

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота на тему

Установка підготовки піску в виробництві скла з розробкою барабанної сушарки продуктивністю 12000 кг на годину.

Листів – 66, ілюстрацій – 4, таблиць – 3, додатків – , посилань – 17.

Об'єкт розробки та дослідження є основне обладнання установки підготовки піску в виробництві скла.

Мета роботи – розробка барабанної сушарки продуктивністю 12000 кг на годину.

Виходячі з заданої продуктивності в бакалаврській роботі визначені основні розміри барабанної сушарки установки підготовки піску в виробництві скла, виконані розрахунки на міцність елементів конструкції сушарки, розглянуті питання технології її виготовлення та ремонту і монтажу.

Сушка, барабанна сушарка, масообмін, основні розміри, технологія виготовлення, ремонт і монтаж.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	7
2. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ТА КОНСТРУКЦІЇ	
СУШАРКИ	17
3. КОНСТРУКЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ	
СУШАРКИ	20
4. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ РОЗМІРІВ СУШАРКИ	22
5. РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ	
СУШАРКИ	36
5.1 Вихідні дані	36
5.2 Розрахунок корпусу сушарки	37
5.3 Розрахунок бандажа та опорного ролика	44
6. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СУШАРКИ	48
7. РЕМОНТ И МОНТАЖ СУШАРКИ	52
ВИСНОВКИ	64
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	65

ВСТУП

В даний час скло та вироби на його основі застосовуються у всіх галузях народного господарства. Обсяг світового попиту на скло становить близько 45 мільйонів тонн щорічно, при цьому 50% попиту припадає на Азію, 27% - на Європу і 15% - на Північну Америку. У структурі попиту за галузями промисловості 70% припадає на будівельний сектор, 20% - на меблевий сектор і сектор облаштування інтер'єру, і 10% на автомобілебудівний і транспортний сектори.[1]

Скло - це унікальний матеріал, що дозволяє навіть в замкнутому просторі не втрачати зв'язок із зовнішнім світом. Красиво оброблене скло, подібно діаманту, сяє і переливається світло, перетворюючи будь-який інтер'єр.

Скло стало невід'ємною і все зростаючою частиною світової економіки і повсякденного життя. У світі діє понад 240 флоат-ліній, майже повністю витіснили методи Фурко, Пітсбурга і, в значній мірі, прокат.

Сучасне будівництво вимагає розробки, і виробництва широкого асортименту скла і стеклоконструкції, будівельних панелей на основі композицій зі скла, металу, дерева і пластмас.

У скляному бізнесі все більшу частку починають займати нові види виробів зі скла світлозахисного, тонованого, загартованого, кулестійкого, архітектурно-будівельного, склопакетів, скла із захисними функціями.

Всі великі площі скління в будівлях, транспортних засобах, меблів, зростаюча потреба в дзеркалах, вимірному та обробленому склі архітектурно-будівельного призначення роблять скло одним з найбільш перспективних і динамічно розвиваються матеріалів універсального застосування, чітко проглядаються перспективи скла, як основного екологічно чистого стратегічного будівельного матеріалу XXI століття.

За останні десять років у виробництві та споживанні скла для будівництва відбулися істотні зміни. Змінилося саме ставлення до цього

продукту: якщо десять років тому основним його призначенням було скління дерев'яних рам в житловому будівництві і роздрібний продаж, то зараз основна частина скла надходить на вторинну переробку, таку як нанесення покриттів, загартування, виготовлення багатошарових стекол і склопакетів. Як кажуть в країнах Західної Європи, скло стало базовим продуктом для виробництва кінцевої продукції.

Виробництво листового флоат-скла забезпечується наступними функціональними підрозділами:

1. Цех підготовки шихти.
2. Цех захисних атмосфер.
3. Скловарний цех.
4. Цех упаковки та відвантаження скла.

В бакалаврській роботі розглядається цех з підготовки шихти, а саме сушильне відділення піску.

Пісок складає більш ніж 50% складу шихти, збільшення ефективності його підготовки дозволить зменшити витрати на підготовку шихти в цілому.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.

Скло – універсальний і дивовижний матеріал. Його виробництво базується на складній послідовності технологічних операцій, параметри яких в першу чергу залежать від сировинних матеріалів, що входять до складу шихти.

Сировинні матеріали для виробництва скла умовно поділяють на основні й допоміжні (таблиця 1.1).

Основні матеріали містять оксиди, які утворюють структуру скла й визначають його властивості. Так, оксид Na_2O прискорює процес варіння, знижуючи температуру плавлення, але зменшує хімічну стійкість скла. Оксид CaO підвищує хімічну стійкість, оксид Al_2O_3 підвищує міцність, термічну і хімічну стійкість, оксид PbO підвищує показник світлозаломлення.

Допоміжні матеріали вводять для покращення реологічних характеристик скломаси, прискорення її варіння, забарвлення, освітлювання, сприяння кристалізації тощо.[5]

Сировинні матеріали можуть застосовуватися як у вигляді природної сировини, так і у вигляді відходів хімічної, металургійної, гірничодобувної промисловості.

Технологія виготовлення скла й виробів на його основі передбачає такі операції та процеси: підготовку сировинних матеріалів, приготування скляної шихти, скловаріння, формування зі скломаси матеріалів та виробів, механічну, термічну й хімічну обробку виробів для підвищення експлуатаційних властивостей.

Таблиця 1.1 - Сировинні матеріали для виробництва скла

Групи матеріалів	Назва
<p><i>Основні матеріали</i></p> <p>кремнеземисті, що містять SiO_2, 55...75 мас. %</p> <p>глиноземисті, що містять Al_2O_3, 2...25 мас. %</p> <p>лужноземельні, що містять Na_2O та K_2O до 15 мас. %</p> <p><i>Допоміжні матеріали</i></p> <p>модифікатори для надання склу спеціальних властивостей</p> <p>освітлювачі</p>	<p>кварцовий пісок, мелений пісок і кварцити</p> <p>технічний оксид алюмінію, гідроксид алюмінію, польові шпати, пегматити, каолін, граніт, вулканічний попіл</p> <p>сода, поташ, сульфати лужних металів</p> <p>оксиди свинцю, барію, цинку, цирконію, титану, фосфору</p> <p>селітра, хлорид натрію</p>

Підготовка включає подрібнення та розмелювання крупних кусків, сушіння вологих матеріалів, класифікацію дисперсних матеріалів. Приготування скляної шихти починається з усереднення, дозування та перемішування компонентів. Скловаріння здійснюється у печах безперервної (ванні печі) і періодичної (горшкові печі) дії.

Процес варіння скла складається з п'яти етапів: силікатоутворення, склоутворення, освітлення, гомогенізації та охолодження.

На першому етапі утворюються силікати та інші проміжні сполуки, і внаслідок плавлення евтектичних сумішей з'являється рідка фаза. Утворені в шихті силікати разом з рідкою фазою та компонентами, які не прореагували, спікаються в щільну масу. Процес силікатоутворення звичайно розпочинається при температурі майже 725°C і завершується майже при 1150°C . З подальшим підвищенням температури в розплаві завершуються реакції силікатоутворення, відбувається взаємне розчинення силікатів і надлишкового кремнезему, внаслідок чого утворюється скломаса, насичена газовими бульбашками. Процес склоутворення завершується при температурі

майже 1250 °С. Освітлення та гомогенізація скломаси відбуваються майже в одному інтервалі температур. З цією метою скломасу нагрівають до температури 1150...1600 °С. З підвищенням температури різко знижується в'язкість розплаву й відповідно полегшується видалення газових бульбашок. Процес скловаріння завершується охолодженням скломаси на 300 °С, внаслідок чого вона набуває в'язкості, необхідної для формування виробів (витягування, прокатування, пресування, лиття тощо). Формування виробів здійснюється різними методами: вертикальним та горизонтальним витягуванням, прокатуванням, способом плаваючої стрічки (флоат – спосіб), пресуванням, видуванням тощо.[8]

Спосіб плаваючої стрічки є найбільш досконалим з усіх способів, відомих на цей час. Він дозволяє виготовляти скло з високою якістю поверхні. Особливістю цього способу є те, що процес формування стрічки протікає на поверхні розплавленого олова. Нижня поверхня скла виходить рівною за рахунок контакту з розплавленим металом, а верхня – завдяки дії сил поверхневого натягу скломаси. Після формування поверхня листового скла не потребує подальшого полірування.

Відпалювання – обов'язкова операція при виготовленні виробів. При швидкому охолодженні у виробах виникають великі внутрішні напруження, які можуть призвести до їх саморуйнування.

Гартування – ця операція застосовується для підвищення фізико-механічних характеристик скла і здійснюється доведенням скла до пластичного стану з подальшим різким охолодженням його поверхні.

Крім гартування, для покращення механічних властивостей застосовують травлення з наступним покриттям плівками, електрохімічну обробку поверхні, мікрокристалізацію.

Заключна стадія обробки включає операції шліфування, полірування, декоративної обробки.

Властивості скла.

Структура скла зумовлює ряд його властивостей, у тому числі прозорість, міцність, стійкість до атмосферних впливів, водо- та газонепроникність. Найбільш важливими для скла є не тільки оптичні властивості, але й механічні, оскільки його використання є багатоцільовим.

Оптичні властивості скла характеризуються прозорістю, світлопроникністю, світлопоглинанням, світловідбиванням, світлорозсіюванням тощо. Звичайні віконні стекла пропускають видиму частину світлового спектра й не пропускають інфрачервоних та ультрафіолетових променів. Світлопроникнення вимірюють коефіцієнтом пропускання, який визначається відношенням кількості світлової енергії, що пройшла крізь скло, до повної його енергії. Світло пропускання віконного скла при товщині 5 мм становить 84...87 % і залежить не тільки від виду скла, а й кута падіння світлових променів.

У будівельних конструкціях скло зазнає дії розтягу вальних й ударних навантажень, рідше – дії стиску, тому основними характеристиками, що визначають його якість, є міцність при розтягу та крихкість.

Теоретична міцність скла при стиску становить більше 20000 МПа, а при розтягу – 12000 МПа, фактична – значно нижча (при стиску – 500...2000 МПа, при розтягу – 35...100 МПа).

Однією з причин великої різниці між теоретичною і реальною міцністю скла є дефектність поверхні реального скла – наявність мікротріщин, що сильно послаблюють опір матеріалу впливу зовнішніх навантажень.

Вважають, що утворення поверхневих дефектів залежить від ступеня однорідності вихідної маси, способу і умов формування виробів, характеру механічної та термічної обробки, температури і вологості навколишнього середовища, тривалості дії навантаження, масштабного фактора.

Крихкість як показник деформативності є головним недоліком скла.

Густина скла становить 2,45...2,55 г/см³, а для спеціальних стекол може досягати 8 г/см³. Теплопровідність звичайного скла становить 0,4...0,8 Вт/(м·К), теплоємність – 0,63...1,05 кДж/(кг·К).

Термічна стійкість. При різкому охолодженні скла поверхневі шари охолоджуються швидше внутрішніх, тому на поверхневих шарах скловиробів виникають напруження розтягу, у внутрішніх - стиску. При швидкому нагріванні виробу, навпаки, на поверхневих шарах скловиробів виникають напруження стиску, у внутрішніх - розтягу. Враховуючи, що руйнування скла починається з поверхні і міцність скла при стиску в багато разів більша міцності при розтягу, різке охолодження скловиробів більш безпечне, ніж швидке нагрівання. Звичайно термостійкість скла залежить від хімічного складу, температурного коефіцієнта лінійного розширення і товщини виробів. Скло має значну густину і водночас високу звукоізоляційну здатність. За цим показником скло завтовшки 1 см відповідає цегляній стіні завтовшки 12 см. Хімічна стійкість скла залежить від його хімічного складу. Оксиди елементів І групи найбільш вагомо знижують водостійкість скла. Найбільший вплив на підвищення хімічної стійкості стосовно води мають оксиди ІV групи елементів: SiO_2 , TiO_2 , ZrO_2 .

Силікатне скло має високу стійкість до більшості розчинів кислот, за винятком HF і H_3PO_4 .

Таблиця 1.2 - Марки листового скла

Марка Скла	Товщина,мм	Умовна назва	Рекомендована галузь застосування
М1	2...6	Дзеркальне поліпшене	Виготовлення високоякісних дзеркал, вітрових стекол легкових автомобілів
М2	2...6	Дзеркальне	Виготовлення дзеркал загального призначення, безпечних стекел транспортних засобів
М3	2...6	Технічне поліроване	Виготовлення декоративних дзеркал, безпечних стекол транспортних засобів
М4	2...6	Віконне поліроване	Високоякісне скління світлопрозорих конструкцій

M5	2...6	Віконне неполіроване	Скління світлопрозорих конструкцій, безпечних стекол для сільськогосподарських машин
M6	2...6	Те саме	Скління світлопрозорих конструкцій
M7	6,5...12	Вітринне поліроване	Високоякісне скління вітрин, вітражів
M8	6,5...12	Вітринне неполіроване	Скління вітрин, вітражів, ліхтарів

В залежності від практичного використання скляних виробів змінюється хімічний склад скла, форма, розміри, та спосіб їхнього виготовлення. Сучасна скляна промисловість виготовляє найрізноманітніші вироби — промислове та побутове листове скло, скляні труби і ізолятори, медичне та парфумерне скло, тарне та сортове скло, піноскло, скловолокно, ситали та інше.

Тарне скло

Тарне скло займає досить велику частку від загального об'єму продукції, що виготовляють скляні заводи. Це відбувається тому, що тарне скло використовується для фасування, зберігання та транспортування різноманітних рідких пастоподібних та твердих продуктів.

Перевагами скляної тари, що обумовлюють широке її використання у різноманітних галузях промисловості та в побуті є: гігієнічність, прозорість, можливість виготовлення тари різноманітних розмірів та форми, можливість герметичного закривання та багаторазового використання, доступна ціна.

