН} = 8,64 \text{ кН.}$$

Середній діаметр бандажа

$$D_{\text{cp}} = D_{\text{н.б}} - h_{\text{б}} \quad (2.31)$$

$$D_{\text{cp}} = 1500 - 130 = 1370 \text{ мм.}$$

Кут  $\gamma$  при вершині конуса упорного ролика

$$\frac{\gamma}{2} = \arctg \frac{d_{\text{уп}}}{d_{\text{cp}}} \quad (2.32)$$

де  $d_{\text{уп}} = 300$  мм, Середній діаметр упорного ролика прийнятий по нормаліям.

$$\frac{\gamma}{2} = \arctg \frac{200}{1370} = 7^\circ 18'.$$

Сила  $T$ , нормальна до бічної поверхні ролика

$$T = \frac{A}{\cos \frac{\gamma}{2}} \quad (2.33)$$

$$T = \frac{8,64}{\cos 7^\circ 18'} = 8,71 \text{ кН.}$$

Контактні напруги матеріалу упорного ролика

$$\sigma_{\text{к}} = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{T \cdot E}{h_{\text{уп}} \cdot \left(\frac{D_{\text{cp}}}{2}\right) \cdot \sin \frac{\gamma}{2}}} \quad (2.34)$$

$$\sigma_k = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{8,71 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5}{0,3 \cdot \left(\frac{1,37}{2}\right) \cdot \sin 7^\circ 18'}} = 197 \text{ МПа,}$$

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

$$\sigma_k < [\sigma_k]$$

виконується.

### 3.4 Розрахунок зубчастої передачі

Частота обертання барабана

$$n_6 = 4,9 \text{ об/хв.}$$

Тоді загальне передавальне число приводу, частота обертання ротора двигуна дорівнює 750 об / хв

$$u_{пр.} = \frac{n_{дв}}{n_6} = \frac{750}{4,9} = 153.$$

Для редуктора ЦДН - 50 значення передавального відношення

$$u_p = 50,$$

отже, передавальне відношення зубчастої передачі

$$u_n = \frac{u_{пр.}}{u_p} = \frac{153}{50} = 3,09.$$

Номінальний крутний момент з конструктивного розрахунку сушарки

$$T_1 = \frac{30 \cdot 1000 \cdot N}{\pi \cdot n} = \frac{30 \cdot 1000 \cdot 1,53}{3,14 \cdot 4,9} = 2983 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

По табл. 3.12 [11] Призначаємо матеріал для шестерні і колеса – сталь 35 - Л (кування); термічна обробка - поліпшення.

Для шестерні

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$\sigma_B = 850 \text{ МПа}; \sigma_T = 600 \text{ МПа}; 230 \dots 300 \text{ НВ}_1;$$

для колеса

$$\sigma_B = 800 \text{ МПа}; \sigma_T = 580 \text{ МПа}; 241 \text{ НВ}_2.$$

Межа витривалості зубів при згині, відповідний базовому числу циклів зміни напруги (формула 3.19 [11])

$$\sigma_{Flimb1}^0 = 1,8 \cdot \text{НВ}_1 = 1,8 \cdot 265 = 477 \text{ МПа}.$$

При нереверсивній передачі коефіцієнт, що враховує характер приховання навантаження по табл. 3.20 [11]  $K_{FC} = 1,0$ ; при терміні служби передачі 55000 г, то відповідно до рекомендацій (див. с. 77 [11]) коефіцієнт довговічності  $K_{FL1} = 1,0$ . Межа витривалості зубів при згині, відповідний еквівалентному числу циклів зміни напруг (формула 3.52 [11])

$$\sigma_{Fliml} = \sigma_{Flimb1}^0 \cdot K_{FC} \cdot K_{FL1} = 477 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 477 \text{ МПа}.$$

коефіцієнт безпеки (формула 3.56 [11])

$$S_F = S'_F \cdot S''_F = 1,75 \cdot 1,0 = 1,75,$$

де  $S'_F = 1,75$  (табл. 3.19 [11]),  $S''_F = 1,0$  (табл. 3.21 [10]).

Коефіцієнт, що враховує чутливість матеріалу до концентрації напружень (формула 3.57 [11])  $Y_s = 1,0$ ; коефіцієнт, що враховує шорсткість перехідної поверхні зуба (формула 3.58 [11])  $Y_R = 1,0$ .

Допустиме напруження згину для зубів шестерні (формула 3.1 [10])

$$[\sigma_{F1}] = \frac{\sigma_{Fliml}}{S_F} \cdot Y_s \cdot Y_R = \frac{477}{1,75} \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 272 \text{ МПа}.$$

Аналогічно визначаємо допустиме напруження для зубів колеса.

Межа витривалості зубів при згині, відповідний базовому числу циклів зміни напруг (формула 3.19 [10])

$$\sigma_{Flimb2}^0 = 1,8 \cdot \text{НВ}_2 = 1,8 \cdot 241 = 434 \text{ МПа}.$$

Для неререверсивний передачі коефіцієнт, що враховує характер навантаження по табл. 3.20 [11]  $K_{FC} = 1,0$ ; т.к. термін служби передачі не заданий, то відповідно до рекомендацій (див. с. 77 [10]) коефіцієнт довговічності  $K_{FL1} = 1,0$ . Межа витривалості зубів при згині, відповідний еквівалентному числу циклів зміни напруг (формула 3.52 [10])

$$\sigma_{Flim2} = \sigma_{Flimb2}^0 \cdot K_{FC} \cdot K_{FL2} = 434 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 434 \text{ МПа.}$$

коефіцієнт безпеки (формула 3.56 [10])

$$S_F = S'_F \cdot S''_F = 1,75 \cdot 1,0 = 1,75,$$

де  $S'_F = 1,75$  (табл. 3.19 [11]),  $S''_F = 1,0$  (табл. 3.21 [10]).

Коефіцієнт, що враховує чутливість матеріалу до концентрації напруг (формула 3.57 [11])  $Y_s = 1,0$ ; коефіцієнт, що враховує шорсткість перехідної поверхні зуба (формула 3.58 [11])  $Y_R = 1,0$ .

Допустиме напруження згину для зубів шестерні (формула 3.1 [10])

$$[\sigma_{F2}] = \frac{\sigma_{Flim2}}{S_F} \cdot Y_s \cdot Y_R = \frac{434}{1,75} \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 248 \text{ МПа.}$$

Допустиме контактне напруження для шестерні (формула 3.33 [10])

$$[\sigma_{H1}] = \frac{\sigma_{Hlim1}}{S_{H1}} \cdot Z_R \cdot Z_v.$$

Попередньо знаходимо межу контактної витривалості поверхонь зубів, відповідний еквівалентному числу циклів зміни напруг (формула 3.34 [10])

$$\sigma_{Hlim1} = \sigma_{Hlimb1} \cdot K_{HL1},$$

тут межа контактної витривалості, відповідний базовому числу циклів зміни напруг (формула 3.17 [11])

$$\sigma_{Hlimb1} = 2 \cdot HB_1 + 70 = 2 \cdot 265 + 70 = 600 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт довговічності при тривалій експлуатації передачі (формула 3.35 [10])  $K_{HL1} = 1,0$ . Межа контактної витривалості

										Лист
										38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ					

$$\sigma_{Hlim1} = 600 \cdot 1,0 = 600 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт безпеки для зубів з однорідною структурою матеріалу (див з. 75 [11])  $S_{H1} = 1,1$ . Коефіцієнт, що враховує шорсткість сполучених поверхонь (табл. 3.18 [10])  $Z_R = 0,95$ . Коефіцієнт, що враховує окружну швидкість (див з. 75 [10])  $Z_v = 1,0$ . Допустиме контактне напруження

$$[\sigma_{H1}] = \frac{600}{1,1} \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 518 \text{ МПа.}$$

Аналогічно визначаємо допустиме контактне напруження для колеса.

$$[\sigma_{H2}] = \frac{\sigma_{Hlim2}}{S_{H2}} \cdot Z_R \cdot Z_v ;$$

Попередньо знаходимо межу контактної витривалості поверхонь зубів, відповідний еквівалентному числу циклів зміни напруг (формула 3.34 [10])

$$\sigma_{Hlim2} = \sigma_{Hlimb2} \cdot K_{HL2} ,$$

тут межа контактної витривалості, відповідний базовому числу циклів зміни напруг (формула 3.17 [10])

$$\sigma_{Hlimb2} = 2 \cdot HB_2 + 70 = 2 \cdot 241 + 70 = 552 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт довговічності при тривалій експлуатації редуктора (формула 3.35 [10])  $K_{HL2} = 1,0$ . Межа контактної витривалості

$$\sigma_{Hlim2} = 552 \cdot 1,0 = 552 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт безпеки для зубів з однорідною структурою матеріалу (див с. 75 [10])  $S_{H2} = 1,1$ . Коефіцієнт, що враховує шорсткість сполучених поверхонь (табл. 3.18 [10])  $Z_R = 0,95$ . Коефіцієнт, що враховує окружну швидкість (див. с. 75 [10])  $Z_v = 1,0$ . Допустиме контактне напруження

$$[\sigma_{H2}] = \frac{552}{1,1} \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 477 \text{ МПа.}$$

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Допустиме контактне напруження передачі для прямозубого зачеплення (див.с. 75 [10]) приймаємо за найменшим значенням, тобто  $[\sigma_H] = 477$  МПа. З умови міцності на контактну витривалість обчислюється початковий діаметр шестірни (табл. 3.13, формула 3.16 [10])

$$d_{\omega 1} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot T_{H1} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{Hv} \cdot (Z_H \cdot Z_M \cdot Z_\epsilon)^2 \cdot u + 1}{\psi_d \cdot [\sigma_H]^2 \cdot u}}$$

тут  $T_{H1} = T_1 = 138,3$  Н·м = 138300 Н·мм – крутний момент на шестірні.