Кришталь

Кришталь — художнє скло, що називають так за схожість із гірським кришталем — один із найдорожчих і найгарніших різновидів. Із нього виготовляють різноманітний посуд, вази, люстри, що можуть посперечатися своєю красою із найвитонченішими витворами мистецтва.

Оптичне скло використовують для виготовлення лінз, призм, кювет і багато чого іншого.

Хіміко-лабораторне скло має високу хімічну й температурну стійкість, що дає змогу використовувати його під час наукових, часом небезпечних дослідів.

Медичне скло використовується для зберігання й упаковки лікарських препаратів, ін'єкційних і бактеріологічних розчинів, а також предметів догляду за хворими.

Скляний жаростійкий посуд (борне скло) визнаний одним із найкращих для приготування страв. У ньому можна готувати супи, каші, запіканки, тушкувати овочі, м'ясо, заварювати чай, каву звичайно ж, дотримуючись певних правил користування.[15]

Характеристики скла

Склоподібний стан

Речовини в твердому стані при звичайних температурі і тиску можуть мати кристалічну або аморфну будову. У природі найпоширенішими є кристалічні тверді речовини, для структури яких характерний геометрично строгий порядок розташування частинок (атомів, іонів) в тривимірному просторі. Кристалічний стан є стабільним при звичайних умовах і характеризується найменшою внутрішньою енергією. Тверді кристалічні речовини мають чіткі геометричні форми, певні температури плавлення, у більшості випадків проявляють анізотропію властивостей.

Склоподібний стан речовини є аморфним різновидом твердого стану. Склоподібний стан є метастабільним, тобто характеризується надлишком внутрішньої енергії. Просторове розташування частинок речовини, що знаходиться в склоподібному стані, є нерегульованим, що підтверджується результатами рентгеноструктурних досліджень.

За минулі тисячоліття методи виготовлення скла майже не змінилися, найраніші зразки практично нічим не відрізняються від сучасного.

Видування - специфічний метод формування, застосовуваний у техніці тільки до скла. Можливості цього методу досить широкі: виробництво сортового (їдального) посуду, вузькогорлої тари, електровакуумних виробів і т.д. При виробництві немасових виробів дотепер застосовується ручний спосіб видування. Основним інструментом робітника видувальника є складувна трубка. Протягом довгої історії склоробства видування проводилося ротом, нині сконструйовані й застосовуються "трубки-самодувки". Пресовидування застосовується в машинному виробництві широкогорлої скляної тари (банки різних типів). Попередня заготівля й формування горла виробу виробляються при цьому методом пресуванням (у чорновій формі), а інша частина виробу — видуванням (у чистовій формі). Витягування виробів зі скломаси, як і видування, — своєрідний метод формування, застосовний тільки до таких досить грузлих матеріалів, як скло, при цьому з в'язкістю, що швидко зростає при зниженні температури. Методом витягування на різних машинах (різними способами) виготовляються: віконне й технічне листове скло, скляні дроти (трубки малого діаметру), труби, стрижні, скляне волокно. Прокатка скла в її сучасному виді полягає у тому, що струмінь скломаси безупинно надходить із печі в простір між обертовими вальцями, де й прокочується в стрічку, що забирає транспортером. Методом безперервної прокатки виготовляється листове скло, різних видів, переважно будівельне, завтовшки в 3 мм і більше: армоване (скло із загорнутою в нього металевою сіткою), візерункове, хвилясте (маюче форму покрівельного шиферу) і ін. Прокатка застосовується також у виробництві скляних труб: скломаса безупинно надходить на обертовий вал і розвальцовується двома роликами; внутрішній діаметр труби визначається діаметром формуючого вала. Виливок скляних виробів у форми зустрічається на практиці рідко; так виготовляються, наприклад, великі диски для астрономічних приладів. Ведуться досвіди по виливку фасонних труб з розтрубами й фланцями у швидко обертові форми (спосіб відцентрового лиття). Моликування- спосіб утворення виробів у формах, при

подачі в них скла у вигляді твердих шматків. У результаті поступового нагрівання скла стає грузлим і заповнює форму під дією або власною вагою, або зовнішнього зусилля (пресування). Молируванням формуються заготівлі з оптичного скла й великі скляні скульптури.[16]

Підготовка шихти є мабуть одним з найважливіших факторів які впливають на якість кінцевого продукту - скла, а як слідство і на економічні показники всього підприємства в цілому.

В склад шихти скловарного виробництва більш ніж як 70% входить кварцовий пісок від якості підготовки якого дуже залежить якість шихти в цілому. Такі його показники як: вогкість, шкідливі домішки, грануляція і є основними показниками якості підготовки піску.

Найбільша енергоємність в процесі підготовки піску припадає на зменшення його вогкості - тобто сушку.

Для сушки піску в скловарних виробництвах використовують барабанні сушарки безперервної дії з підємно-лопатевою насадкою. Якість сушіння в яких залежить від багатьох факторів. Так при швидкому обертанні барабана значна частина піску розподіляється біля стінок барабану і як наслідок в барабані накопичується значна кількість піску, що приводить до значного збільшення споживання електроенергії його приводом, падіння продуктивності, а також збільшеного зношування всієї сушарки. При повільному обертанні утворюється скупчення піску у нижній частині барабану, що дуже заважає процесу сушки и приводить до значних перевитрат гріючого газу. При хибному регулюванні газового пальника спостерігається збільшення витрат газу та утворення сажі. При хибній роботі живильника сушарки також утворюються умові для хибної її роботи що може привести до перевитрат енергоносіїв.

Одним з можливих шляхів інтенсифікації процесу сушки є більш ретельний її розрахунок під конкретні умови виробництва шихти, більш ширшого використання автоматизації та контролю. При цьому зменшуються

витрати енергоносіїв у 0,25-0,75 рази; одночасно інтенсифікуються інші апарати, що в сумі дає відчутний економічний ефект.[18]

2. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ТА КОНСТРУКЦІЇ СУШАРКИ, ЩО РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ.

У бакалаврській роботі розроблена схема лінії з підготовки піску. Схема технологічна зображена на кресленні 2021.070.00.000 ТЗ.

Вологий пісок з приймального бункеру поз.1 лотковим живильником поз.4 подається до стрічкового транспортеру вологого піску поз.5, яким транспортується до завантажувальної камери барабанної сушарки поз.8.

Природний газ з мережі поступає в газовий пальник ежекторного типу, в якому спалюється і горячий газ поступає до барабанної сушарки поз.8 (завантажувальна камера).

Процес сушки в сушарці відбувається при початковій температурі приблизно 300 °С, тиску не більш ніж 100 кПа.

Відпрацьований теплоносій виводиться з температурою не більше ніж 90 °С з верхньої частини розвантажувальної камери сушарки через циклони поз.13,14 за допомогою димососу поз.15 в атмосферу.

Сухий пісок поступає з розвантажувальної камери сушарки з температурою не більше ніж 80 °С до елеватору сухого піску поз.9, далі з елеватору сухий пісок потрапляє до сита поз.12, туди ж повертається і пісок з циклону попередньої очистки відпрацьованого теплоносія поз.13.

З сита просіяний пісок подається до стрічкового транспортеру готового піску поз.6, та далі ним до елеватору готового піску поз.10 який транспортує його до бункеру весової лінії поз.2.

Відсів з сита елеватором відсіву поз.11 подається в бункер відсіву поз.3, туди ж поступає пил з циклону остоточної очистки поз.14.

Барабанна конвекційна сушарка являє собою установку яка складається з безпосередньо сушильного барабану, завантажувальної та розвантажувальної камер, опірно - упорних станцій та з приводу самого барабану. Барабан сушарки нахилений вбік розвантажувальної камери для безперешкодного руху матеріалу на кут від одного до трьох градусів.

Корпус сушарки являє собою горизонтальную циліндричну обичайку, у якій по всій внутрішній площині приварені насадки.

Зі сторони завантажувальної камери встановлюється приймально-гвинтова насадка яка призначена для рівномірного розподілу матеріалу по наступній лопатевій насадці. За конструкцією це звичайні сталі смуги які приварені до внутрішньої поверхні барабану за евольвентою.

Лопатева насадка встановлюється в середній частині барабану, її призначення – утворення взваженого шару матеріалу. В середній зоні барабану відбувається попередня сушка матеріалу. За конструкцією лопатева насадка являє собою “Г” подібні металеві профілі рівномірно розподілені по внутрішній поверхні середньої частини барабану.

Далі за лопатевою насадкою і практично до кінця барабану встановлюється секторна насадка, призначення її – утворювати інтенсивний взважений шар матеріалу. Тут відбувається кінцева сушка матеріалу.

Конструкційно секторна насадка являє собою ”Л” подібні профілі рівномірно розташовані по перетину барабану (кут між ними 120°). До секторів та до поверхні барабану приварені металеві профілі за конструкцією подібні до лопатевої насадки.

Призначення насадок полягає в створенні більшої поверхні контакту між матеріалом та гріючим газом за рахунок створення так званого псевдовзваженого шару.

На зовнішній частині барабану знаходяться два опірно – упорних бандажі та кільця жорсткості а також зубчастий вінець.

Барабан лягає своїми бандажами на опірно – упорні станції (два опорних ролика на кожній станції, і два упорних ролика на упорній станції).

Завантажувальна камера являє собою зварну коробчасту конструкцію, в передньому листі якої монтуються, завантажувальний

пристрій - тічка, газовий пальник та оглядовий люк для спостереження за внутрішнім устаткуванням барабана.

Розвантажувальна камера являє собою зварну коробчасту конструкцію, в верхній частині якої знаходиться фланець з'єднання з аспіраційною системою. В нижній частині камери яка звужується до низу знаходиться розвантажувальний пристрій – тічка.

Опірно – упорні бандажі та зубчастий вінець закриті захисними кожухами для запобігання забруднення мастильних матеріалів та зменшення їх абразивного зносу пилом з навколишнього повітря.

3. ВИБІР ОСНОВНИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Матеріали, призначені для виготовлення вузлів деталей сушарки повинні задовольняти комплексу вимог, обумовлених конструкцією, технологією обробки та її експлуатацією.

При виборі матеріалу варто враховувати наступні показники:

- міцність;
- щільність;
- теплопровідність;
- коефіцієнт лінійного розширення;
- стійкість проти ерозії;
- зміна властивостей при термічній обробці;
- пластичність;
- в'язкість і ковкість;
- ливарні властивості;
- зварюваність;
- вартість матеріалу й дефіцитність.

Матеріал для виготовлення корпусу та внутрішніх пристроїв сушарки – сталь Ст3сп3 ДСТУ 2651-94.

Матеріал для виготовлення корпусу завантажувальної та розвантажувальної камер сушарки – сталь Ст3сп3 ДСТУ 2651-94.

Матеріал для виготовлення бандажів – сталь 40 ГОСТ 1050-88.

Матеріал для виготовлення опорних та опорно-упорних роликів – сталь 35 ГОСТ 1050-88.

Матеріал для виготовлення вісі опорних та опорно-упорних роликів – сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Матеріал труб для виготовлення тічки - сталь 20 ГОСТ 51050-88

Матеріал кріпильних виробів для фланцевих з'єднань :

Для болтів - сталь 25 ГОСТ 1050-88

Для гайок - сталь 25 ГОСТ 1050-88

Матеріал прокладок - пароніт ПОН -А2 ГОСТ 481-80.

Матеріал опор та цапф для стропових пристроїв - сталь Ст3сп3 ГОСТ 380-94.

4 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ РОЗМІРІВ СУШАРКИ.

Процес конвекційного сушіння піску в барабанній, обертовій сушарці при підігріві повітря продуктами згоряння опалювального газу.

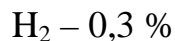
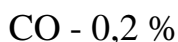
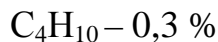
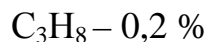
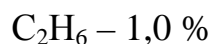
Умови сушіння:

1. Матеріал - пісок;
2. Продуктивність сушарки по сухому матеріалі $G_k = 12000$ кг/ч;
3. Вологовміст матеріалу:
 - а) початкове – $U_n = 10\%$,
 - б) кінцеве – $U_k = 0,5\%$;
4. Температура, $^{\circ}\text{C}$:
 - а) атмосферного повітря – 20°C ,
 - б) газів на вході в сушарку – 300°C ,
 - в) газів на виході з сушарки – 80°C ;
5. Відносна вологість повітря $\phi_0 = 70\%$;
6. Атмосферний тиск – 10^5 Па;
7. Теплоємність матеріалу – $0,8$ кдж/кг·К, щільність – 1200 кг/м³;
8. Напруженість сушарки по вологи – 85 кг/м³·ч;
9. Середній діаметр часток матеріалу - 1 мм;
10. Питомі втрати тепла в навколишнє середовище на 1 кг випаруваної вологи $q_n = 22,6$ кдж/кг, що відповідає приблизно 1% тепла затрачуваного на випар 1 кг води.
11. Перевалочні пристрої – підемо-лопатеві , ступінь заповнення - 12%

4.1 Розрахунок параметрів топкових газів подаваних у сушарку.

Для опалення використається природний газ наступного складу (в об'ємних відсотках):

$$\text{CH}_4 - 98,0 \%$$



Теоретична кількість сухого газу L_0 затрачуваного на спалювання одного кг палива дорівнює:

$$L_0 = 138 \cdot (0,0179 \cdot \text{CO} + 0,248 \cdot \text{H}_2 + \sum [(m+n/4)/(12m+n)] \text{C}_m\text{H}_n), \quad (4.1)$$

де склад горючих газів виражені в об'ємних частках.