Орієнтовно окружна швидкість (формула 3.27 [10])

$$v = 0,0125 \cdot \sqrt[3]{P_1 \cdot n_1^2} = 0,0125 \cdot \sqrt[3]{1,53 \cdot 4,9^2} = 0,46 \text{ м/с.}$$

При даній швидкості потрібно ступінь точності зубчастих коліс (табл. 3.33 [10]) – 9. Коефіцієнт, що враховує розподілу навантаження між зубами (рисунок 3.13 [10]),  $K_{H\alpha} = 1,0$ . Коефіцієнт ширини зубчастого вінця при симетричному розташуванні опор (табл. 3.15 [10])

$$\psi_d = (0,7 \dots 0,9) \cdot \psi_{d\max} = 0,7 \cdot 1,6 = 1,12.$$

Коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження по ширині вінця (рисунок 3.14 [1])  $K_{H\beta} = 1,06$ . Коефіцієнт, що враховує динамічне навантаження (табл. 3.16 [1])  $K_{Hv} = 1,06$  (Визначається інтерполяцією). Коефіцієнт, що враховує форму сполучених поверхонь (формула 3.28' [10])  $Z_H = 1,0$ . Коефіцієнт, що враховує механічні властивості матеріалів пов'язаних коліс (формула 3.29 [10])  $Z_M = 275 \text{ МПа}^{\frac{1}{2}}$ . Коефіцієнт, що враховує сумарну довжину контактних ліній (формула 3.31 [10])

$$Z_\epsilon = \sqrt{\frac{4 - \epsilon_\alpha}{3}},$$

де  $\epsilon_\alpha \geq 1,2$ ; відповідно

$$Z_\epsilon = \sqrt{\frac{4 - 1,2}{3}} = 0,966.$$

Початковий діаметр шестерні

										Лист
										40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ					



$$d_{\omega 1} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 2983000 \cdot 1,0 \cdot 1,06 \cdot 1,06 \cdot (1,0 \cdot 275 \cdot 0,966)^2}{1,12 \cdot 477^2} \cdot \frac{3,09 + 1}{3,09}} = 387,6 \text{ мм.}$$

Модуль зачеплення з умови мінімального габариту редуктора і умови мінімальної кількості зубів шестерні для некорегуючих зубчастих передач  $z_{\min} \geq 17$ , тобто при  $z_1 = z_{\min} + 2 = 18 + 2 = 20$ , (формула 3.46 [10])

$$m = \frac{d_{\omega 1}}{z_1} = \frac{387,6}{20} = 19,38 \text{ мм.}$$

Отримане значення округляємо до найближчого стандартного значення (див додаток табл. 9 [10]):  $m = 20$  мм.

За стандартним модулю перераховуємо початковий діаметр

$$d_{\omega 1} = m \cdot z_1 = 20 \cdot 20 = 400 \text{ мм.}$$

Далі проводимо перевірки розрахунків на контактну витривалість. Визначимо розрахункову окружну швидкість (формула 3.47 [10])

$$v = \frac{\pi \cdot d_{\omega 1} \cdot n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 4,9}{60 \cdot 1000} = 0,11 \text{ м/с,}$$

що практично збігається з прийнятою раніше швидкістю, тому перерахунок коеф.  $K_{H\alpha}$ ,  $K_{H\beta}$ ,  $Z_v$  виконувати не слід.

Ширина зубчастого вінця шестерні при  $\psi_d = \frac{b_{\omega}}{d_{\omega 1}}$  (табл. 3.1 [10])

$$b_{\omega} = \psi_d \cdot d_{\omega 1} = 0,3 \cdot 400 = 120 \text{ мм,}$$

приймаємо  $b_{\omega} = 120$  мм.

Число зубів колеса

$$z_2 = z_1 \cdot u = 20 \cdot 3,09 = 62;$$

тоді дійсне значення коефіцієнта торцевого перекриття за формулою 3.3 [10]

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ					41



$$K_{F\alpha} = \frac{4 + (\varepsilon_{\alpha} - 1) \cdot (n - 5)}{4 \cdot \varepsilon_{\alpha}} = \frac{4 + (1,676 - 1) \cdot (9 - 5)}{4 \cdot 1,676} = 1,0;$$

коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження по ширині вінця (рисунки 3.14 [10])  $K_{F\beta} = 1,05$ ; коефіцієнт, що враховує динамічне навантаження (визначається інтерполяцією)  $K_{Fv} = 1,14$ . відповідно,

$$W_{Ft} = \frac{2 \cdot 2983000}{400 \cdot 120} \cdot 1,0 \cdot 1,05 \cdot 1,14 = 118$$

Напруга вигину в зубах шестерні

$$\sigma_{F1} = 4,16 \cdot 1,0 \cdot \frac{118}{2,5} = 196 < [\sigma_{F1}] = 272 \text{ МПа},$$

в зубах колеса (табл. 3.13, формула 3.17' [10])

$$\sigma_{F2} = \sigma_{F1} \cdot \frac{Y_{F2}}{Y_{F1}} = 196 \cdot \frac{3,6}{4,16} = 170 < [\sigma_{F2}] = 248 \text{ МПа}.$$

Приймаємо остаточні параметри передачі:

число зубів шестерні  $z_1 = 20$ ;

число зубів колеса  $z_2 = 62$ ;

модуль зачеплення  $m = 20$  мм;

ширина вінця шестерні  $b_1 = 120$  мм;

ширина вінця колеса  $b_2 = b_1 - 5 = 120 - 5 = 115$  мм;

початковий діаметр шестерні  $d_{\omega 1} = 400$  мм;

початковий діаметр колеса  $d_{\omega 2} = d_{\omega 1} \cdot u = 400 \cdot 3,09 = 1236$  мм.

## 4 Монтаж та ремонт апарата

### 4.1 Монтаж апарата[8]

Монтаж барабанних сушарок складається з наступних основних операцій:

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

Основним монтажним механізмом служити потужній автомобільний або гусеничний кран. При установці опорних роликів здійснюється їх вивірка по висотним позначок за допомогою нівеліра.

Так як ролики мають ухил осі сушарки до  $6^\circ$ , то для уникнення помилки рейку при вивірці треба встановлювати у всіх роликів на одне і те ж місце.

Правильність ухилу роликів перевіряється за рівнем. Необхідна точність установки роликів щодо осі лежить в межах - 2 мм.

Зазвичай корпус сушарки доставляють до місця монтажу з натягнутими 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 накоченні 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 повинна дорівнювати відстані від струни до центру відповідної пари роликів. Якщо завмер 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 лівої лебідкою вирівнюють барабан, поки його вісь не опиниться паралельній проектної осі сушарки. Діючи таким чином, домагаються точного попадання бандажа на ролики.

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

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

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

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.

Підвінцева шестерня повинна бути встановлена під тим же кутом нахилу, що і корпус барабана. За базу при її вивірки служить встановлена і вивірена вінцевих шестерня.

При цьому радіальний зазор не повинен перевищувати  $0,2m + (5 - 7)$  мм, а бічний -  $1 - 1,5$  мм ( $m$  - модуль зачеплення).

Після вивірки під вінцевої шестерні встановлюється редуктор приводу, який також повинен бути встановлений під тим же кутом нахилу, що і корпус барабана. Встановлюють і вивіряють редуктор на клинах. Вивірка в вертикальній площині проводиться за допомогою рівня з ціною поділки 0,1 мм на 1 м. Допустимі відхилення при вивірки в межах 5 поділів рівня. Співвісність валів перевіряють за допомогою скоб шляхом заміру зазорів через  $20^\circ$  повороту валів. Після закінчення вивірки і обтягування анкерних болтів всі регулювальні підкладки зварюються і підливають бетоном. Також встановлюється і вивіряється електродвигун.

Після монтажу барабанну сушарку піддають обкатці. Перед пробним пуском повинно бути перевірено наявність мастила і надходження її до всіх місць, що підлягають змащуванню. При обкатці всі механізми повинні працювати (переміщатися) плавно, без заїдань, а також без вібрацій і надмірного 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  $65^0$  С. Бандажі повинні котитися по роликам всією поверхнею. Не повинно бути витоків масла з масляної системи.

При роботі барабан не повинен мати осьового зсуву в бік холодного або гарячого кінця. Осьовий зсув барабана усувається шляхом розвороту опорних роликів на кут, що встановлюється дослідним шляхом. Потім проводиться

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

обкатка сушильного барабана без навантаження протягом 36 годин і під навантаженням - протягом 48 годин.

#### 4.2 Ремонт апарата [8]

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

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

Поточний ремонт сушарки проводять через 720 ч. Протягом 6 - 16 год. З трудовитратами 10 - 40 чол. / Год. Середній ремонт проводять через 8640 год. В протягом 48 - 120 год. При затратах 94 - 600 чол. / Год. Капітальний ремонт проводять один раз в 3 роки (через 25920 год.) Протягом 96 - 360 год. При трудовитратах 230 - 1200 чол. / Год.

Під час поточного ремонту проводять ревізію масло системи; перевіряють герметичність вузлів харчування сушарки і вивантаження готового продукту; перевіряють калорифер або топку; підтягують кріплення вузлів і деталей; оглядають привід сушарки.

При середньому ремонті сушилку частково розбирають, при цьому виконують роботи по ремонту або часткової заміни насадки, зміні роликів, заміні підшипників, кілець ущільнювачів. Проводять середній ремонт приводу: повертають або замінюють підвінцеву шестерню, міняють масло в редукторі і, якщо потрібно, - окремі зношені деталі. Ремонтують футеровку барабана, регулюють обертання барабана.

Під час капітального ремонту повністю розбирають сушилку, замінюють ділянки обичайки, змінюють насадку, ремонтують або змінюють бандажі, повертають або змінюють підвінцеве колесо з підвінцевої шестернею, ремонтують футеровку. Барабан сушарки перевіряють на герметичність, центрують. Проводять капітальний ремонт приводу.

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 наступним зварюванням.

Поверхнева твердість опорних роликів трохи нижче, ніж бандажів. Вони посажені на осі гарячої або пресової посадкою. Вкладиші підшипників роликів ремонтують при середньому ремонті, ролики періодично протачують по зовнішній

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

поверхні, або, якщо їх діаметр зменшився до 80% від номінального, замінюють новими (в комплекті з валом).

У підвінцевої шестірні 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 недоцільно, однак продовжити їх термін служби можна поворотом на 180°.

Зазвичай вінцевих колесо складається з двох половин, маса його досягає 4 - 6 т., Термін служби 15-20 років. У міру зношування венцових колесо повертають на кут 180°. В окремих випадках роблять наплавку 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.

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

## 5 Охорона праці

### 5.1 Аналіз потенційних небезпек які виникають під час експлуатації обладнання [5]

У проєктованому цеху можливі наступні небезпеки:

1. Враження струмом.
2. Травматизм рухомими частинами обладнання.
3. Запиленість.

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

- 1) Характеристика властивостей переробляється продукту, вихідного сировини і 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 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 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) наносять красну межу, яка вказує гранично допустиме відхилення параметра.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ				48



Процес сушіння відноситься до процесу зі значним виділенням тепла і пилю. Температура нагрітих поверхонь обладнання і огорожень на робочих місцях не повинна перевищувати 45°C; для обладнання, всередині якого температура дорівнює або нижче 120°C, температура поверхні не повинна перевищувати 35°C.

## 5.2 Вимоги до вентиляції, опаленню та освітленню [6]

### Вентиляція

У вибухо - вогнебезпечних будівлях вентиляція повинна здійснюватися за системою, що запобігає можливим передачі пожежі з одного приміщення в інше по повітряпроводу.

Повітря, що видаляється місцевими відсмоктувачами, з вмістом шкідливих вибухо і вогнебезпечних речовин, перед викидом в атмосферу піддається очищенню до допустимих рівня забруднення про майданчика, а також до ГДК в повітрі населених пунктів.

Витяжні вентилятори мають іскрозахисне виконання і укомплектовані вибухозахищеними двигунами.

### Опалення

У виробництві застосовується водяне опалення з температурою на поверхні нагрівальних приладів <100 °, а також повітряне опалення, об'єднане з припливною вентиляцією.

### Освітлення

У виробничому приміщенні застосовується природне і штучної освітлення. Так як освітленість 150 лк недостатня для нормального освітлення, в зв'язку з цим зробимо розрахунок штучного освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку.

У зв'язку з тим, що в нашому виробничому приміщенні висота 5 м, доцільно застосувати лампи типу ДРЛ (ртутні лампи високого тиску). У кварцовою трубці, що містить дозовану частку ртуті та інертного газу, відбувається електричний розряд.

а) розрахунок штучного освітлення.

Необхідний потік кожного світильника визначається за формулою:

									Лист
									49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ				



Було визначено необхідний тип світильника. Згідно з рекомендацією СНиП 23-05-95, для роботи з невисокими вимогами до освітленістю 150-200 лк рекомендуються лампи типу ДРЛ. Відповідно до стандарту, вони входять в світильники типу РСП (Р - з лампою типу ДРЛ, С і П - підвісний, стельовий) з кривою сили світла (КСС) Г-1 по ГОСТ 17677-82.

Основна вимога при виборі висоти розташування світильників - доступність для обслуговування.

Для типу КСС Г рекомендується відношення

$$\frac{L}{h}=0,8\div 1,2. \text{ Приймаємо } \frac{L}{h}=1.$$

$$\text{Звідси } L=1\cdot h=1\cdot 3,6=3,6 \text{ м.}$$

Лампи підвісимо по вершинах квадрата, тобто приймемо, що L - це відстань і між світильниками в ряду і між рядами.

Відстань від крайніх світильників до стіни, м, визначаємо за формулою

$$l=(0,3\div 0,5)\cdot L=0,4\cdot 3,6=1,44 \text{ м.}$$

Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку знайдемо індекс приміщення і, що визначається за формулою:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)},$$

де А и В – довжина і ширина приміщення.

$$i = \frac{36 \cdot 18}{3,4 \cdot (36 + 18)} = 3,5$$

Округляєм отриману величину і до найближчого табличного значення  $i=5,0$  [ табл. 9.14].

Оцінюємо значення коефіцієнта відображення стелі  $\rho_{\text{п}}$  и стен  $\rho_{\text{ст}}$ . У зв'язку з тим, що стеля бетонний чистий, коефіцієнт відбиття від стелі  $\rho_{\text{п}}=0,5$ , а стіни бетонні з вікнами, коефіцієнт відбиття від стіни  $\rho_{\text{ст}}=0,3$ . Тоді приймаємо коефіцієнт використання світлового потоку по [ табл. 9.15]  $\eta=0,88$ .

Знаходимо коефіцієнт запасу ( $K_3$ ) по СНиП 25-05-95 в залежності від типу приміщення і типу світильників.  $K_3=1,5$ .

									Лист
									51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ				

Визначаємо кількість світильників в одному ряду по довжині приміщення:

$$N_j = \frac{A - 2 \cdot 0,4 \cdot L}{L} + 1 = \frac{36 - 2 \cdot 0,4 \cdot 3,6}{3,6} + 1 = 9,5 \text{ шт.}$$

Приймаємо 10 світильників.

Визначаємо кількість світильників по ширині приміщення:

$$N_i = \frac{B - 2 \cdot 0,4 \cdot L}{L} + 1 = \frac{18 - 2 \cdot 0,4 \cdot 3,6}{3,6} + 1 = 4,5 \text{ шт.}$$

Приймаємо 10 світильників.

Тоді загальне число світильників  $N = N_j \cdot N_i = 9 \cdot 5 = 45$  шт.

Нормована освітленість  $E = 200$  лк.

Потужність світлового потоку:

$$\Phi = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 36 \cdot 18 \cdot 1,15}{45 \cdot 0,88} = 5545 \text{ лм.}$$

За отриманого значення потужності світлового потоку і [табл. 9.5] вибираємо найближчу стандартну лампу типу ДРЛ з потужністю світлового потоку 5600 лм. Потужність лампи  $P = 125$  Вт ДРЛ ГОСТ 16354-70.

### 5.3 Вимоги до шуму та вібрації [7]

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

### 5.4 Пожежна безпека [7]

Відповідно до пожежних норм проектом передбачено наявність таких засобів пожежогашіння: вогнегасники ОХВП-10, ОВП-11, ОП-1, ОП-2, пожежні крани, пожежні ковдри, ящик з піском (0,5м<sup>3</sup>), ванна з водою, відра. Для виклику пожежної команди в цеху є телефони і ручні кнопкові сповіщувачі ІРП (сповіщувач пожежний ручний).

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

## 5.5 Вимоги екології та раціонального використання сировини

Захист навколишнього середовища при виготовленні гідрокінону спеціального забезпечується ефективною вентиляцією. Повітря перед викидом в атмосферу проходить через циклон. Частинки гідрокінону накопичуються на дні фільтрів і періодично прибирається.

Вимоги до контролю за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони і концентрація шкідливих речовин - по ГОСТ12.1.005-88.

### Висновки

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

В бакалаврській роботі були представлені теоретичні основи процесу, опис технологічної схеми сушки гідрокінону, опис конструкції апарату та вибір конструкторських матеріалів.

Зроблені технологічні розрахунки процесу та апарату за якими був вбраний стандартний апарат та вибране допоміжне обладнання.

Проведені перевірочні розрахунки, що підтверджують працездатність та безпечність барабанної сушарки.

Описаний монтаж та ремонт апарату та основні вимоги з охорони праці.

## Література

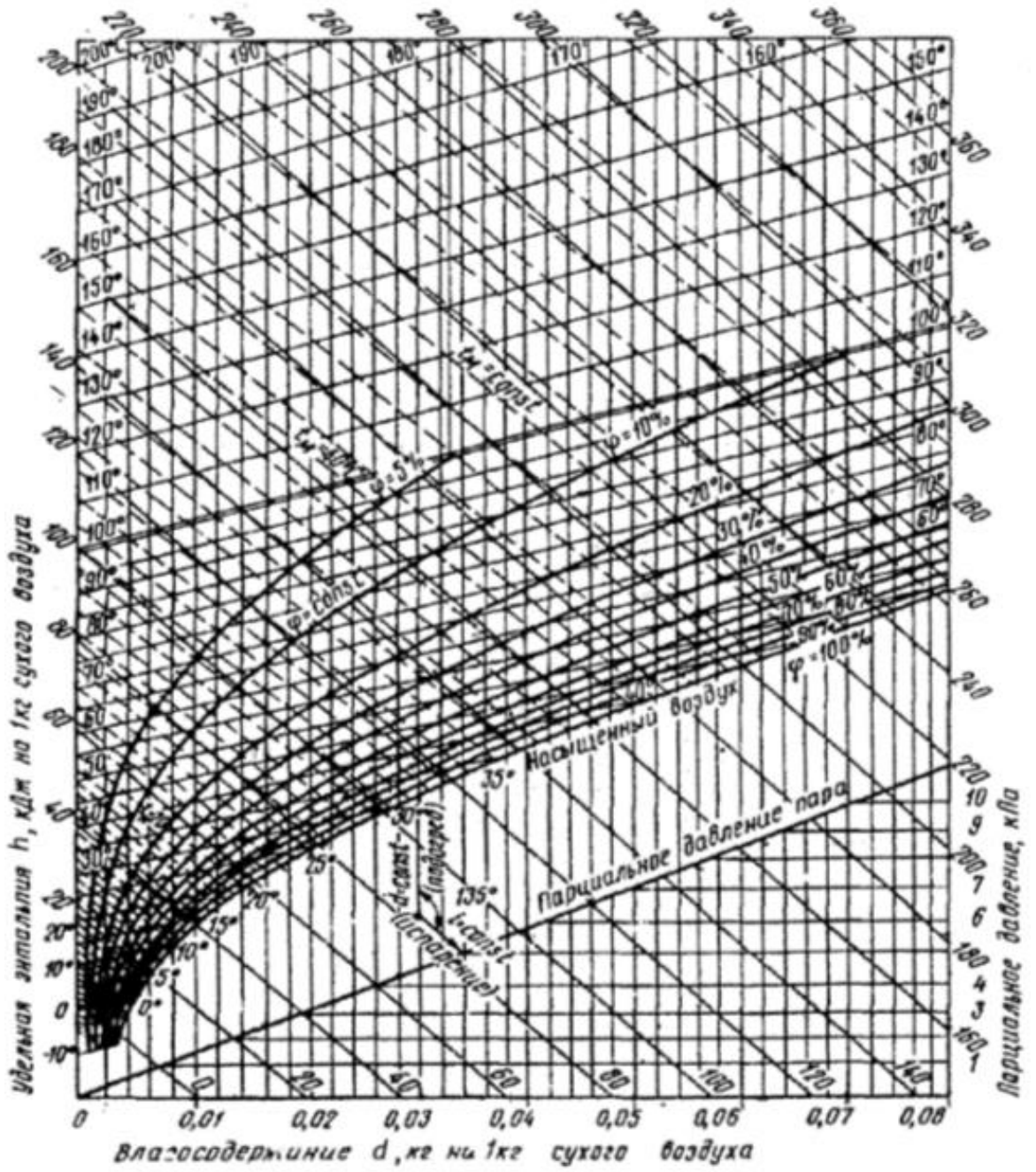
					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