Підставивши відповідні значення, одержимо:

$$L_0 = 138 \cdot (0,0179 \cdot 0,002 + 0,248 \cdot 0,003 + 0,125 \cdot 0,98 + 0,116 \cdot 0,01 + 0,1136 \cdot 0,002 + 0,1121 \cdot 0,003) = 17,25 \text{ кг/кг}$$

Для визначення теплоти згоряння палива скористаємося характеристиками горіння простих газів (Таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Характеристики горіння простих газів

Газ	Реакція	Тепловий ефект реакції, кдж/м ³
Водень	$\text{H}_2 + 0,5\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$	10810
Оксид вуглецю (11)	$\text{CO} + 0,5 \text{O}_2 = \text{CO}_2$	12680
Метан	$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	35741
Ацетилен	$\text{C}_2\text{H}_2 + 2,5\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	58052
Етилен	$\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	59108
Етан	$\text{C}_2\text{H}_6 + 3,5\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	63797
Пропан	$\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 = 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	91321
Бутан	$\text{C}_4\text{H}_{10} + 6,5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$	118736
Сірководень	$\text{H}_2\text{S} + 1,5\text{O}_2 = \text{S}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	23401

Кількість тепла Q_v , що виділяється при спалюванні 1 м³ газу дорівнює:

$$Q_v = \sum \varphi_i \cdot H_i = 0,98 \cdot 35741 + 0,01 \cdot 63797 + 0,002 \cdot 91321 + 0,003 \cdot 118736 + 0,002 \cdot 12680 + 0,003 \cdot 10810 = 36260,79 \text{ (кдж/кг)},$$

де: ϕ_i – об'ємна частка компонентів газу;

H_i – тепловий ефект реакції (кДж/м³).

Густина газоподібного палива:

$$\rho_t = (\sum C_m H_n \cdot M_i / V_0) \cdot (T_0 / T_0 + t_t), \quad (4.2)$$

де M_i – мольна маса палива (кмоль/кг);

t_t – температура палива; $t_t = 20^\circ \text{C}$

V_0 – мольний об'єм; $V_0 = 22.4 \text{ м}^3/\text{кмоль}$

$T_0 = 273^\circ \text{C}$.

$$\rho_t = (0,98 \cdot 16 + 0,01 \cdot 30 + 0,002 \cdot 44 + 0,003 \cdot 58) \cdot 273 / 22,4 \cdot (273 + 20) = 0,6756 \text{ кг/м}^3$$

Кількість тепла яке виділилось при спалюванні 1 кг палива дорівнює:

$$Q = Q_v / \rho_t = 36260 / 0,6756 = 53671,98 \text{ Дж} \cdot \text{м}^3$$

Маса сухого газу, що подається в сушильний барабан, розраховуючи на 1 кг палива, що спалюється, визначається загальним коефіцієнтом надлишку повітря, необхідного для спалювання палива й розведення топкових газів, до температури суміші. $t_{cm} = 300^\circ \text{C}$

Значення знаходять із рівнянь матеріального й теплового балансу.

- Рівняння матеріального балансу:

$$1 + L_0 = L_{c.g.} + \sum 9n/(12m+n) C_m H_n, \quad (4.3)$$

де $L_{c.g.}$ – маса сухих газів які відтворились при згорянні 1 кг палива;

$C_m H_n$ – масова частка компонентів, при згорянні яких утвориться вода (кг/кг).

Рівняння теплового балансу:

$$Q \cdot \eta + c_T \cdot t_T + \alpha \cdot L_0 \cdot I_0 = [L_{c.g.} + L_0(\alpha - 1)] \cdot i_{c.g.} + [\alpha \cdot L_0 \cdot x_0 + \sum 9n/(12m+n) C_m H_n], \quad (4.4)$$

де η – загальний КПД враховуючу ефективність роботи топлення й трати тепла топленням у навколишнє середовище; $\eta = 0,95$;

c_T – теплоємність газоподібного палива при температурі палива 20°C ;

$c_T = 1,34 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;

I_0 – ентальпія свіжого повітря (кдж/кг); $I_0 = 49$ кдж/кг;

$i_{с.г.}$ – ентальпія сухих газів;

$i_{с.г.} = c_{сг.} \cdot t_{с.г.} = 1,05 \cdot 300 = 315$ (кдж/кг),

де $c_{сг.} = 1,05$ кдж/(кг· ДО)

$t_{с.г.} = 300$ °С;

x_0 – вологовміст свіжого повітря при температурі $t_0 = 20$ °С и вологості

$\phi_0 = 70$ %, $x_0 = 0,0125$ кг/кг

$i_{п} = r_0 + c_{п}t_{п} = 2500 + 1,97 \cdot 300 = 3091$ (кдж/кг)

де r_0 – теплота випару води при температурі 0 °С

$r_0 = 2500$ кдж/кг

$c_{п}$ – середня теплоємність водяних пар, $c_{п}=1,97$ кдж/(кг· ДО);

$t_{п}$ – температура водяних пар

$t_{п} = t_{с.г.} = t_{см.} = 300$ °С

Вирішуючи спільно рівняння 4 й 5, одержуємо:

$$\alpha = [Q_{п} \cdot \eta + c_{г} \cdot t_{г} - i_{с.г.} (1 - \sum \frac{9n}{(12m+n)} C_m H_n) - i_{п} \sum \frac{9n}{(12m+n)} C_m H_n] / L_0 \cdot (i_{с.г.} + i_{п} \cdot x_0 - I_0) \quad (4.5)$$

Перерахування змісту компонентів палива при згорянні яких утвориться вода, з об'ємних часток у масові по формулі:

$$\omega(A) = \phi(A) \cdot M(A) \cdot 273 / 22,4 \cdot \rho_{г} \cdot (273 + t_0)$$

$$\omega(CH_4) = 0,06157 \cdot 0,98 \cdot 16 = 0,9654$$

$$\omega(C_2H_6) = 0,06157 \cdot 0,01 \cdot 30 = 0,0185$$

$$\omega(C_3H_8) = 0,06157 \cdot 0,002 \cdot 44 = 0,0054$$

$$\omega(C_4H_{10}) = 0,06157 \cdot 0,003 \cdot 58 = 0,0107$$

Кількість вологи, що виділяється при згорянні 1 кг палива дорівнює:

$$\sum \frac{9n}{12m+n} C_m H_n = 2,17 + 0,0333 + 0,00972 + 0,0166 = 2,2296$$

Коефіцієнт надлишку повітря знаходимо по рівнянню (4.5):

$$\alpha = [53671,98 \cdot 0,95 + 1,34 \cdot 20 \cdot 315(1 - 2,2296) \cdot 3091 \cdot 2,2296] /$$

$$17,25(315 + 3091 \cdot 0,0125 \cdot 49) = 8,47$$

Загальна питома маса сухих газів одержувана при спалюванні 1 кг палива й розведенні топкових газів повітрям до температури суміші

$t_{cm} = 300^{\circ}\text{C}$ дорівнює:

$$G_{c.z.} = 1 + \alpha \times L_0 - \sum \frac{9n}{12m + n} C_m H_n, \quad (4.6)$$

$$G_{c.r.} = 1 + 8,47 \cdot 17,25 - 2,2296 = 144,878 \text{ (кг/кг)}$$

Питома маса водяних пар у газовій суміші при спалюванні 1 кг палива дорівнює:

$$G_n = \sum \frac{9n}{12m + n} C_m H_n + \alpha \times x_0 \times I_0, \quad (4.7)$$

$$G_n = 8,47 \cdot 0,0125 \cdot 17,25 + 2,2296 = 4,056 \text{ (кг/кг)}$$

Вологовміст газів на вході в сушарку ($x_1 = x_{cm}$) дорівнює:

$$x_1 = \frac{G_n}{G_{c.z.}},$$

$$x_1 = 4,056 / 144,878 = 0,028 \text{ кг/кг};$$

Ентальпія газів на вході в сушарку:

$$I_1 = \frac{Q \times \eta + C_m t_m + \alpha \times L_0 \times I_0}{G_{c.z.}}, \quad (4.8)$$

$$I_1 = [53671,98 \cdot 0,95 + 1,34 \cdot 20 + 8,47 \cdot 17,25 \cdot 49] / 144,878 = 401,541 \text{ (кДж/кг)}$$

Оскільки коефіцієнт надлишку повітря α великий ($\alpha > 1$), фізичні властивості газової суміші, що використовується як сушильний агент, практично не відрізняються від фізичних властивостей повітря. Це дає можливість застосувати в розрахунках діаграму стану вологого повітря.

4.2 Визначення параметрів відпрацьованих газів, витрати сушильного агента й витрати тепла на сушіння

З рівняння матеріального балансу сушарки витрата вологи W , що видаляється з висушеного матеріалу.

$$W = G_{\kappa} \times \frac{U_{\text{н}} - U_{\kappa}}{100 - U_{\text{н}}}, \quad (4.9)$$

$$W = 3,3 (10 - 0,5)/(100 - 10) = 0,348 \text{ (кг/с)}$$

Рівняння внутрішнього теплового балансу сушарки:

$$\Delta = c\Theta_1 + q_{\text{доп}} - (q_{\text{т}} + q_{\text{м}} + q_{\text{н}}), \quad (4.10)$$

де Δ - різниця між питомими приходом і витратою тепла безпосередньо в сушильній камері;

c – теплоємність води у вологому матеріалі при температурі Θ_1 , кдж/(кг·К);

$q_{\text{доп}}$ – питома додаткове підведення тепла в сушарку, [кдж/кг· води]; при роботі сушарки по нормальному сушильному варіанті: $q_{\text{доп}} = 0$;

$q_{\text{т}}$ – питома витрата тепла в сушарці із транспортними засобами, кдж/кг води; у розглянутому випадку: $q_{\text{т}} = 0$;

$q_{\text{м}}$ – питома витрата тепла в сушильному барабані з висушуванням матеріалом, кдж/кг· води

$$q_{\text{м}} = \frac{G_{\kappa} C_{\text{м}} (\Theta_2 - \Theta_1)}{W} =$$

$$= 3,3 \cdot 0,8 \cdot (53 - 20)/0,348 = 250,345 \text{ (кдж/кг)}$$

$C_{\text{м}}$ – теплоємність висушеного матеріалу, кдж/(кг· К)

Θ_2 – температура висушеного матеріалу на виході із сушарки, °С

При випарі поверхневої води Θ_2 приймається приблизно рівній температурі мокрого термометра при відповідних параметрах сушильного агента. Приймаючи в першому наближенні процес сушіння адіабатичним, Θ_2 по діаграмі Рамзина по початкових параметрах сушильного агента:

$$\Theta_2 = 53 \text{ } ^\circ\text{C}$$

q_n – питомі втрати тепла в навколишнє середовище, кДж/кг вологи; на 1 кг випаруваної вологи: $q_n = 22.6$ кДж/кг· вологи;

$$\Delta = 4,19 \cdot 20 - (250,345 + 22,6) = -189,145 \text{ (кДж/кг вологи);}$$

Рівняння робочої лінії сушіння

$$\Delta = \frac{I - I_1}{x - x_1},$$

або

$$I = I_1 + \Delta \times (x - x_1) \quad (4.11)$$

Для побудови робочої лінії сушіння на діаграмі Рамзина необхідно знати координати (x й I) мінімум двох крапок. Координати першої крапки відомі: $x_1 = 0,028$ (кг/кг), $I_1 = 401,541$ (кДж/кг). Для знаходження координат другої крапки треба задатися довільним значенням x і визначити відповідне значення I . Нехай $x = 0,1$ кг вологи/кг сух. пов. Тоді по рівнянню 12

$$I = 401,541 + (-189,145) (0,1 - 0,028) = 387,92$$

Через 2 точки на діаграмі Рамзина з координатами (x_1, I_1) і (x, I) необхідно провести лінію сушіння до перетинання із заданим кінцевим параметром $t_2 = 80$ °С . У крапці перетинання лінії сушіння з ізотермою t знаходяться параметри відпрацьованого сушильного агента:

$$x_2 = 0,11 \text{ (кг/кг)}$$

$$I_2 = 375 \text{ (кДж/кг)}$$

Витрата сухого газу $L_{с.г.}$ дорівнює:

$$L_{с.г.} = \frac{W}{x_2 - x_1}, \quad (4.12)$$

$$L_{с.г.} = 0,348 / (0,11 - 0,028) = 4,24 \text{ (кг/с)}$$

Витрата сухого повітря L дорівнює:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0}, \quad (4.13)$$

$$L = 0,348 / (0,11 - 0,0125) = 3,57 \text{ (кг/с)}$$

Витрата тепла на сушіння Q_c дорівнює:

$$Q_c = L_{c.2.} \times (I_1 - I_0), \quad (4.14)$$

$$Q_c = 4,24 \cdot (401,541 - 49) = 1494,7 \text{ (кВт)}$$

Витрата палива на сушіння G_T дорівнює:

$$G_T = \frac{Q_c}{Q},$$

$$G_T = 1494,7 / 53464,794 = 0,028 \text{ (кг/с)}$$

4.3 Розрахунок основних розмірів сушильного барабана

Розрахунок основних розмірів сушильного барабана зводиться до визначення об'єму сушильного барабана V_6 , довжини й діаметра барабана.

Визначивши довжину й діаметр барабана, вибирають стандартний апарат.