1. Плановский А. Н., Рамм В. М., Каган С. З. Процессы и аппараты химической технологии. Москва, Химия, 1968, 848 с.
2. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Ленинград, Химия, 1987, 576 с.
3. Соколов В. Н. Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи. Ленинград, Машиностроение, 1982, 384 с.
4. Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию. Москва, Химия, 1983, 272 с.
5. Джон Г. Перри. Справочник инженера – химика. Ленинград, Химия, 1969, 280 с.
6. Михалев М. Ф. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи. Ленинград, Машиностроение, 1984, 640 с.
7. Чечель П. С. Процессы и аппараты химической технологии. Киев, Высшая школа, 1974, 276 с.
8. Лацинский А. А. Конструирование сварных химических аппаратов, Справочник. Ленинград, Машиностроение, 1981, 382 с.
9. Чернобыльский И. И., Тананайко Ю. М. Сушильные установки химической промышленности. Киев, Техника, 1969, 280 с.
10. Муштаев В. И., Ульянов В. М. Сушка дисперсионных материалов. Москва, Химия, 1988, 352 с.

## Додатки

**Додаток А**

					6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

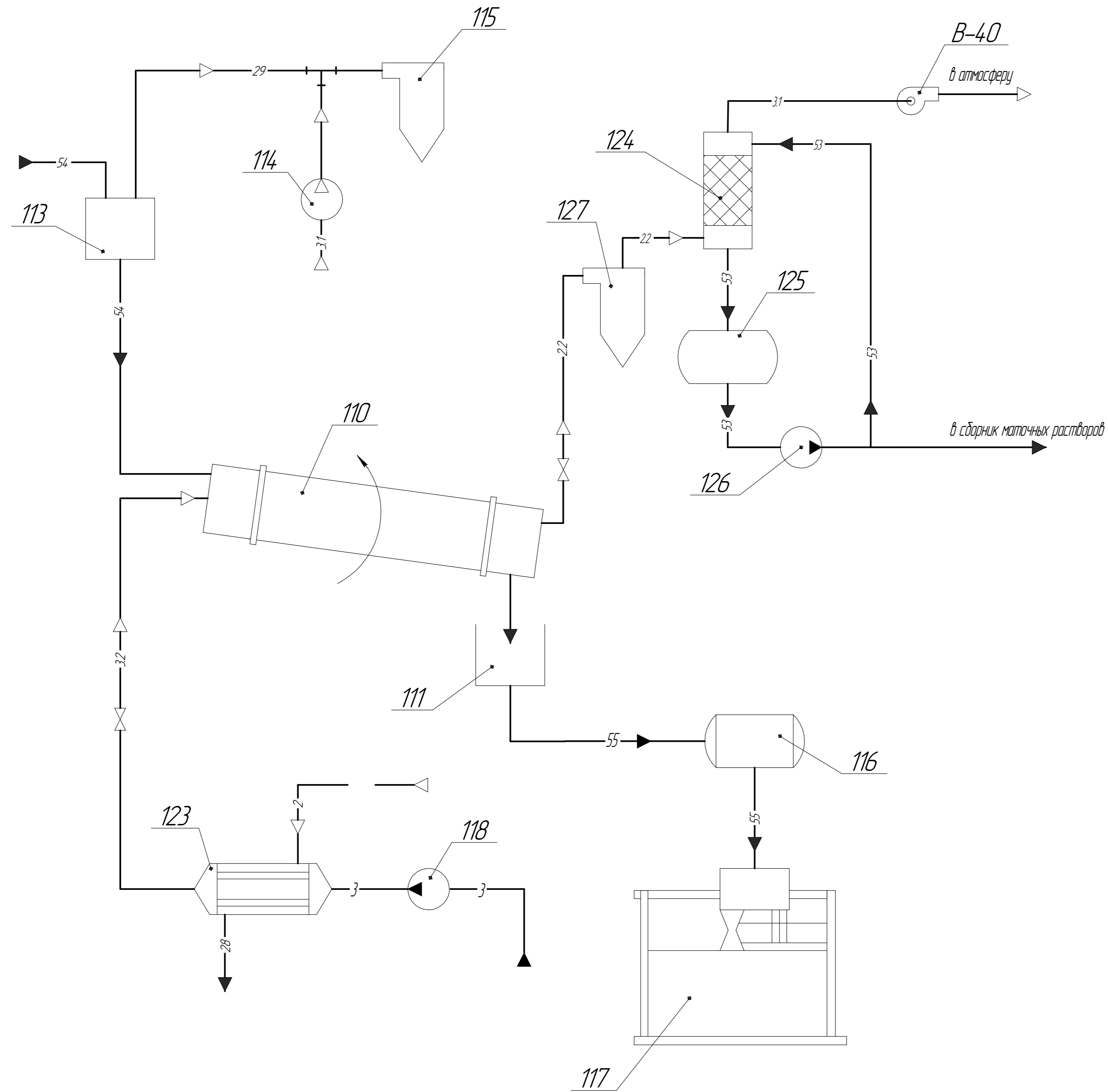


Діаграма Рамзіна

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

6.05050315.20.02.00.00.00 ПЗ





Условное обозначение	Наименование среды
1	Вода
2	Пар
2.2	Пары влаги сушилки
3.1	Воздушка
3.2	Воздух подогретый
28	Конденсат
29	Пыль гидрохинона
53	Маточный раствор
54	Влажный гидрохинон
55	Сухой гидрохинон

Позиция	Наименование	Кол	Примечание
110	Сушилка барабанная	1	
111	Бункер смеситель	1	
113	Бункер загрузочный	1	
114	Насос	1	
115	Циклон	1	
116	Машина мешкозашивочная	1	
117	Весы платформенные	1	
123	Ловушка	1	
124	Скрудёр	1	
125	Сборник	1	
126	Насос	1	
127	Циклон	1	
B-40	Вентилятор	1	

				6.05050315.20.02.00.00.00 TC		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Производство гидрохинона	
Разраб.	Роговский				Лит	Масса
Проб.	Бончаревский					Масштаб
Т.контр.					Лист	Листов
И.контр.						1
Утв.					ШИ Сум ГУ	

Перв. измен.