Об'єм барабана складається з об'єму необхідного для сушіння $V_{суш}$ й об'єму для прогріву матеріалу.

$$V_6 = V_{суш} + V_{прогр} \quad (4.15)$$

Об'єм необхідний для сушіння матеріалу можна визначити по формулі:

$$V_{суш} = \frac{W}{K_v \times \Delta X_{cp}}, \quad (4.16)$$

де K_v – об'ємний коефіцієнт масопередачі, c^{-1}

ΔX_{cp} – середня рушійна сила масопередачі, $кг \text{ вологи}/м^3$

Рушійна сила масопередачі ΔX_{cp} визначається з рівняння:

$$\Delta X_{cp} = \frac{\Delta X_6 - \Delta X_m}{\ln \frac{\Delta X_6}{\Delta X_m}} = \frac{\Delta p_{cp} \times M_6}{p_0 \times V_0 \times \frac{T_0 + t_{cp}}{T_0}}, \quad (4.17)$$

$$\Delta p_{cp} = \frac{\Delta p_6 - \Delta p_m}{\ln \frac{\Delta p_6}{\Delta p_m}}$$

де

$\Delta X_6 = X_1^* - X_1$ – рушійна сила на початку процесу сушіння, $кг/м^3$

$\Delta X_m = X_2^* - X_2$ – рушійна сила наприкінці процесу сушіння, $кг/м^3$

$\Delta p_6 = p_1^* - p_1$ – рушійна сила на початку процесу сушіння, Па

$\Delta p_m = p_2^* - p_2$ – рушійна сила наприкінці процесу сушіння, Па

X_1^*, X_2^* – рівноважний зміст води на вході в сушарку й на виході з її, кг/м³

p_1^*, p_2^* – тиск насичених пар над вологим матеріалом на початку й кінці процесу сушіння, Па. Їхні значення визначаються по температурі мокрого термометра сушильного агента на початку t_{m1} і наприкінці t_{m2} процесу сушіння.

З діаграми Рамзіна :

$$t_{m1} = 57^\circ$$

$$p_1^* = 18498 \text{ (Па)},$$

$$t_{m2} = 56^\circ$$

$$p_2^* = 17109 \text{ (Па)};$$

p_1, p_2 – тиск водяних пар у газі на початку й кінці процесу сушіння, Па.

Визначаються з формули:

$$p = \frac{\frac{X}{M_g} \times P_0}{\frac{1}{M_{c.g.}} + \frac{X}{M_g}}, \quad (4.18)$$

де X – вологовміст на вході або на виході із сушарки.

Тоді на вході в сушарку

$$p_1 = (0,028/18 \cdot 10^5) / (1/29 + 0,028/18) = 4321 \text{ Па}$$

на виході із сушарки

$$p_2 = (0,11/18 \cdot 10^5) / (1/29 + 0,11/18) = 15054 \text{ Па}$$

$$\Delta p_{cp} = ((18498 - 4321) - (17109 - 15054)) / \ln(16,7) = 6276 \text{ Па}$$

Звідки ΔX_{cp} по рівнянню 18 буде дорівнювати:

$$\Delta X_{cp} = 6276 \cdot 18 / (10^5 \cdot 22,4 \cdot ((273 + 190)/273)) = 0,029 \text{ (кг води/м}^3\text{)}$$

$$t_{cp} = (t_{вх} + t_{вых}) / 2 = 300 + 80/2 = 190^\circ \text{C}$$

У випадку сушіння кристалічних матеріалів, тобто при видаленні поверхневої, вільної води й паралельному русі матеріалу й сушильного агента, коефіцієнт масопередачі K_v пропорційний коефіцієнту масотдачі β_v .

Для барабанної сушарки коефіцієнт масоотдачі β_v може бути обчислений по емпіричному рівнянню:

$$\beta_v = 1.6 \times 10^{-2} \times \frac{(\omega \times \rho_{cp})^{0.9} \times n^{0.7} \times \beta^{0.54} P_0}{c \times \rho_{cp} \times (P_0 - p)} \quad (4.19)$$

де:

ρ_{cp} – середня щільність сушильного агента, кг/м³

$$\rho_{cp} = M \cdot T_0 / (V_0(T_0 + t_{cp})) = 29 \cdot 273 / (22,4 \cdot (273 + 190)) = 0,763 \text{ кг/м}^3$$

c - середня теплоємність сушильного агента,

$$c = 1 \text{ кдж/(кг ДО)}$$

β - ступінь заповнення барабана матеріалом, що, %

p - середній парціальний тиск водяних пар у сушильному барабані, Па

$$p = (p_1 + p_2)/2 = (4321 + 15054)/2 = 9687,5 \text{ (Па)}$$

ω - робоча швидкість сушильного агента в барабані, м/с

n - число оборотів барабана (змінюється в реальних барабанах від 2 до 12 про/хв)

Рівняння 20 є вірним для значень:

$$\omega \rho_{cp} = 0,6 \dots 1 \dots 1,8 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$$

$$n = 1,5 \dots 5 \text{ про/хв}$$

$$\beta = 10 \dots 25 \%$$

Якщо зазначені межі не дотримуються, то об'єм барабана можна розраховувати по величині об'ємної напруги по волозі:

$$V_{\phi} = \frac{3600 \times W}{A_v}, \quad (4.20)$$

де A_v - значення об'ємної напруги по волозі

Швидкість газів у барабанах вибирається залежно від розмірів часток і насипної щільності матеріалу, що висушується, по таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Вибір робочої швидкості газів у сушильному барабані.

Розмір часток, мм	Значення швидкості ω при насипній щільності				
	350	1000	1400	1800	2200
0,3 – 2	0,5 – 1,0	2,0 – 5,0	3,0 – 7,5	4,0 – 8,0	5,0 – 10,0
Більше 2-х	1,0 – 3,0	3,0 – 5,0	4,0 – 8,0	6,0 – 10,0	7,0 – 12,0

Ступінь заповнення барабана залежить від конструкції перевалочних пристроїв:

підйомно-лопатеві допускають $\beta = 12...14 \%$;

розподільні з відкритими й закритими осередками - $\beta = 21...27 \%$

Приймаю:

$$\omega = 2,3 \text{ м/с}$$

$$n = 5 \text{ об/хв}$$

$$\beta = 12 \%$$

$$\beta_v = 1,6 \times 10^{-2} \times \frac{(2,3 \times 0,763)^{0,9} \times 5^{0,7} \times 12^{0,54} \times 10^5}{1 \times 0,763 \times (10^5 - 9687,5)} = 0,45 \text{ с}^{-1}$$

Тоді об'єм сушильного простору розраховується по формулі 17 та дорівнює:

$$V_{\text{суш}} = 0,348 / 0,45 \cdot 0,029 = 28,6 \text{ м}^3;$$

Об'єм барабана необхідний для прогріву вологого матеріалу:

$$V_{\text{прог}} = \frac{Q_n}{K_v \times \Delta t_{\text{ср}}}, \quad (4.21)$$

де Q_n – витрата тепла на прогрів матеріалу до температури t_{m1} , кВт

$$Q_n = G_k C_m (t_{m1} - \Theta_1) + W_b C_b (t_{m1} - \Theta_1) \quad (4.22)$$

$$Q_n = 3,3 \cdot 0,8 \cdot 37 + 0,348 \cdot 4,19 \cdot 37 = 151,63$$

K_v – об'ємний коефіцієнт теплопередачі, кВт/(м³·К)

$$K_v = 16 (\omega \times \rho_{\text{ср}})^{0,9} \times n^{0,7} \times \beta^{0,54}$$

$$K_v = 16(2,3 \times 0,763)^{0,9} \times 5^{0,7} \times 12^{0,54} = 0,3127 \text{ кВт/ м}^3 \cdot \text{К}$$

$\Delta t_{\text{ср}}$ – середня різниця температур, °С

C_v – теплоємність вздуха

Θ_1 – температура вологого матеріалу

$$\Theta_1 = T_0$$

Для обчислення Δt_{cp} необхідно знайти температуру сушильного агента t_x до якої він охолоджується, віддаючи тепло на нагрівання матеріалу, що висушує, до t_{m1} . Ця температура визначається з рівняння теплового балансу:

$$Q_n = L_{c.g.} \cdot (1 + X_1) \cdot C_g \cdot (t_1 - t_x) \quad (4.23)$$

Звідки:

$$t_x = t_1 - \frac{Q_n}{L_{c.g.} \times C_g \times (1 + x_1)}$$

$$t_x = 300 - \frac{151,63}{4,24 \times 1.05 \times (1 + 0,028)} = 267 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_x = 267 \text{ } ^\circ\text{C};$$

Середня різниця температур Δt_{cp} дорівнює:

$$\Delta t_{cp} = \frac{(t_1 - \Theta_1) + (t_x - t_{m1})}{2}, \quad (4.24)$$

$$\Delta t_{cp} = ((300 - 20) + (267 - 57)) / 2 = 245 \text{ } ^\circ\text{C};$$

Підставляємо отримані значення в рівняння 4.21:

$$V_{прогр} = 151,63 / 0,3127 \cdot 245 = 1,98 \text{ м}^3;$$

Загальний об'єм сушильного барабана дорівнює:

$$V_6 = V_{суш} + V_{прогр} = 28,6 + 1,98 = 30,58 \text{ м}^3;$$

По каталогу [21] знаходжу основні характеристики барабанної сушарки - довжину й діаметр, взявши за основу об'єм сушильного простору.

По таблиці знаходжу барабанну сушарку БН 2.0-10 з наступними характеристиками:

$$\text{Об'єм } V = 31,4 \text{ м}^3,$$

$$\text{Діаметр } d_{BH} = 2,0 \text{ м},$$

$$\text{Довжина } l = 10 \text{ м},$$

$$\text{Частота } n = 5 \text{ об/хв};$$

Визначення дійсної швидкості газів у барабані:

$$\omega_o = \frac{V_z}{0,785 d^2}, \quad (4.25)$$

де: V_r – об'ємна витрата вологого сушильного агента на виході з барабана, $\text{м}^3/\text{с}$

$$V_z = L_{c.z.} \times 22,4 \times \frac{273 + t_{cp}}{273} \times \left(\frac{1}{29} + \frac{x_{cp}}{18} \right), \quad (4.26)$$

x_{cp} – середній зміст води в сушильному агенті, $\text{кг}/\text{кг}$

$$x_{cp} = \frac{(x_2 - x_0)}{2} = \frac{0,11 - 0,0125}{2} = 0,06125 \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$$

$$V_r = 4,24 \times 22,4 \times \frac{273 + 190}{273} \times \left(\frac{1}{29} + \frac{0,06125}{18} \right) = 6,1 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Тоді:

$$\omega_d = 6,1 / 0,785 \cdot 2,0^2 = 2,4 \text{ м/с};$$

Прийняте: $\omega = 2,3 \text{ м/с}$

Час перебування матеріалу в барабані:

$$\tau = \frac{G_m}{G_k + \frac{W}{2}}, \quad (4.27)$$

$$\text{де } G_m = V \beta \rho_m = \quad (4.28)$$

$$= 30,5 \cdot 0,12 \cdot 1200 = 4392$$

Звідси

$$\tau = 4392 / (3,3 + 0,348/2) = 1264,25 \text{ с};$$

Знаючи час перебування, розрахуємо кут нахилу барабана α :

$$\alpha = \left(\frac{30 \times l}{d \times n \times \tau} + 0,007 \times \omega_o \right) \times \frac{180}{\pi}, \quad (4.29)$$

$$\alpha = (30 \cdot 10 / 2,0 \cdot 5 \cdot 1264,25 + 0,007 \cdot 2,4) \cdot (180 / 3,14) = 2,8^0;$$

Перевірка припустимої швидкості газів по віднесенню дрібних часток:

$$\omega_{yn} = \frac{\mu_{cp}}{d \rho_{cp}} \times \left(\frac{Ar}{18 + 0,575 \times \sqrt{Ar}} \right), \quad (4.30)$$

де ρ_{cp} – густина сушильного агента

$$\rho_{cp} = [29 \times (p_0 - p) + 18 \times p] \times \frac{T}{22,4 \times p_0 \times (T + t_{cp})}$$

$$\rho_{cp} = [29 \cdot (10^5 - 9687,5) + 18 \cdot 9687,5] \cdot 273 / (22,4 \cdot 10^5 \cdot (273 + 190)) = 0,735 \text{ кг/м}^3;$$

$$Ar = (d^3 \cdot \rho_{ч} \cdot \rho_{cp} \cdot g) / \mu_{cp}^2 = [(1 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 1200 \cdot 0,735 \cdot 9,8] / (0,025 \cdot 10^{-3})^2 = 34,6 \cdot 10^4;$$

μ_{cp} й ρ_{cp} – в'язкість і густина сушильного агента при середній температурі;

d - діаметр часток матеріалу, м;

ρ_r – щільність часток матеріалу.

Швидкість віднесення дорівнює:

$$\omega_{yn} = 0,025 \cdot 10^{-3} / 1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,735 \cdot [34,6 \cdot 10^4 / (18 + 0,575 \cdot \sqrt{34,6 \cdot 10^4})] = 4,6 \text{ м/с};$$

Робоча швидкість сушильного агента в сушарці $\omega_d = 2,4$ м/с менше ніж швидкість віднесення часток $\omega_{yn} = 4,6$ м/с, тому розрахунок основних розмірів сушильного барабана закінчено.

Остаточно приймаємо барабанну сушарку – БН 2,0-10. Її характеристики: діаметр $d_{BH} = 2,0$ м, довжина $l = 10$ м, об'єм $V = 31,4$ м³, частота $n = 5$ об/хв, кут нахилу становить $\alpha = 3^\circ$

5. РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ СУШАРКИ.