Справ. №

Лист и дата

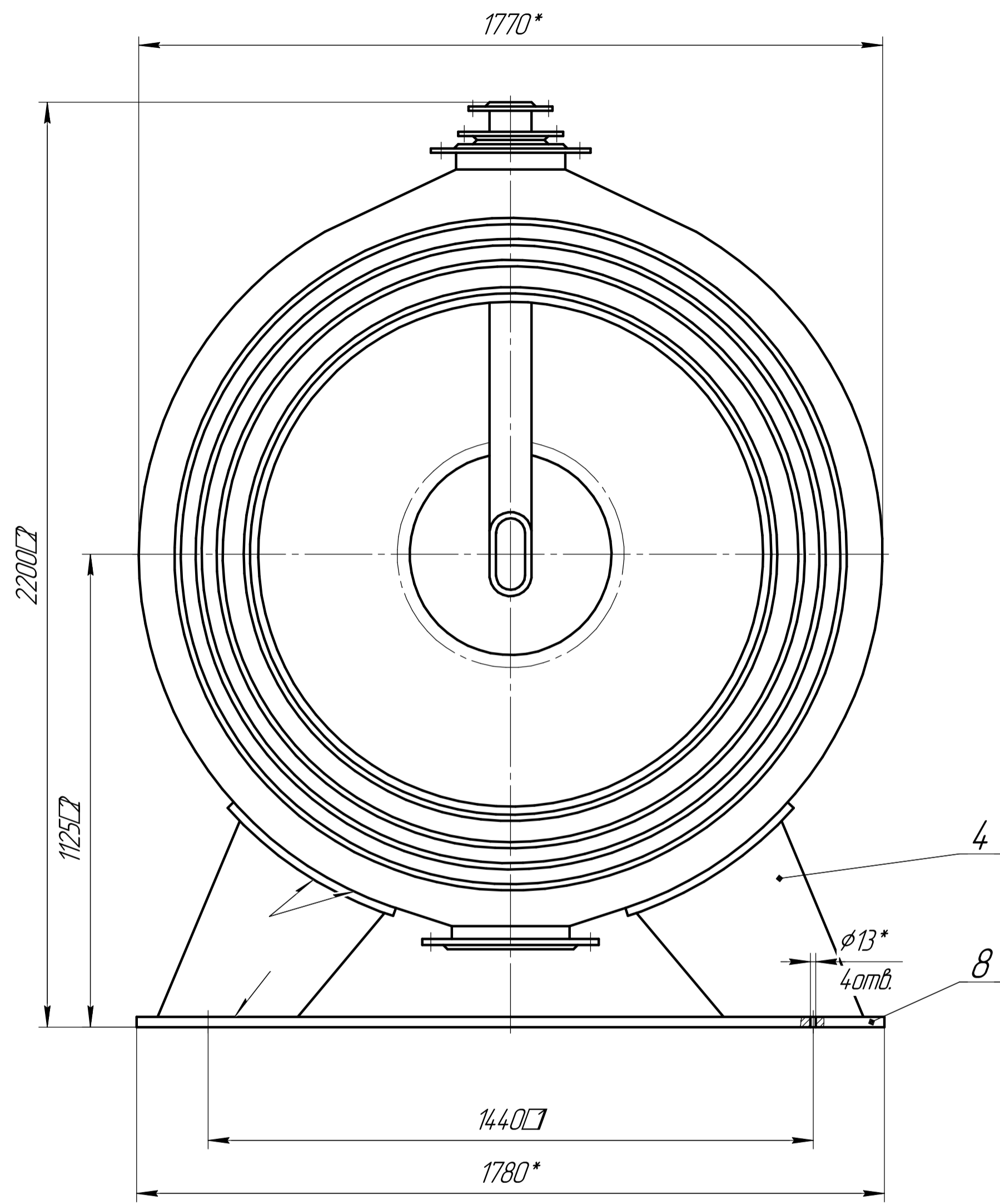
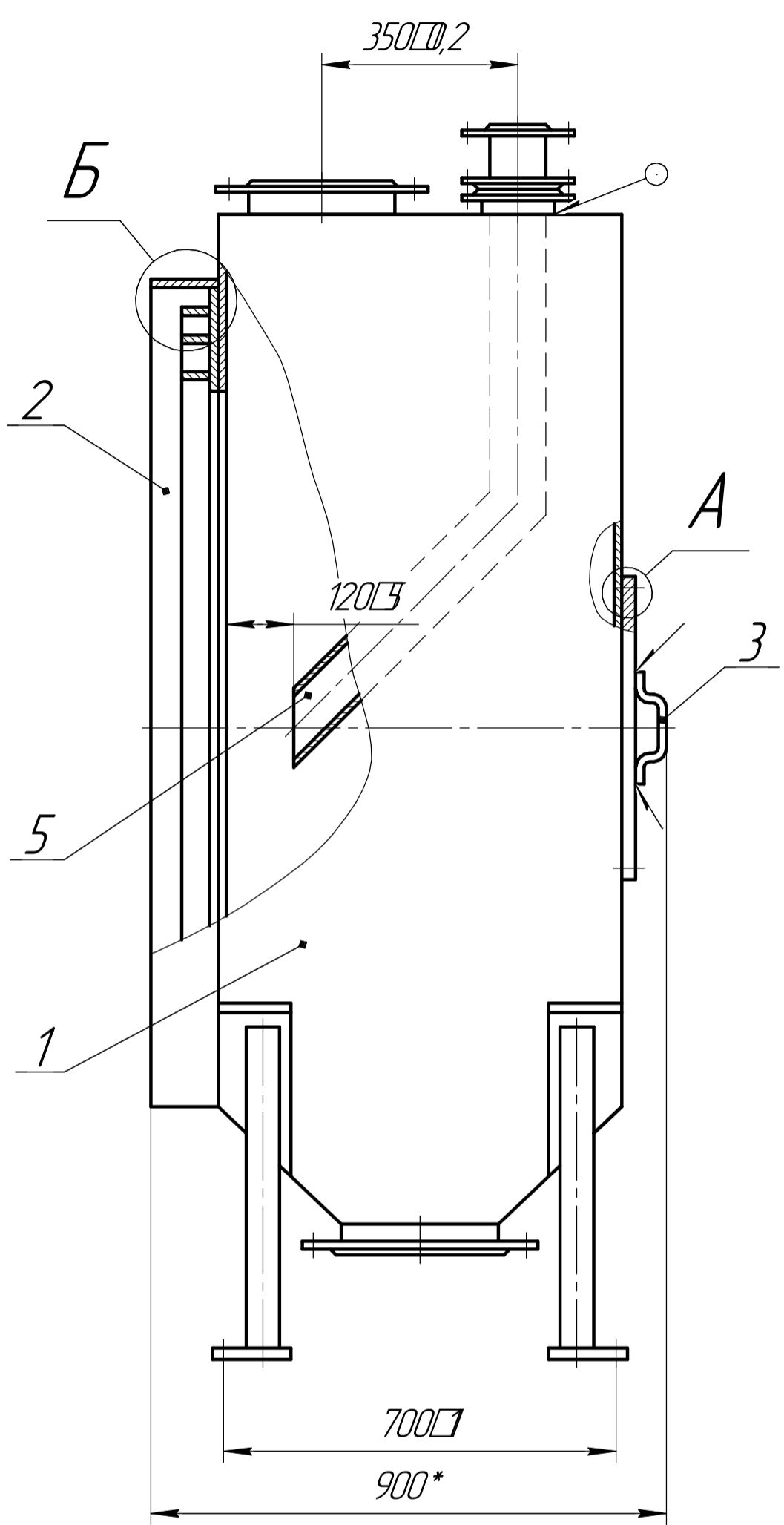
Всего листов №

Лист №

И.контр.

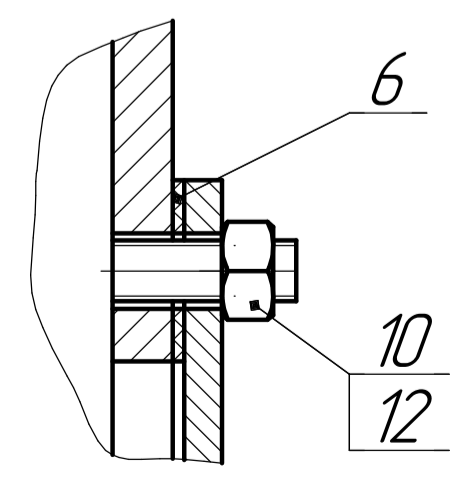
Утв.

6.05050315.20.02.05.00.00 СБ

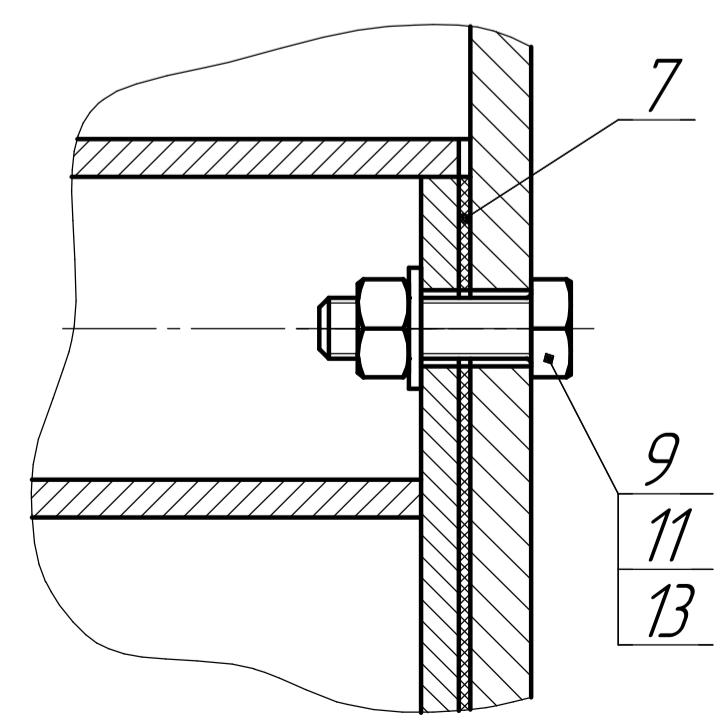


- 1. Размеры для справок.
- 2. Конструкция сварная. Сварные швы ГОСТ 5264-80-T1-10.

A(1:1)



B(1:1)

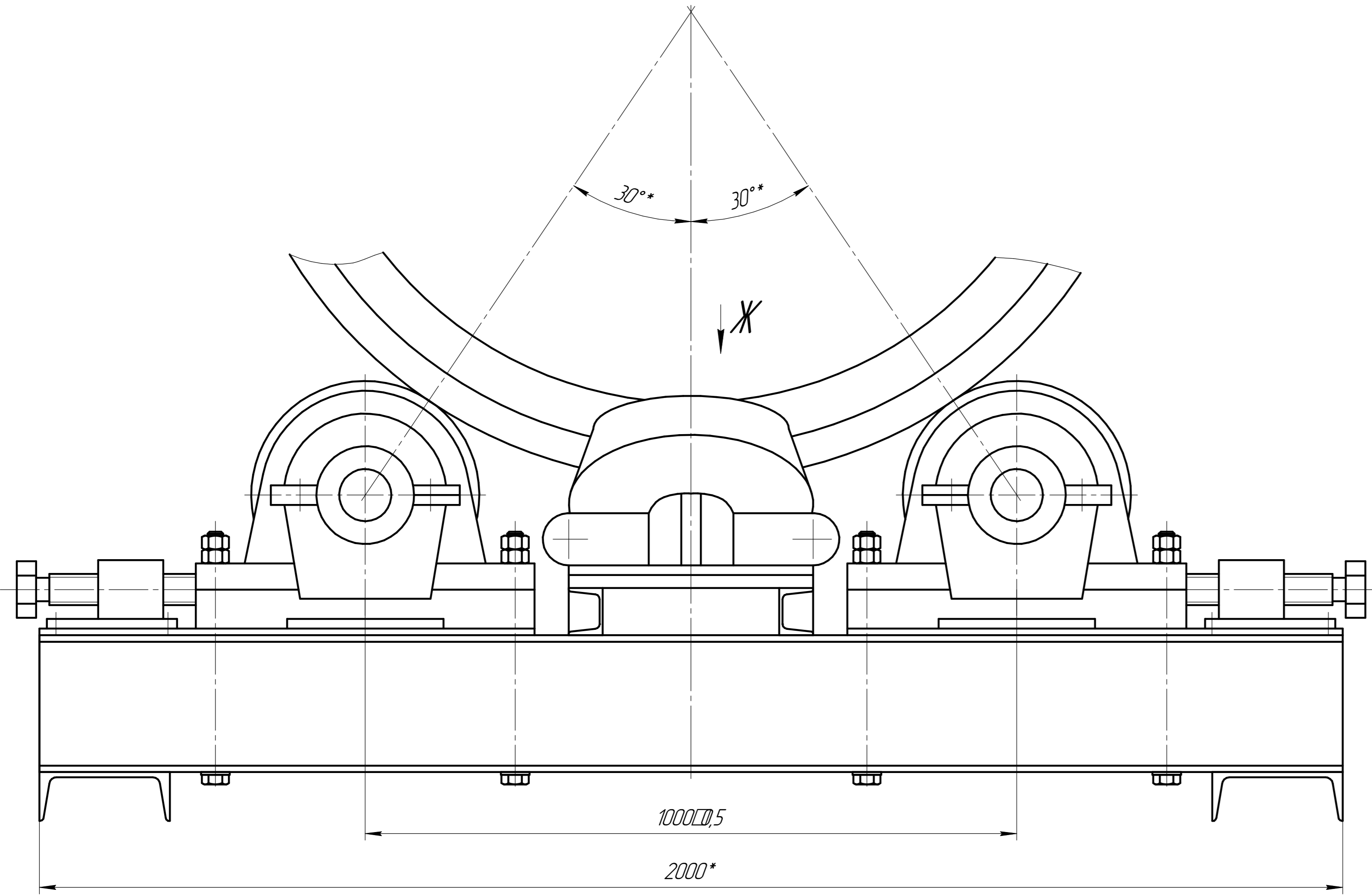


				6.05050315.20.02.05.00.00 СБ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Бункер загрузочный	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Розацкий				Сборочный чертеж			1:10
Проб.	Банишевский					Лист	Листов	1
Т.контр.						ШИ Сум ГУ		
Н.контр.						Копировал		
Утв.						Формат А2		

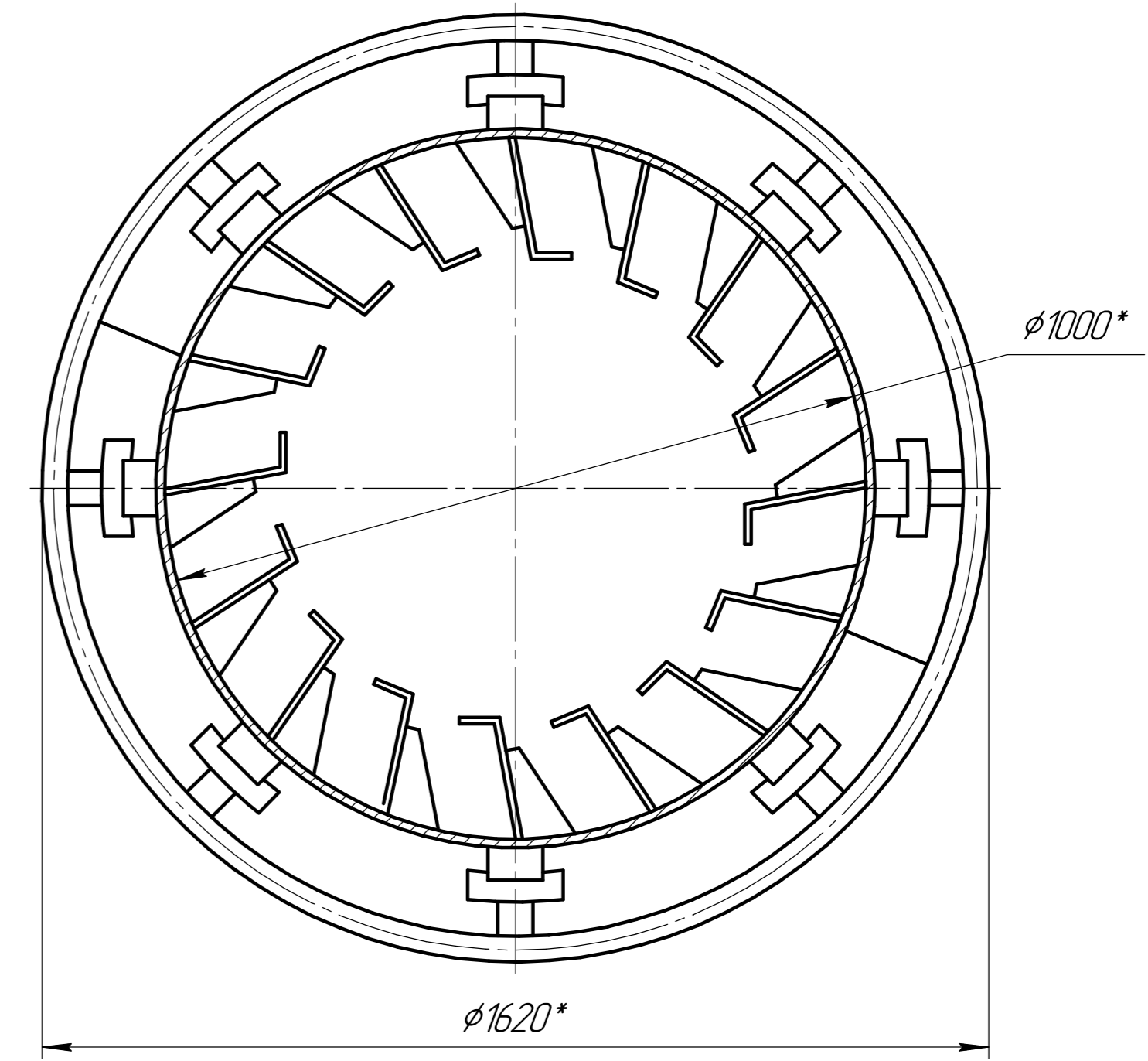
Перв. примен.  
Справ. №  
Подп. и дата  
Инд. № дроб.  
Инд. № дроб.  
Взам. инд. №  
Подп. и дата  
Инд. № подл.



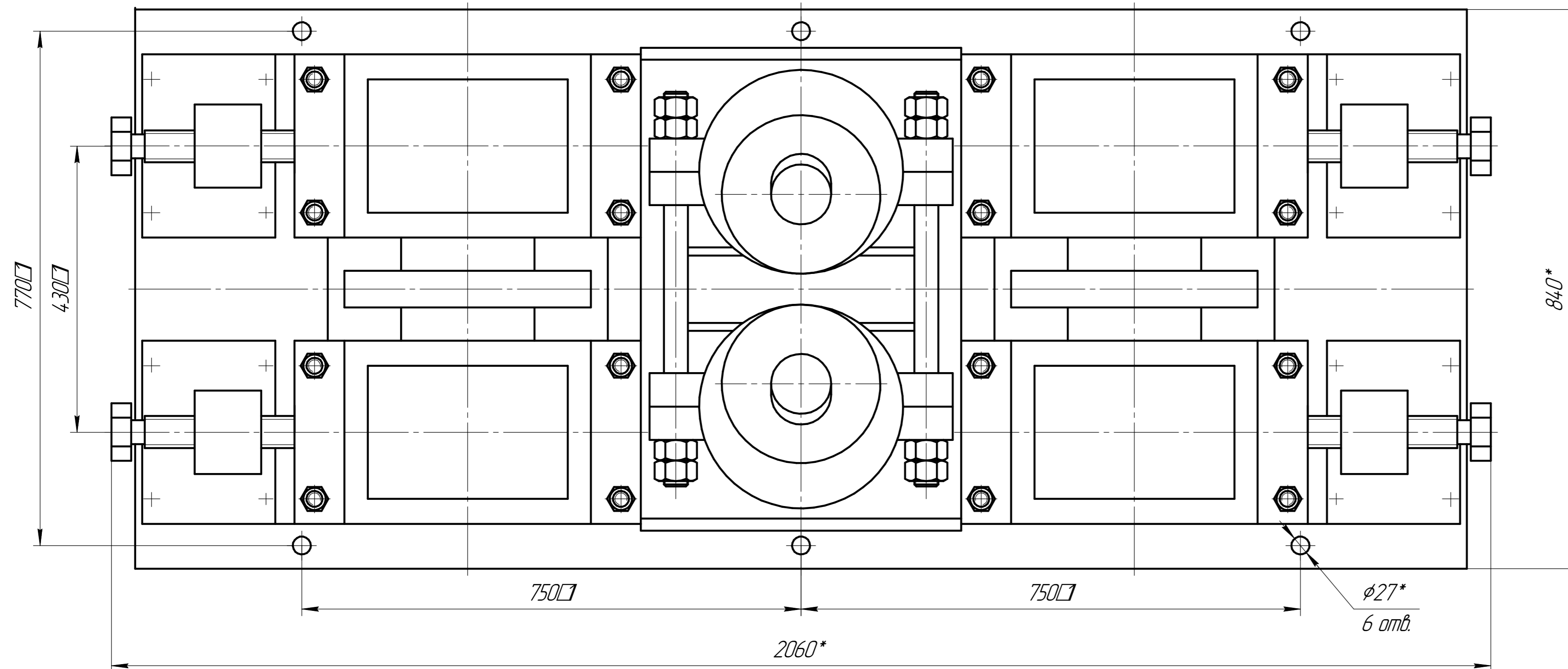
А-А(1:5)(1)