5.1 Вихідні дані:

Зовнішній діаметр барабана D , мм	2000
Довжина корпусу барабана L , мм	10000
Товщина стінки прогінної обичайки s , мм	10
Товщина стінки підбандажної обичайки s_l , мм	12
Ширина підбандажної обичайки B , мм	400
Довжина консолі l_1 , мм	2050
Відстань між осями бандажів l_2 , мм	5900
Відстань між осями бандажа та найближчого до нього зубчастого вінця l_3 , мм	1200
Зовнішній діаметр бандажа $D_{\bar{o}}$, мм	2480
Внутрішній діаметр бандажа D_2 , мм	2200
Ширина бандажа b , мм	180
Діаметр опорного ролика d_{op} , мм	600
Довжина опорного ролика b_{op} , мм	230
Маса корпусу m_k , кг	9600
Маса опорного бандажа, $m_{\bar{o}o}$ кг	1930
Маса опорного-упорного бандажа, $m_{\bar{o}y}$, кг	1930
Маса зубчастого вінця $m_{зв}$, кг	1860
Розрахункова температура барабана на вході теплоносія t , °C	300
Матеріал корпусу сушарки	сталь марки Ст3пс3
Матеріал бандажа	сталь 40
Матеріал опорного ролика	сталь 35
Матеріал упорного ролика	сталь 35
Матеріал вісі опорного ролика	сталь 45
Насипна щільність матеріалу, що знаходиться в сушарці, ρ_m , кг/м ³	1200
При розрахунку на міцність корпусу барабанної сушарки температуру	

в будь-яких його небезпечних перерізах приймаємо рівною температурі на вході теплоносія. В процесі розрахунку проводиться перевірка на міцність та прогин корпусу, як балки, що вільно лежить на двох опорах і рівномірно навантажена розподіленим навантаженням q від ваги барабану, насадки, бандажів, завантажуваного матеріалу. Вагу вінцевої шестерні розглядаємо як зосереджену силу

5.2 Розрахунок корпусу сушарки

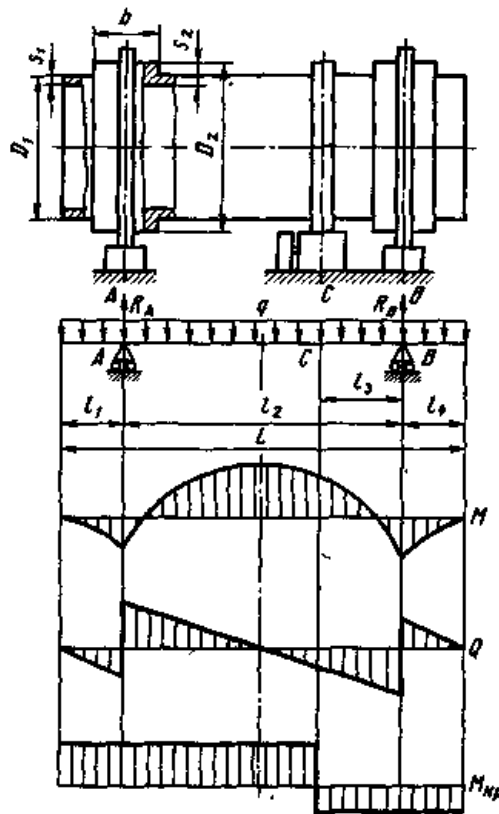


Рисунок 5.1 – Схема до розрахунку корпусу барабана

Розрахунок корпусу сушарки на міцність

Вагу корпусу сушарки визначаємо за формулою

$$G_1 = (m_k + m_{\text{бo}} + m_{\text{бy}} + m_{\text{зс}}) \cdot g = \quad (5.1)$$

$$= (9600 + 1930 + 1930 + 1860) \cdot 9,81 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Н}.$$

Вагу матеріалу G_2 , що знаходиться в сушарці, визначаємо за формулою

$$G_2 = \frac{\pi \cdot (D - 2S - 2C)^2}{4 \cdot 10^9} \cdot L \cdot \varphi_m \cdot \rho \cdot g, \quad (5.2)$$

де C – сума добавок до розрахункової товщина стінки прогінної обичайки, мм;

φ_m – коефіцієнт заповнення корпусу сушарки матеріалом (максимальне значення $\varphi_m = 0,25$).

Суму добавок до розрахункової товщина стінки прогінної обичайки визначаємо за навчальним посібником [1]

$$C = C_1 + C_2 + C_3,$$

де C_1 – добавка до розрахункової товщина стінки прогінної обичайки для компенсації корозії і ерозії, мм;

C_2 – добавка до розрахункової товщина стінки прогінної обичайки для компенсації мінусового допуску, мм;

C_3 – технологічна добавка до розрахункової товщини стінки прогінної обичайки, мм.

Добавку до розрахункової товщини стінки прогінної обичайки для компенсації корозії і ерозії приймаємо рівною нулю.

Добавку до розрахункової товщини стінки прогінної обичайки для компенсації мінусового допуску приймаємо рівною 0,8 мм.

Технологічну добавку до розрахункової товщина стінки прогінної обичайки приймаємо рівною нулю.

$$C = 0 + 0,8 = 0,8 \text{ мм.}$$

$$G_2 = \frac{3,14(2000 - 2 \cdot 10 - 2 \cdot 0,8)^2}{4 \cdot 10^9} \cdot 10000 \cdot 0,25 \cdot 1200 \cdot 9,81 = 1,36 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

Рівномірно розподілене навантаження визначаємо за формулою

$$q = (G_1 + G_2) / L = \frac{1,5 \cdot 10^5 + 1,36 \cdot 10^5}{10000} = 28,6 \text{ Н / мм.} \quad (5.3)$$

Максимальну перерізувальну силу Q_1 , що діє в підбандажній обичайці, визначаємо за формулою

$$Q_1 = \frac{G_1 + G_2}{2L} \cdot l_2 = \frac{1,5 \cdot 10^5 + 1,36 \cdot 10^5}{2 \cdot 10000} \cdot 5900 = 84370 \text{ Н.}$$

Перерізувальну силу Q_2 , яка діє в місці приварення підбандажної обичайки до прогінної, розраховуємо за формулою

$$Q_2 = \frac{G_1 + G_2}{2L} \cdot (l_2 - B) = \frac{1,5 \cdot 10^5 + 1,36 \cdot 10^5}{2 \cdot 10000} \cdot (5900 - 400) = 78650 \text{ Н.} \quad (5.4)$$

Максимальний згинальний момент M_1 , Н·мм, який діє в середній частині прогінної обичайки, визначають за формулою

$$\begin{aligned} M_1 &= \frac{G_1 + G_2}{8} \cdot (l_2 - 2l_1) = \\ &= \frac{1,5 \cdot 10^5 + 1,36 \cdot 10^5}{8} \cdot (5900 - 2 \cdot 2050) = 6,44 \cdot 10^7 \text{ Н·мм.} \end{aligned} \quad (5.5)$$

Максимальний згинальний момент M_2 , Н·мм, який діє в підбандажній обичайки, визначаємо за формулою

$$M_2 = \frac{G_1 + G_2}{2L} \cdot l_1^2 = \frac{1,5 \cdot 10^5 + 1,36 \cdot 10^5}{2 \cdot 10000} \cdot 2050^2 = 6,01 \cdot 10^7 \text{ Н·мм.} \quad (5.6)$$

При $L = 10000 > 4l_1 = 4 \cdot 2050 = 8200$ мм згинальний момент M_3 , Н·мм, що діє в місці приварення підбандажної обичайки до прогінної, визначаємо за формулою

$$\begin{aligned} M_3 &= (G_1 + G_2) \cdot (4l_1^2 + B^2 - 4l_1 \cdot B) / 8L = \\ &= \frac{(1,5 \cdot 10^5 + 1,36 \cdot 10^5) \cdot (4 \cdot 2050^2 + 400^2 - 4 \cdot 2050 \cdot 400)}{8 \cdot 10000} = \\ &= 4,9 \cdot 10^7 \text{ Н·мм.} \end{aligned} \quad (5.7)$$

Крутний момент, який виникає в зубчастому зачепленні M_κ , Н мм, визначаємо за формулою

$$M_\kappa = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{N}{n_6} \cdot \eta, \quad (5.8)$$

де N – потужність електродвигуна приводу барабану, кВт;

n_{σ} – частота обертання барабану, об/хв;

η – коефіцієнт корисної дії приводу (орієнтовно $\eta = 0,8$).

Частоту обертання і потужність приводу барабана сушарки приймаємо за каталогом [21].

Враховуючи, що сушарка комплектується трьохшвидкісним електродвигуном, крутний момент визначаємо для всіх трьох режимів.

При частоті обертання барабана $n_{\sigma} = 0,053 \text{ с}^{-1}$ (3,18 об/хв) і потужності електродвигуна $N = 17,9 \text{ кВт}$ крутний момент складає

$$M_{\kappa} = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{17,9}{3,18} \cdot 0,8 = 4,3 \cdot 10^7 \text{ Н} \cdot \text{мм}. \quad (5.9)$$

При частоті обертання барабана $n_{\sigma} = 0,072 \text{ с}^{-1}$ (4,32 об/хв) і потужності електродвигуна $N = 19,9 \text{ кВт}$ крутний момент складає

$$M_{\kappa} = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{19,9}{4,32} \cdot 0,8 = 3,5 \cdot 10^7 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

При частоті обертання барабана $n_{\sigma} = 0,107 \text{ с}^{-1}$ (6,42 об/хв) і потужності електродвигуна $N = 25 \text{ кВт}$ крутний момент складає

$$M_{\kappa} = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{25}{6,42} \cdot 0,8 = 3,0 \cdot 10^7 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Отже, остаточно для подальших розрахунків приймаємо максимальний крутний момент $M_{\kappa} = 4,3 \cdot 10^7 \text{ Н} \cdot \text{мм}$.

Крутний момент $M_{\kappa I}$, що діє в підбандажній обичайці, розраховуємо за формулою

$$\begin{aligned} M_{\kappa I} &= 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{N \cdot \eta}{n_{\sigma} \cdot L} \cdot (l_1 + l_2 - l_3) = \\ &= 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{17,9 \cdot 0,8}{3,18 \cdot 10000} \cdot (2050 + 5900 - 1200) = 2,9 \cdot 10^7 \text{ Н} \cdot \text{мм}. \end{aligned} \quad (5.10)$$

Момент інерції поперечного перерізу прогінної обичайки визначаємо за формулою

$$J_x = \pi \cdot D^3 \cdot (S - C) / 8 = 3,14 \cdot 2000^3 \cdot (10 - 0,8) / 8 = 2,89 \cdot 10^{10} \text{ мм}^4. \quad (5.11)$$

Момент опору згину поперечного перерізу прогінної обичайки визначаємо за формулою

$$W_x = 2 J_x / D = 2 \cdot 2,89 \cdot 10^{10} / 2000 = 2,89 \cdot 10^7 \text{ мм}.$$

Розрахункове напруження σ_1 в середній частині прогінної обичайки розраховуємо за формулою

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_x} = \frac{6,44 \cdot 10^7}{2,89 \cdot 10^7} = 2,23 \text{ МПа}. \quad (5.12)$$

Статичний момент поперечного перерізу прогінної обичайки S_x визначаємо за формулою

$$S_x = 0,5 D^2 \cdot (S - C) = 0,5 \cdot 2000^2 \cdot (10 - 0,8) = 1,84 \cdot 10^7 \text{ мм}^3. \quad (5.13)$$

Зовнішній діаметр підбандажної обичайки розраховуємо за формулою

$$D_1 = D + 2 S_1 = 2000 + 2 \cdot 12 = 2024 \text{ мм}. \quad (5.14)$$

Статичний момент поперечного перерізу прогінної та підбандажної обичайок визначаємо за формулою

$$S_{x1} = 0,5 D_1^2 \cdot (S + S_1 - C) = 0,5 \cdot 2024^2 \cdot (10 + 12 - 0,8) = 4,34 \cdot 10^7 \text{ мм}^3. \quad (5.15)$$

Момент інерції поперечного перерізу прогінної та підбандажної обичайок визначаємо за формулою

$$J_{x1} = \frac{\pi \cdot D_1^3 \cdot (S + S_1 - C)}{8} = \frac{3,14 \cdot 2024^3 \cdot (10 + 12 - 0,8)}{8} = 6,9 \cdot 10^{10} \text{ мм}^4. \quad (5.16)$$

Момент опору згину поперечного перерізу прогінної та підбандажної обичайок визначаємо за формулою

$$W_{x1} = \frac{2 J_{x1}}{D_1} = \frac{2 \cdot 6,9 \cdot 10^{10}}{2024} = 6,818 \cdot 10^7 \text{ мм}^3. \quad (5.17)$$

Розрахункове напруження σ_2 , яке виникає в підбандажній обичайці, визначаємо за формулою

$$\sigma_2 = \frac{\sqrt{M_2^2 + M_{\kappa 1}^2}}{W_{x1}} = \frac{\sqrt{(6,01 \cdot 10^7)^2 + (2,9 \cdot 10^7)^2}}{6,818 \cdot 10^7} = 0,978 \text{ МПа}. \quad (5.18)$$

Розрахункове напруження τ_2 , яке виникає в підбандажній обичайці, визначаємо за формулою

$$\tau_2 = \frac{Q_1 \cdot S_{x1}}{2 J_{x1} \cdot (S + S_1 - C)} = \frac{84370 \cdot 4,34 \cdot 10^7}{2 \cdot 6,9 \cdot 10^{10} \cdot (10 + 12 - 0,8)} = 1,25 \text{ МПа}. \quad (5.19)$$

Коефіцієнт зварного шва виконаного напівавтоматичною зваркою з одного боку при 100 % контролі його довжини приймаємо за навчальним посібником [1]

$$\varphi = 0,9.$$

Розрахункове напруження σ_3 в місці приварення підбандажної обичайки до прогінної визначаємо за формулою

$$\sigma_3 = \frac{\sqrt{M_3^2 + M_{\kappa 1}^2}}{\varphi \cdot W_x} = \frac{\sqrt{(4,9 \cdot 10^7)^2 + (2,9 \cdot 10^7)^2}}{0,9 \cdot 2,89 \cdot 10^7} = 0,927 \text{ МПа}. \quad (5.20)$$

Розрахункове напруження τ_3 в місці приварення підбандажної обичайки до прогінної визначаємо за формулою

$$\tau_3 = \frac{Q_2 \cdot S_{x1}}{2 J_{x1} \cdot (S - C)} = \frac{78650 \cdot 4,34 \cdot 10^7}{2 \cdot 6,9 \cdot 10^{10} \cdot (10 - 0,8)} = 2,69 \text{ МПа}. \quad (5.21)$$

Умови міцності корпусу розраховуємо за формулами:

$$\sigma_1 \leq [\sigma]_{\kappa}^{t3}; \quad \sigma_2 \leq [\sigma]_{\kappa}^{t1}; \quad \sigma_3 \leq [\sigma]_{\kappa}^{t1}; \quad \tau_2 \leq [\tau]_{\kappa}^{t1}; \quad \tau_3 \leq [\tau]_{\kappa}^{t1}, \quad (5.22)$$

де $[\sigma]_{\kappa}^{t1}$ – допустиме напруження для матеріалу прогінної обичайки при розрахунковій температурі під бандажем, розташованим поблизу входу теплоносія, МПа;

$[\sigma]_{\kappa}^{t3}$ – допустиме напруження для матеріалу прогінної обичайки при розрахунковій температурі в її середній частині, МПа;

$[\tau]_{\kappa}^{t1}$ – допустиме дотичне напруження для матеріалу прогінної обичайки при розрахунковій температурі під бандажем, розташованим поблизу входу теплоносія, МПа.

Розрахункову температуру барабана в будь-якому небезпечному перерізі приймаємо рівною температурі теплоносія на вході в барабан, тобто $t_1 = t_3 = t = 300 \text{ }^{\circ}\text{C}$. При цьому допустимі напруження складають

$$[\sigma]_{\kappa}^{t1} = [\sigma]_{\kappa}^{t3} = 142 \text{ МПа.}$$

Умови

$$\sigma_1 = 2,23 < 142 \text{ МПа; } \sigma_2 = 0,978 < 142 \text{ МПа; } \sigma_3 = 0,927 < 142 \text{ МПа}$$

виконуються.

Допустиме дотичне напруження визначаємо за формулою

$$[\tau]_{\kappa}^{t1} = 0,5 [\sigma]_{\kappa}^{t1} = 0,5 \cdot 142 = 71 \text{ МПа.} \quad (5.23)$$

Умови

$$\tau_2 = 1,25 < [\tau]_{\kappa}^{t1} = 71 \text{ МПа; } \tau_3 = 2,69 < [\tau]_{\kappa}^{t1} = 71 \text{ МПа}$$

виконуються.

Розрахунок корпусу сушарки на стійкість

Допустимий згинальний момент за умови міцності визначаємо за формулою

$$[M]_{II} = 0,25 \pi \cdot (D - 2S) \cdot (D - S - C) \cdot (S - C) \cdot [\sigma]_{\kappa}^{t1} = \quad (5.24)$$

$$= 0,25 \cdot 3,14 \cdot (2000 - 2 \cdot 10) \cdot (2000 - 10 - 0,8) \cdot (10 - 0,8) \cdot 142 = 4,04 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

Допустимий згинальний момент за умови стійкості в межах пружності визначаємо за формулою

$$[M]_E = \frac{89 \cdot 10^{-6} \cdot E_{\kappa}^{t1}}{n_y} \cdot [D - 2(S - C)]^3 \cdot \left[\frac{100(S - C)}{D - 2(S - C)} \right]^{2,5} \quad (5.25)$$

де $[E]_{\kappa}^{t1}$ – модуль подовжньої пружності матеріалу корпусу при розрахунковій температурі під бандажем, розташованим поблизу входу теплоносія, МПа;

n_y – коефіцієнт запасу стійкості.

Модуль подовжньої пружності матеріалу корпусу при розрахунковій температурі під бандажем, розташованим поблизу входу теплоносія, при температурі 200 °С за додатком А, таблиця А.2 складає $1,9 \cdot 10^5$ МПа.

$$[M]_E = \frac{89 \cdot 10^{-6} \cdot 1,9 \cdot 10^5}{2,4} \cdot [2000 - 2 \cdot (10 - 0,8)]^3 \cdot \left[\frac{100 \cdot (10 - 0,8)}{2000 - 2 \cdot (10 - 0,8)} \right]^{2,5} =$$

$$= 8,05 \cdot 10^9 \text{ МПа.}$$

Допустимий згинальний момент визначаємо за формулою

$$[M] = \frac{[M]_H}{\sqrt{1 + \left(\frac{[M]_H}{[M]_E}\right)^2}} = \frac{4,04 \cdot 10^9}{\sqrt{1 + \left(\frac{4,04 \cdot 10^9}{8,05 \cdot 10^9}\right)^2}} = 3,61 \cdot 10^9 \text{ МПа}. \quad (5.26)$$

Умова стійкості корпусу сушарки

$$M_1 = 6,44 \cdot 10^7 \leq [M] = 3,61 \cdot 10^9 \text{ МПа}$$

виконується.

5.3 Розрахунок бандажа та опорного ролика

Розрахунок опорного ролика на контактну міцність

Розрахункова модель бандажа та опорного ролика представлена на Рисунок 5.2.

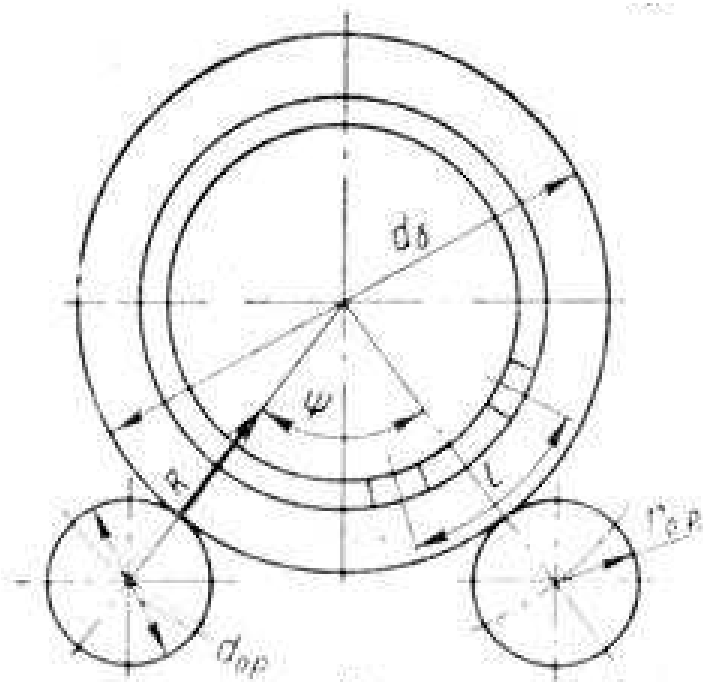


Рисунок 5.2 - Розрахункова модель бандажа та опорного ролика

Максимальне еквівалентне контактне напруження в бандажі та опорному ролику визначають за формулою

$$\sigma_{екв} = 0,42 \sqrt{\frac{G_1 + G_2}{b \cdot \pi \cdot (1 - \mu^2) \cdot \cos \Psi} \cdot \frac{E_{\delta} \cdot E_{оп}}{E_{\delta} + E_{оп}} \cdot \frac{D_{\delta} + d_{оп}}{D_{\delta} \cdot d_{оп}}}, \quad (5.27)$$

де 2ψ – кут між опорними роликами, град. (рис. 2),

$$2\psi = 60^\circ;$$

E_{σ} – модуль подовжньої пружності матеріалу бандажа при розрахунковій температурі, МПа;

E_{op} – модуль подовжньої пружності матеріалу опорного ролика при розрахунковій температурі, МПа;

μ коефіцієнт Пуассона для матеріалу бандажа – (для сталі $\mu = 0,3$).

Модулі подовжньої пружності матеріалів бандажа та опорного ролика при розрахунковій температурі 100 °С $E_{\sigma} = E_{op} = 2,05 \cdot 10^5$ МПа.

$$\begin{aligned} \sigma_{екв} &= 0,42 \times \\ &\times \sqrt{\frac{1,5 \cdot 10^5 + 1,36 \cdot 10^5}{180 \cdot 3,14 \cdot (1 - 0,3^2) \cdot \cos 30^\circ} \cdot \frac{2,05 \cdot 10^5 \cdot 2,05 \cdot 10^5}{2,05 \cdot 10^5 + 2,05 \cdot 10^5} \cdot \frac{2480 + 600}{2480 \cdot 600}} = \\ &= 112,3 \text{ МПа}. \end{aligned}$$

Умова контактної міцності має вигляд

$$\sigma_{екв} \leq [\sigma]_{op}, \quad (5.28)$$

де $[\sigma]_{op}$ – допустиме напруження при розрахунку на контактну міцність матеріалу опорного ролика при розрахунковій температурі, МПа.

Для матеріалу опорного ролика (нормалізована сталь 35) з діаметром заготовки до 800 мм допустиме напруження при розрахунковій температурі 100 °С складає $[\sigma]_{op} = 83$ МПа.

Допустиме напруження при розрахунку на контактну міцність матеріалу опорного ролика при розрахунковій температурі $[\sigma]_{op}$, МПа, визначаємо за формулою

$$[\sigma]_{op} = 2,5[\sigma]_{\sigma}, \quad (5.29)$$

де $[\sigma]_{\sigma}$ – допустиме напруження для матеріалу

опорного ролика при розрахунковій температурі, МПа.

$$[\sigma]_{\text{мор}} = 2,5 \cdot 83 = 207 \text{ МПа.}$$

Отже умова контактної міцності матеріалу опорного ролика

$$\sigma_{\text{екв}} = 112,3 \leq [\sigma]_{\text{мо}} = 207 \text{ МПа}$$

виконується.

Розрахунок бандажа на міцність при згині

Кут між башмаками визначаємо за формулою

$$\theta = 2\pi / n_1, \quad (5.30)$$

де n_1 – кількість башмаків під бандажем, $n_1 = 16$

(вибирають за стандартом [9]).

$$\Theta = 2 \cdot 3,14 / 16 = 0,39 \text{ рад.}$$

Визначаємо кут, що доповнює кут ψ до 180° , визначаємо за формулою

$$\beta = 2 \cdot \pi \cdot (180 - \psi) = 2 \cdot 3,14 \cdot (180 - 30) / 360 = 2,62 \text{ рад.} \quad (5.31)$$

Максимальний згинальний момент, який діє в бандажі при відсутності стисненості температурних переміщень корпусу, визначаємо за формулою (

$$\begin{aligned} M_{\delta 1} &= - \frac{(G_1 + G_2) \cdot (D_{\delta} + D_2)}{2\pi \cdot n_1} \times \\ &\times \left[\frac{1}{2} \operatorname{ctg} \frac{\theta}{2} + \frac{n_1}{8 \cos \beta} - \frac{n_1}{8} \cdot (\pi - \beta) \cdot \operatorname{tg} \beta - \frac{\pi}{8} \cdot \operatorname{ctg} \theta \right] = \\ &= - \frac{(1,5 \cdot 10^5 + 1,36 \cdot 10^5) \cdot (2480 + 2200)}{2 \cdot 3,14 \cdot 16} \times \\ &\times \left[\frac{1}{2} \cdot \operatorname{ctg} \frac{0,39}{2} + \frac{16}{8 \cdot \cos 2,62} - \frac{16}{8} \cdot (3,14 - 2,62) \cdot \operatorname{tg} 2,62 - \frac{3,14}{8} \cdot \operatorname{ctg} 0,39 \right] = \\ &= 1,58 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм.} \end{aligned} \quad (5.32)$$

Момент опору згину поперечного перерізу бандажа визначаємо за формулою

$$W_{\text{хб}} = b_{\delta} \cdot (D_{\delta} - D_2)^2 / 24 = 180 \cdot (2480 - 2200)^2 / 24 = 5,88 \cdot 10^5 \text{ мм}^3. \quad (5.33)$$

Напруження згину в бандажі визначаємо за формулою

$$\sigma_{\sigma} = M_{\sigma 1} / W_{x\sigma} = \frac{1,58 \cdot 10^6}{5,88 \cdot 10^5} = 74,6 \text{ МПа.} \quad (5.34)$$

Умова міцності бандажа при згині

$$\sigma_{\sigma} = 74,6 \leq [\sigma]_{\sigma} = 93 \text{ МПа}$$

виконується.

Розрахунок бандажа на втомну міцність

Мінімальне значення межі міцності матеріалу бандажа складає
 $R_m = 570 \text{ МПа}.$

Коефіцієнт, який враховує вплив шорсткості поверхні бандажа, визначаємо за формулою

$$\sigma_{-1} = 0,43 R_m = 0,43 \cdot 570 = 245 \text{ МПа.} \quad (5.35)$$

Для сталевих бандажів, що виготовляються із поковки, приймаємо

$$\varepsilon_{\sigma\sigma} = 0,5.$$

Для бандажів, виготовлених зі сталі марки 40 ($R_m = 570 \text{ МПа}$) методом тонкого точіння $\beta_1 = 0,9$.

Коефіцієнт, який враховує термічну обробку поверхні бандажа, $\beta_2 = 1,3$.

Коефіцієнт стану поверхні бандажа визначаємо за формулою

$$\beta_{\sigma\sigma} = \beta_1 \cdot \beta_2 = 0,9 \cdot 1,3 = 1,17, \quad (5.36)$$

Для перевірки бандажа на втомність при відсутності обмеженості температурних переміщень корпусу визначаємо розрахунковий коефіцієнт запасу втомної міцності за формулою

$$n_{\sigma\sigma} = \frac{2\sigma_{-1} \cdot \varepsilon_{\sigma\sigma} \cdot \beta_{\sigma\sigma}}{\sigma_{\sigma}} = \frac{2 \cdot 245 \cdot 0,5 \cdot 1,17}{74,6} = 3,84. \quad (5.37)$$

Умова витривалості

$$n_{\sigma\sigma} = 3,84 \geq n = 2,5 \quad (5.38)$$

виконується.