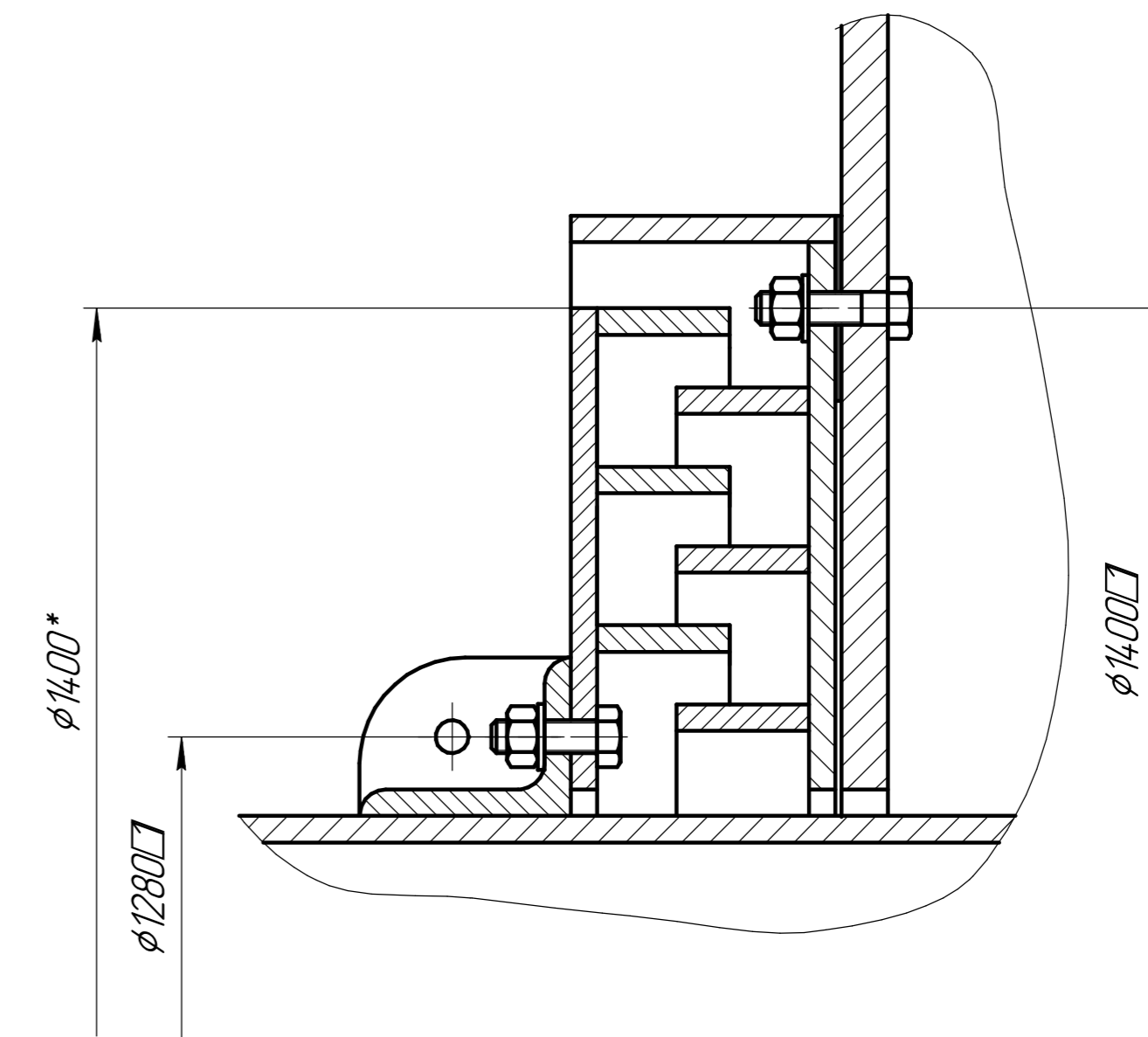
М-М(1)  
узлы поз.2, 4, 6 не показаны



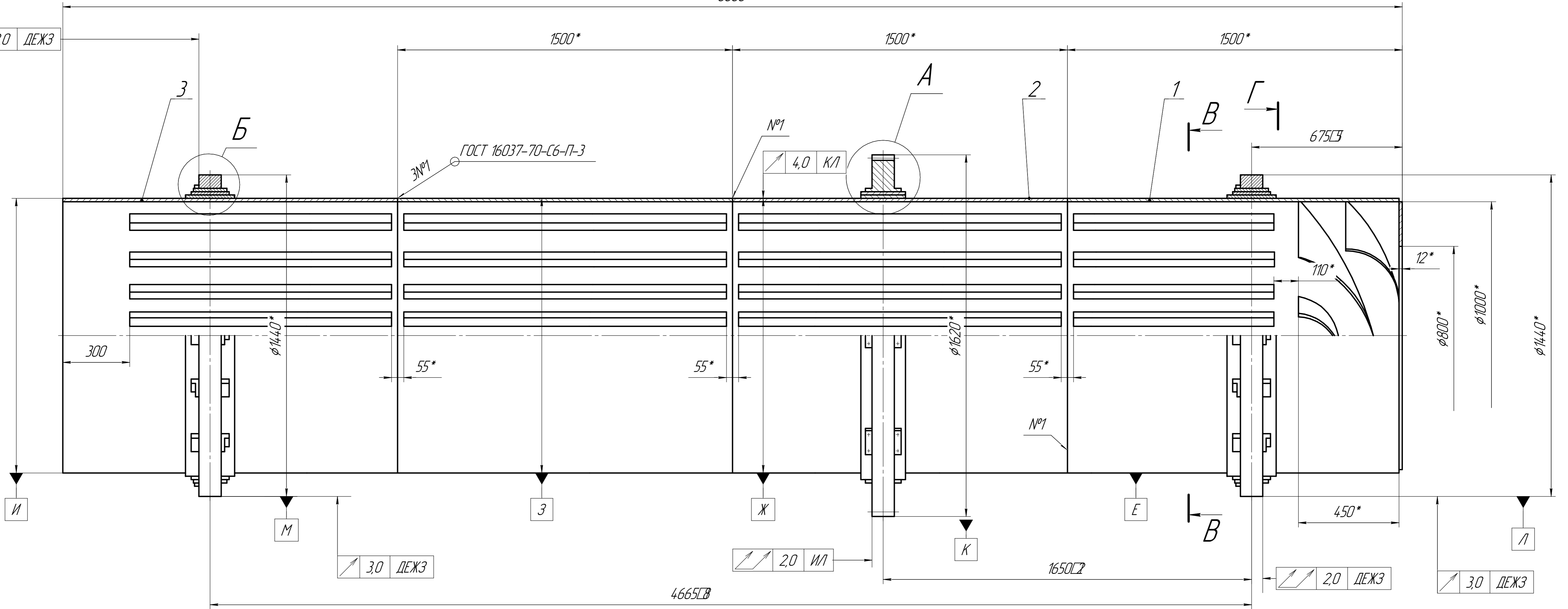
Ж(1:5)



К(1:2,5)(1)