6 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СУШАРКИ.

Технологічний процес зборки й зварювання барабанної сушарки складається з наступних операцій:

- 1) Виготовлення деталей барабанної сушарки з механічною обробкою .
- 2) Виготовлення деталей і складальних одиниць внутрішніх пристроїв (насадок) барабанної сушарки.
- 3) Виготовлення камер (завантажувальної та розвантажувальної):
 - Вхідний контроль металопрокату;
 - Підготовка металопрокату у виробництво;
 - Розмітка заготівлі камер;
 - Газокисневе різання й перенос маркування;
 - Зачищення від шлаків;
 - Зварювання камер електродуговою зваркою;
 - Контроль ВТК;
 - Очищення поверхні від окалини. Маркування.
- 4) Виготовлення корпусу барабанної сушарки:
 - Вхідний контроль металопрокату зварювальних матеріалів;
 - Підготовка металопрокату у виробництво;
 - Розмітка складових частин барабану;
 - Розділове різання;
 - Вальцювання складових частин;
 - Підготовка під зварювання, зборку (зачищення крайок);
 - Зборка барабану;
 - Зварювання поздовжніх стиків частин барабану;
 - Контроль зварених швів;
 - Калібрування частин;
 - Підготовка крайок під зварювання;
 - Зборка кільцевих стиків частин барабану;

- Зварювання кільцевих швів;
- Контроль зварених швів;
- Підготовка деталей барабану сушарки під зварювання;
- Розмітка корпусу барабану сушарки для приварки зовнішніх деталей (башмаків бандажних кілець та зубчастого вінця);
- Зварювання деталей барабану сушарки;
- Установка деталей і інших внутрішніх елементів барабану сушарки;
- Приварка деталей і інших внутрішніх елементів до барабану сушарки;
- Зборка барабану з установкою бандажних кілець та зубчастого вінця;
- Візуальний огляд барабану сушарки;
- Зачищення зварених швів;
- Підготовка поверхні під фарбування;
- Ґрунтовка й фарбування поверхні сушарки. Маркування. Контроль ВТК.[22]

Гибку обичайок з листів роблять на тривалкових листозгинальних вальцях. У цих машинах гнучка аркуша здійснюється обертовими валками . У тривалкових машинах гибковим є середній валок. Аркуш, що підлягає вальцюванню, вводять у валки й згинають його переміщенням униз середнього валка. Гибку роблять за кілька пропусків. Після кожного пропуску кривизну аркуша збільшують до одержання замкнутої циліндричної обичайки.

Тривалкова машина не дозволяє зігнути крайки аркуша при вальцюванні. На довжині трохи менше половини відстані між бічними валками, крайки залишаються плоскими. Тому для одержання правильної циліндричної форми обичайок крайки попередньо підгинають. Вальцювання обичайок з аркуша роблять у холодному стані .

Обичайки, що надходять на зборку, повинні бути виготовлені відповідно до технічних вимог і мати оброблені під зварювання, відповідно до креслення, крайки.

Зборка секцій виконується послідовним нарощуванням обичайок, відповідно до карти розкрою корпусу на стенді зборки кільцевих стиків. В обичайок стикуючі крайки під зварювання на ширину 15-20 мм від крайки й торець зачищаються абразивом або металевою щіткою до блиску. Способи підготовки крайок деталей, що зварюють, повинні забезпечувати відсутність на крайках ушкоджень і зон термічного впливу, що знижують регламентовані властивості зварених з'єднань. Форма підготовки крайок повинна відповідати стандартам і вимогам креслення.

Обичайки встановлюються на стенд, збираються й прихоплюються зварюванням по кільцевих швах. Виробляються виміри корпусу по діаметру в місцях стикування обичайок. Потім виконується зварювання спочатку зовнішніх, потім внутрішніх швів. Після виправлення дефектів зварених швів виробляється їхній контроль.

Зварювання кільцевих стиків виробляється зварювальними тракторами. Після зварювання внутрішнього кільцевого стику корпус подають на стенд для обробки. Тут випалюють корінь шва вугільним електродом і захищають крайки перед зварюванням зовнішнього кільцевого шва.

Далі до обичайки приварюються внутрішні (насадки) та наружні пристрої – бандажні кільця і зубчастий вінець. .

Розмітка є основною технологічною операцією, що істотно впливає на точність установки внутрішніх та зовнішніх пристроїв апарата та його складальних одиниць.

Після закінчення внутрішньої розмітки для установки насадок, із зовнішньої сторони нижнього торця розмічається базовий розмір під установку бандажних кілець та зубчастого вінця, причому витримується відстань від базової кільцевої лінії.

Розмітка корпусу під установку бадажних кілець та зубчастого вінця і інших складальних одиниць та деталей корпусу виробляється шляхом нанесення розмірів від головних осей корпусу відповідно до креслення й картою розкрою. Зовнішня розмітка корпусу повинна бути строго погоджена з його внутрішньою розміткою.

Щоб зменшити вплив деформації від наплавленого металу зварених швів на точність корпусу, зварювання зовнішніх швів з'єднань роблять після установки й приварки внутрішніх незнімних деталей і складальних одиниць.

Виключення становлять ті зварені з'єднання, які перекриваються при установці внутрішніх пристроїв, а тому неможливо або утруднений процес зварювання зазначених складальних одиниць із корпусом колони й контроль її якості.

У цих випадках необхідно зробити зварювання відповідно до креслення й перед установкою внутрішніх пристроїв виконати необхідні випробування звареного з'єднання.

Після зборки корпусу сушарки, апарат повинен відповідати наступним вимогам: кривизна не більше 30 мм, відхилення довжини корпусу не повинне перевищувати 0,3% від номінальної довжини й бути не більше 75 мм; непаралельність торців не повинна перевищувати 5 мм.

7. РЕМОНТ І МОНТАЖ СУШАРКИ.

Для організації ремонту обладнання необхідно підготувати відповідні документи, запчастини необхідні для ремонту і т.д.

Первинним документом, фіксуючим стан обладнання, результату ремонтів і терміни служби деталей в машинах, є агрегатні журнали, які зберігаються у механіка цеху і видаються їм відповідно до графіків бригадирам і майстрам чергових слюсарів для проведення оглядів.

Спеціальним документом, уточнюючим потрібну кількість деталей і матеріалів, а також обсяг ремонтних робіт, є відомості дефектів обладнання. Відомість дефектів складається цехами за 5 днів до поточного ремонту і за 6 місяців до планованої зупинки агрегату на капітальний ремонт, але після рішення заводської комісії про необхідність капітального ремонту.

Підставою для планування ремонтних робіт служать річні і місячні графіки ремонтів обладнання.

Річний графік складають для кожного агрегату цеху на основі затвердженого для металургійної промисловості Положення про періодичність та тривалості ремонтів, даних про стан обладнання, взятих з агрегатних журналів, рішення заводської комісії з обстеження агрегатів, намічених до капітального ремонту і загальнозаводського плану зупинки обладнання цеху на капітальний ремонт

У річному графіку з точністю до однієї декади планують огляди, поточні та капітальні ремонти, вказуючи, скільки разів протягом року, коли, на який вид ремонту і на скільки часу повинна бути зупинена кожна машина агрегату (при розосередженому методі ремонту). Кожен огляд і ремонт скорочено позначають у вигляді дробу: в чисельнику назва, а в знаменнику тривалість. Для оглядів і поточних ремонтів тривалість вказується в годинах, а для капітальних ремонтів - в добі (наприклад, О / 4, Т / 16, К / 3).

Місячні графіки служать для уточнення і коригування річних графіків.

Річні і місячні графіки складаються цехами за належністю обладнання спільно з бюро ремонтів відділу головного механіка.

З метою поліпшення підготовки до проведення капітального ремонту за 2 місяці до початку ремонту виконавець ремонту становить оперативний мережевий графік з докладним переліком робіт і підрахунком необхідного числа ремонтників.

Про виконані ремонти виробничі цехи представляють щомісяця звіти відділу головного механіка.

Потреба в запасних частинах встановлюють на основі номенклатурних списків кожного агрегату після підсумовування по цехах і всьому підприємству в підприємству в цілому з метою визначення норм запасу деталей і металу, потрібного для їх виготовлення. Для деталей, термін служби яких не перевищує шести місяців, і спеціальних деталей встановлюють розмір незнижуваного запасу.

Всі запасні вузли та деталі зберігаються на центральному складі підприємства. Оперативні запаси, що знаходяться в цехових коморах, контролюється центральним складом.

Для зупинки сушильного барабана на капітальний ремонт відповідно до річного графіка ремонтів основного технологічного обладнання по „ комбінату "Магнезит" видається наказ із зазначенням дати зупинки і терміну тривалості ремонту. У наказі вказується цех, який буде проводити ремонт, цех продукує ревізію устаткування, а також завдання начальнику цеху (РМЗ) - виробника запчастин, забезпечити необхідними деталями для проведення капітального ремонту згідно із замовленнями цеху організатора ремонту. Також в наказі вказуються особи відповідальні за передачу обладнання в ремонт, виробництво ремонту. По цеху організатору ремонту видається розпорядження про зупинення сушильного барабана на капітальний ремонт, в якому також вказується дата зупинки і термін проведення ремонту. А також призначаються особи відповідальні за ремонт (механік цеху, начальник відділення, майстер по ремонту обладнання).

Зміст устаткування в працездатному стані забезпечується його технічним обслуговуванням і плановими ремонтами.

На підприємствах чорної металургії системою ТОіР передбачені планові ремонти двох видів: поточні і капітальні. Основним видом ремонту, спрямованого на відновлення працездатності обладнання, є поточний ремонт. У період між поточними ремонтами працездатність агрегатів і машин підтримується їх технічним обслуговуванням, яке включає також проведення дрібних ремонтних робіт.

Поточний ремонт виконується для забезпечення або відновлення працездатності обладнання і полягає в заміні або відновленні швидкозношуваних деталей або вузлів. Вивірки окремих вузлів, елементів металоконструкцій, трубопроводів та ін., Зміни масла в ємнісних (картерних) системах змащення, перевірки кріплень і заміні що вийшли з ладу кріпильних деталей, Заміни гарнітури, водоохладжуваної арматури та інших елементів пічних агрегатів.

Залежно від характеру і обсягу робіт, виконуваних при зупинках устаткування на поточні ремонти, і від тривалості таких зупинок поточні ремонти поділяються на перший поточний ремонт (Т1), другий поточний ремонт (Т2), третій поточний ремонт (Т3) і четвертий ремонт (Т4).

При цьому для одного і того ж виду обладнання обсяг робіт кожного попереднього (по порядку) виду ремонту входить в обсяг подальшої, т. Е. Поточний ремонт Т2 повністю включає в себе також роботи, що виконуються при ремонті Т1, поточний ремонт Т3 - роботи, що виконуються при ремонті Т2 і т. д.

Витрати на поточні ремонти відносяться на рахунок експлуатаційних витрат.

Капітальний ремонт - це найбільший за обсягом плановий ремонт, вироблений з повним розбиранням агрегату. Замінюються і ремонтуються всі зношені деталі і вузли машини або агрегату, в тому числі і базові деталі, виконуються складання та регулювання агрегату.

Вивіряються також всі геометричні координати, що забезпечують повернення агрегату його нормальної точності, потужності і продуктивності. Обсяг робіт визначається попередньо складеної відомістю дефектів.

Капітальний ремонт виконується для відновлення справності та повного або близького до повного відновлення ресурсу обладнання. До складу робіт з капітального ремонту входять також роботи з модернізації обладнання та впровадження нової техніки, що виконуються по заздалегідь розробленими і затвердженими проектами. Капітальним вважається ремонт обладнання з встановленою періодичністю не менше одного року, при якому, як правило, проводиться повне розбирання агрегату, заміна або відновлення всіх зношених деталей, вузлів та інших конструктивних елементів.

При капітальному ремонті в багатьох випадках знімають агрегати з фундаменту. Цей вид ремонту може поєднуватися з повною або частковою модернізацією обладнання. Простий обладнання при капітальному ремонті повинен бути в межах норми. Капітальні ремонти фінансуються за рахунок амортизаційних відрахувань.

Крім планових ремонтів, доводиться виробляти і позапланові ремонти - аварійний і відновний.

Аварійний ремонт виконується при раптовому виході машини або агрегату з ладу внаслідок поломок або з інших причин. За своїм змістом і обсягом цей вид ремонту може наближатися до малого,

середньому або капітальному в залежності від фактичних наслідків аварій. Слід підкреслити, що при хорошій організації ППР, застосуванні дієвих заходів попередження аварій необхідність в аварійних ремонтах не виникає.

Відновлювального ремонту піддаються агрегати, які вже пройшли ряд капітальних ремонтів і сильно зношені, і агрегати, що потребують ремонту з елементами модернізації.

Конкретний обсяг, і характер цих робіт встановлюється відповідно до відомості дефектів (для капітальних ремонтів) і ремонтної відомістю (для поточних ремонтів).

Перелік і коротка характеристика, обсяг ремонтних робіт
монтажні роботи

1) Демонтаж і монтаж ущільнення холодного кінця - одна тисяча сто шістьдесят два кг.

2) Демонтаж і монтаж бандажа - 2х 1670 кг.

3) Демонтаж і монтаж венцової шестерні - 2100 кг.

4) Демонтаж і монтаж подвенцовой шестерні - 250 кг.

5) Демонтаж і монтаж редуктора - 1030 кг.

6) Демонтаж і монтаж рами приводу - 130 кг.

7) Демонтаж і монтаж пружин венцової шестерні - 200 кг.

8) Демонтаж і монтаж опорного ролика - 4х +1435 кг.

9) Демонтаж і монтаж контрольного ролика - 2х 75 кг.

10) Демонтаж і монтаж царги L = 1000 мм. - 650 кг.

Розподіл ремонтних робіт між виконавцями

ТОВ "ММС" виконує:

1) Демонтажні та монтажні роботи.

2) Ремонтні роботи.

3) Ревізію вузлів і деталей, що не підлягають заміні.

4) Вивірку осі сушильного барабана спільно з відділенням помелу.

ЦМП - 2 та інші організації виконують:

1) Відключення агрегату:

а) від газу з установкою заглушок;

б) від електроенергії-приводу.

2) Охолодження сушильного барабана.

3) Повороти сушильного барабана.

4) Очищення ванн приводів, роливоопор від масла.

5) Загальнобудівельні роботи.

- 6) Роботи з електроустаткування
- 7) Ревізію вузлів, які не підлягають заміні.
- 8) підвезення металоконструкцій, обладнання, кисню, електродів, метизів, вогнетривів і т.д. в необхідній кількості.
- 9) Чи забезпечать:
 - а) місця підключення монтажного обладнання та зварювальних апаратів;
 - б) автотранспортом, тракторами, кранами (за потребою).
- 10) Вогнетривкі роботи.

Роботи підготовчого періоду

Роботи проводяться відповідно до технологічної карти № 1

- 1) Робиться отвір в стіні будівлі.
- 2) Встановлюються лебідки, обладнання.
- 3) підвозить вузли, що підлягають заміні.
- 4) Підганяється кран $Q = 6 / 3-10$ т.
- 5) Готуються необхідні пристосування для виконання робіт.
- 6) Встановлюються, заготовлюються пілони.
- 7) складається металоконструкції і обладнання.
- 8) Додаткові підготовчі роботи.

Способи транспортування основних і допоміжних матеріалів, демонтованих металоконструкцій

- 1) Для транспортування великих вузлів і деталей (царг, бандажів, венцової шестерні і т.д.) використовується трактор К-700 з трайлер.

Розвантаження проводиться краном $Q = 6.3-10$ т.

- 2) Для транспортування дрібних вузлів і деталей застосовується автотранспорт. До місця монтажу вузли та деталі подаються лебідками.

- 3) Кисень завозиться на спец. Машині 1-2 рази на добу (за заявкою керівника ремонту).

- 4) Для оттаскування демонтованих вузлів використовується трелювальник з-100.

монтажні роботи

Роботи з демонтажу і монтажу ведуться обладнанням, встановленим (див. Тех. Карту № 4).

Демонтаж і монтаж ущільнення холодного і гарячого кінця:

Відвертаються (зрізаються) болти № 16, що з'єднують фланці ущільнення (попередньо пов'язавши половину ущільнення за скобу) і ущільнення демонтується. Піч зупиняється так, щоб з'єднання фланців знаходилося в вертикальній площині сушильного барабана.

Зрізається проміжна пластина. Ув'язується за скобу ущільнення, що входить в корпус топки важеля лебідкою $Q = 2.5$ т., Пов'язавши за бандаж, ущільнення витягується і демонтується.

Монтаж ведеться в зворотній послідовності.

Демонтаж і монтаж царг:

а) При заміні холодного кінця сушильного барабана необхідно попередньо вирізати царгу = 130 мм. Між бандажем і замінної царгой відповідних кінців (гарячий чи холодний). Встановлюється пілон на пеньку і два швелера № 16. Монтуються замінна царга і рейковими домкратами $Q = 7$ т зсувається в проектне положення. Далі монтуються Вирізні царга, стягуються, розганяються і обварюються стики.

б) Заміна підбандажної обичайки.

Встановлюють пілони по обидва боки демонтується бандажа, сушильний барабан піднімається домкратом $Q = 100$ т. На 500 мм. І фіксується косинками. Зрізаються, затримай з боку холодного кінця, бандаж зсувається домкратом $Q = 7$ т. На зберігається кожух. Обечайка демонтується блоком або шматками. Сушарка для білизни розсується і монтуються нова підбандажної обичайка. Зсувається корпус, стягуються, розганяються і розбираються стики. Бандаж зсувається в проектне положення, монтуються затримай. Обварка стику проводиться після вивірки.

Демонтаж і монтаж контрольних роликів:

Відкручуються болти, що з'єднують корпус ролика зі станиною. Важеля лебідкою $Q = 1,5$ т. Ролики зсуваються і демонтуються. Монтаж ведеться в зворотній послідовності.

Заміна пружин венцової шестерні:

Заміна пружин проводиться поштучно з індивідуальною підгонкою кожної пружини. Демонтаж і монтаж пружин здійснюється за допомогою важеля лебідки $Q = 1,5$ т.

Демонтаж і монтаж течок сировини:

Демонтаж і монтаж тічки сировини виробляється важеля лебідкою $Q = 1,5$ т.

Монтується тічка двома частинами, стик обварюється.

Демонтаж і монтаж подвенцовой шестерні:

При демонтажі подвенцовой шестерні з валом необхідно роз'єднати напівмуфти, витягнути болти, що кріплять корпуси підшипників з станиною, домкратом $Q = 7$ т. Зрушити шестерню з підшипниками, зняти кришки підшипників.

Монтаж ведеться в зворотній послідовності, зазор в зачепленні приймається 0,2: 0,25 т. (т-модуль зачеплення).

Демонтаж рами приводу:

При демонтажі рами приводу демонтується редуктор, ламається відбійними молотками фундамент, знову вмонтовується рама вивіряється, кріпиться до існуючої арматури, монтується редуктор і проводиться підлива рами приводу.

Демонтаж всіх вузлів і монтаж виробляється лебідками (див. Тех. Карту № 1).

Технологічна карта № 1

Підготовчі роботи

Встановлюються лебідки, зварювальні апарати, естакада, ув'язується блок відповідно до технічної карті №2. Новий бандаж подається краном $Q =$

6,3 т. На естакаду і лебідками підтягати до місця монтажу. В районі замінного бандажа встановлюється пілон.

демонтаж обичайки

Після зупинки барабана виробляється кріплення пілона косинками до кожуха, проводиться в 4-х точках кріплення вигрузочного кінця барабана. Намічається 2 ризики на корпусі: перша на відстані 500 мм від осі бандажа до розвантажувальних кінця, а друга на відстані 500 мм від першої. Розрізається корпус і розсувається на 40-50 мм домкратом $Q = 100$ т. До розміченій частини приварюється скоба $Q = 1$ т, пов'язуються троса і робиться натяжка. Далі ріжеться вдруге і обичайка демонтується.

демонтаж бандажа

Зрізаються затримай, нижні і середні підбандажної пластини і вибиваються. Роликоопори необхідно розпустити. Бандаж лебідками підводиться, зсувається по корпусу і демонтується. Монтаж проводиться в зворотній послідовності. Обварка затримок бандажа проводиться після вивірки осевого і радіального биття бандажа.

Технічні вимоги

Допустимі биття бандажа:

- а) торцеве-3 мм,
- б) радіальне-3 мм.

Монтаж ведеться в зворотній послідовності, зазор в зачепленні приймається 0,2: 0,25 т. (Т-модуль зачеплення).

Техніка безпеки

- 1) Виконання робіт дозволяється при наявності наряду-допуску.
- 2) Перед початком робіт проводиться інструктаж по ТБ із записом в книжці майстра
- 3) Користуватися справним інструментом, сходами.
- 4) Працювати в засобах індивідуального захисту та запобіжними поясами, для чого передбачити запобіжні скоби.
- 5) Перевірити надійність кріплення естакади.

б) Машиніст лебідки і стропальник повинні мати відповідність.

Технологічна карта № 2

Проти венцової шестерні сушильного барабана № 1 робиться отвір шириною 6000 мм, висотою від шлакоблоків до несучої рами.

Разом отвору згідно з додатком № 3 виготовляється і встановлюється естакада. Встановлюються лебідки $Q = 3\text{т}$ -2штуки і $Q = 5\text{т}$ -2штуки.

Місця кріплення лебідок узгоджуються з механіком відділення (дивись додаток), а кріплення здійснюється згідно т / к № 4. Ув'язуються відвідні і вантажні блоки-блоку $Q = 5\text{т}$ тросом ш 22мм в 2 витка, блоку $Q=10\text{т}$ тросом ш 22мм в 3 витка.

Для ув'язки блоків на позначці 9.000 необхідно пробити отвір ш 200-300мм по осі сушильного барабана.

Ув'язка блоків проводиться за балки №20, $L = 3$, встановлені на 2 сусідні залізобетонні балки. Автокран КС-2561 встановлюється на виносних опорах.

Технічні вимоги

- 1) Контроль зварного шва - візуальний.
- 2) Тертя тросів за існуючі металоконструкції і обладнання не допускається.

Техніка безпеки

- 1) Виконання робіт дозволяється при наявності наряд - допуску.
- 2) Перед початком робіт проводиться інструктаж по ТБ із записом в книжці майстра.
- 3) а) торцеве-3 мм,
б) радіальне-3 мм.
- 4) Користуватися справним інструментом.
- 5) Місця установки лебідок, ув'язки блоків узгодити додатково з механіком (начальником) відділення.
- 6) Машиніст лебідки (крана), стропальник повинні мати відповідні посвідчення.

Майстер (виконроб) зобов'язаний особисто перевірити ув'язки блоків і кріплення лебідок.

Технологічна карта №3

У підготовчий період проводиться установка лебідок (див. Технологічну карту №2), ув'язка відвідних блоків тросом ш 22мм в 2 витка. Встановлюється пілон і підводиться нова роликоопора.

Відкручуються болти М 36 (поз.11), що з'єднують станину з опорною рамою. Станина ув'язується і лебідкою (поз.19) відсувається на 250-300 мм по ходу. Відкручуються болти М 22 з'єднують кришки підшипника, і кришка вручну демонтується. Ув'язується опорний ролик (див. Додаток) і демонтується.

Після промивання роликоопори (корпусів), прочищаються напрямні, і монтується новий ролик в зворотній послідовності демонтажу.

Технічні вимоги

1) Установку роликоопори в проектне положення перевірити по рейсмус

2) Забезпечити необхідне змащення підшипників.

Техніка безпеки

1) Виконання робіт дозволяється при наявності наряду - допуску.
2) Перед початком робіт проводиться інструктаж по ТБ із записом в журналі.

3) Працювати в індивідуальних засобах захисту.

4) Користуватися справним інструментом, ключами даних розмірів.

5) Перед початком робіт перевірити надійність кріплення пілона.

6) Стропальник і машиніст лебідки повинні мати посвідчення.

7) Відключити привід згідно норм і правил.

8) Заміна роликів без установки полону забороняється.[24]

ВИСНОВКИ

В бакалаврській роботі розроблена сушарка піску стадії підготовки шихти в виробництві скла. Виконані: креслення загального виду сушарки барабанної, креслення загального виду її основних складальних одиниць, технологічна схема відділення з підготовки піску.

Були проведені розрахунки на міцність та стійкість проекрованої барабанної сушарки. Також виконан технологічний розрахунок встаткування. Дані розрахунки підтверджують надійність та безпеку впроваджуваного встаткування. Всі розрахунки та креслення виконані відповідно до вимог діючої нормативно - технічної документації.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Барвін О.І., Гєнкіна І.М., Іванченко В.В., Тараненко Г.В., Штонда Ю.М. Конструювання і розрахунок сталевих зварних посудин та апаратів. Обичайки та днища. – Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту імені Володимира Даля. 2005. – 300 с.
- 2 Машины и аппараты химических производств: Учебник для вузов по специальности «Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов» /И.И. Поникаров, О.А. Перельгин, В.Н. Доронин, М.Г. Гайнуллин. – М.: Машиностроение, 1989. – 368 с.
- 3 РД 26-01-158-86. Аппараты сушильные с вращающимися барабанами газовые. Нормы и методы расчета на прочность.
- 4 ОСТ 26-010-147-89. Аппараты сушильные с вращающимися барабанами газовые. Общие технические условия.
- 5 ОСТ 26-01-448-85. Аппараты с вращающимися барабанами общего назначения. Метод определения мощности привода.
- 6 Сушильные аппараты и установки: Каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1988. – 73 с.
- 7 ОСТ 26-01-437-85. Аппараты с вращающимися барабанами общего назначения. Корпуса сушилок. Основные размеры.
- 8 Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др.; Под общ. ред. В.Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989 – 640 с.
- 9 ОСТ 26-01-445-85. Аппараты с вращающимися барабанами общего назначения. Бандажи опорные и опорно-упорные с башмаками. Основные размеры.
- 10 ОСТ 26-01-446-85. Аппараты с вращающимися барабанами общего назначения. Венцы зубчатые. Основные размеры.

- 11 ОСТ 26-01-447-85. Аппараты с вращающимися барабанами общего назначения. Станции опорные и опорно-упорные. Основные размеры.
- 12 Катылов А.В., Любатович В.А. Дозирование сыпучих и вязких материалов. – Л.: Химия, 1990. – 240 с.
- 13 Проектирование механических передач; Учебно-справочное пособие для вузов / С.А. Чернавский, Г.А. Снесарев, Б.С. Козинцов и др. – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 540 с.
- 14 ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 10 с.
- 15 ГОСТ 25347-82. ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 52 с.
- 16 ГОСТ 977-88. Отливки стальные общие технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 37 с.
- 17 ГОСТ 1050-88. Сталь качественная и высококачественная сортовой и фасонный прокат, калиброванная сталь Часть 1. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 23 с.
- 18 ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 48 с.
- 19 ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 4 с.
- 20 Павлов К.Ф., Романков П.Г., Посков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Л.: Химия, 1981.
- 21 Сушильные аппараты и установки. Каталог НИИХИММАШ. 3-е изд., М., 1975.
- 22 Аппараты с вращающимися аппаратами общего назначения. Основные параметры и размеры. ГОСТ 11875-79.
- 23 Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1973.
- 24 Лыков М.В. Сушка в химической промышленности. М.: Химия, 1970.