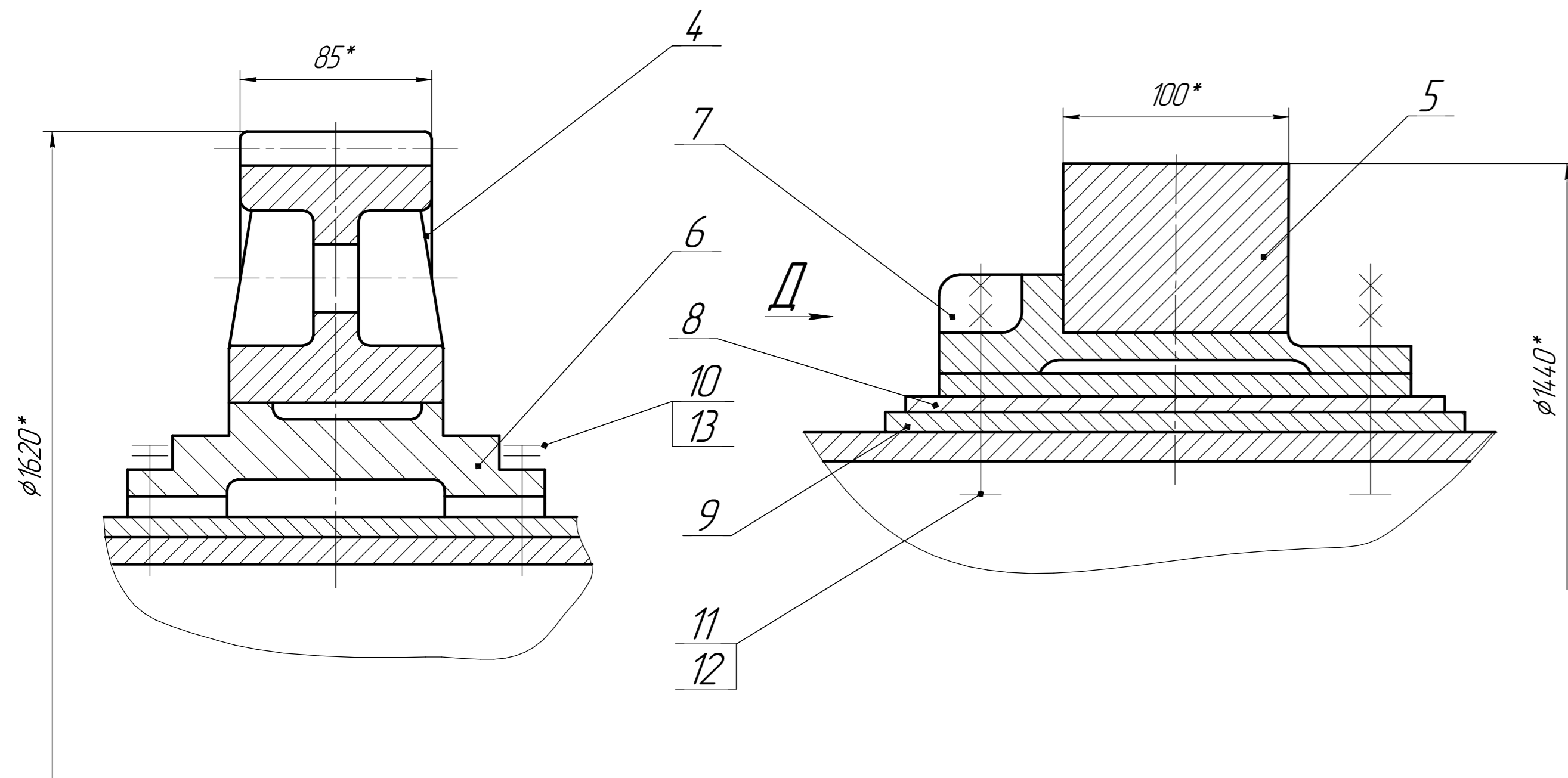


2,0 ДЕЖЗ



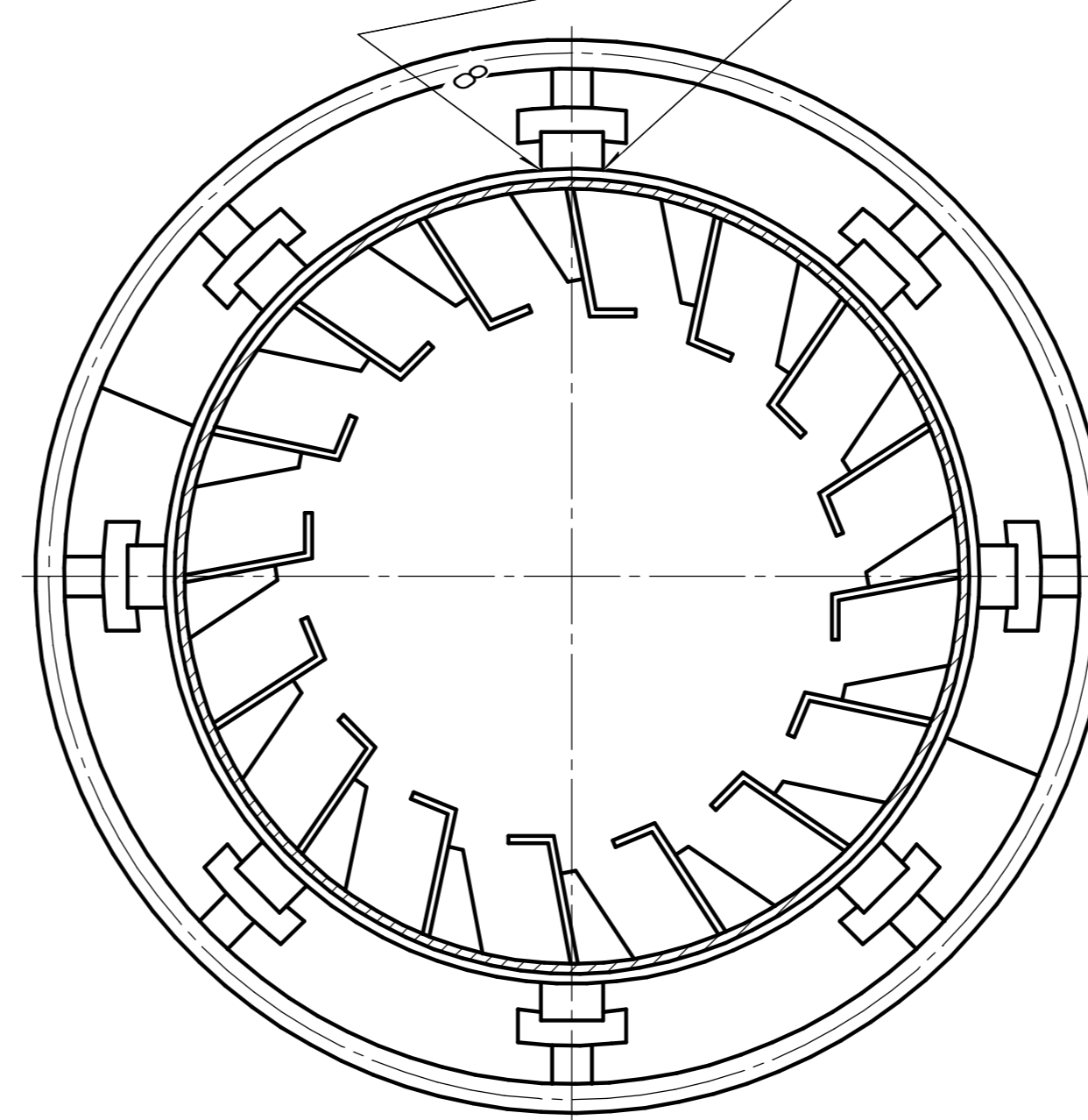
A(1:2)

Б(1:2)

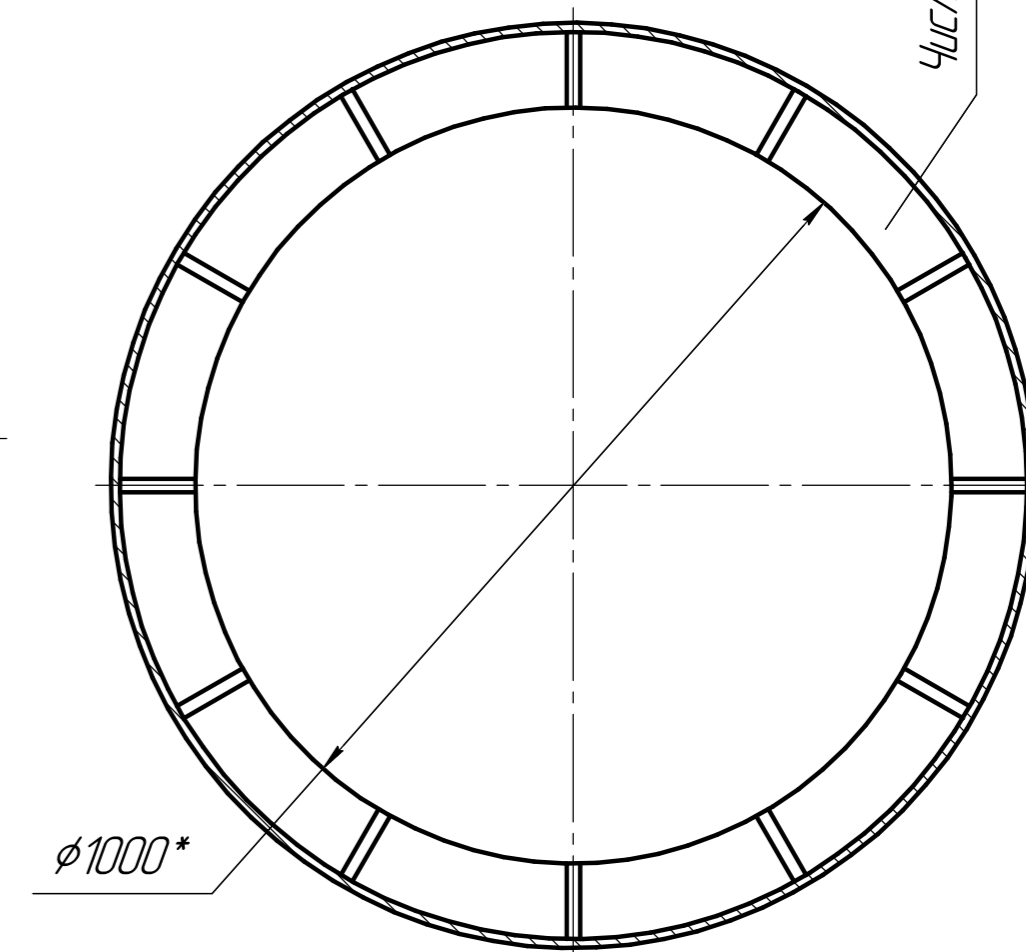


В-В

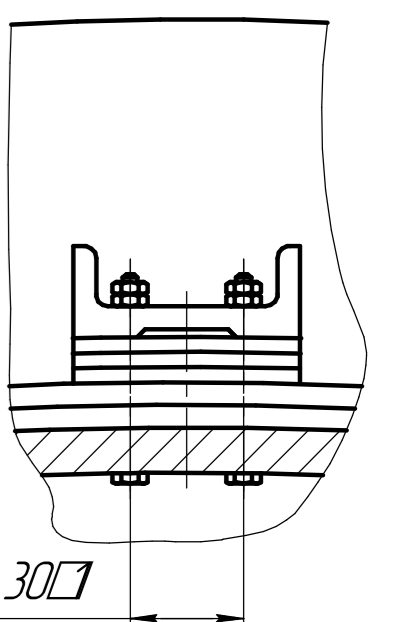
ГОСТ 5264-80-Т1-10



Г-Г



Д(1:2)



1. Изготовление аппарата производить в соответствии с нормалью: Н2049-80 "Технические условия на изготовление вращающихся барабанов общего назначения" и МРТУ 26-01-8-77 "Аппараты с вращающимися барабанами".

2. 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" и ОН 26-01-76-68 "Сварка в химическом машиностроении".

3. Сварные соединения должны соответствовать требованиям ОН 26-01-76-68 "Сварка в химическом машиностроении".

4. Н14, н14, 1Т14, 2.

5. \*Размеры для справок.

6.05050315.20.02.01.00.00 СБ				Лист	Масса	Масштаб
Барабан						1:10
Сборочный чертеж				Лист	Листов	1
				ШИ Сум ГУ		

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
									Справ. №
						<u>Документация</u>			
		A2			6.05050315.20.02.05.00.00 СБ	Сборочный чертеж			
						<u>Сборочные единицы</u>			
		A4	1		6.05050315.20.02.05.01.00	Корпус	1		
		A4	2		6.05050315.20.02.05.02.00	Уплотнение	1		
		A4	3		6.05050315.20.02.05.03.00	Крышка	1		
		A4	4		6.05050315.20.02.05.04.00	Лапа	4		
		A4	5		6.05050315.20.02.05.05.00	Штуцер	1		
						<u>Детали</u>			
		A4	6		6.05050315.20.02.05.00.01	Прокладка	1		
		A4	7		6.05050315.20.02.05.00.02	Прокладка	1		
		A4	8		6.05050315.20.02.05.00.03	Плита	1		
						<u>Стандартные изделия</u>			
			9			Болт М12-8dх50.58 ГОСТ 7805-88	36		
			10			Шпилька М10-8dх50.58 ГОСТ 22034-88 Гайки ГОСТ 5927-88	6		
			11			М10-7Н.5	6		
			12			М12-7Н.5	36		
			13			Шайба 12.01 ГОСТ 10906-88	36		
		6.05050315.20.02.05.00.00							
		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
		Разраб. Прох.	Рогоцкий Баншевский			Лит.	Лист	Листов	
		Н.контр. Утв.						1	
		Бункер загрузочный					ШИ СУМ ГУ		



Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
		A1			6.05050315.20.02.01.00.00 СБ	Сборочный чертеж		
						<u>Сборочные единицы</u>		
		A4	1		6.05050315.20.02.01.01.00	Секция	1	
		A4	2		6.05050315.20.02.01.02.00	Секция	2	
		A4	3		6.05050315.20.02.01.03.00	Секция	1	
		A4	4		6.05050315.20.02.01.04.00	Венец зубчатый	1	
						<u>Детали</u>		
		A3	5		6.05050315.20.02.01.0.01	Бандаж	2	
		A3	6		6.05050315.20.02.01.0.02	Башмак	8	
		A3	7		6.05050315.20.02.01.0.03	Башмак	32	
		A4	8		6.05050315.20.02.01.0.04	Прокладка	32	
		A4	9		6.05050315.20.02.01.0.05	Прокладка	32	
						<u>Стандартные изделия</u>		
						Болты ГОСТ 7798-70		
			10			M22-6gx80.56.05	32	
			11			M22-6gx120.56.05	32	
			12			Гайка M22-6H.5	64	
						ГОСТ 5915-70		
			13			Шайба 22.01.05	32	
						ГОСТ 11371-78		
						6.05050315.20.02.01.00.00		
		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб. Рогоцкий						
		Пров. Баншевский						
		Н.контр.						
		Утв.						
Инв. № подл.						Лит. Лист Листов		
						1 2		
						ШИ СУМ ГУ		
						Барабан		



