

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний факультет
(повне найменування інституту, факультету)
кафедра Деталі машин і ПТМ
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістр
(ступінь вищої освіти)

на тему Деталізація роботи навісних валів чиланого нагара
для виробництва

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи М-312М

Спеціальності 133 Інженерне машинобудування
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Механіко-технологічні, розрахункові, будівельні
методичні розрахунки та інші розрахунки Р.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник Мартинюк Л.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Сидоренко М.В.
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет машинобудівний
 Кафедра Деталі машин
 Ступінь вищої освіти магістр
 Спеціальність 133 спеціальне машинобудування
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) _____
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

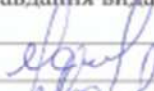
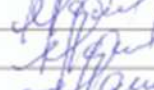
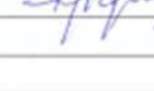
Завідувач кафедри

« 19 » 12 / 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

- Тришук Олександр Олександрович
 (прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема проєкту (роботи) Дослідницька робота пелівотів для чотирьох-пелівотів виробництва
- керівник проєкту (роботи) Мартинюк Дмитро Максимович
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом закладу вищої освіти від « 11 » листопада 20 20 року № 387
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 20.12.2023
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Об'єкт дослідження - пелівот високотиску виробництва Каліфор.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Типові параметри машини; 2. Чотирьох пелівотів, конструктивні параметри; 3. Конструктивні параметри машини, що виконуються в процесі в процесі роботи машини; 4. Особливості роботи машини Каліфор.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Всіх макетів формату А3

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	Мартовичук Л.М.		
2	Мартовичук Л.М.		
3	Мартовичук Л.М.		
4	Мартовичук Л.М.		

7. Дата видачі завдання « 14 » грудня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Підприємство-замовник		
2	Установка камер. Конструкції, фундаменти		
3	Корпусно-виготовлені пристрої, що використовуються		
3	Вчимова неструктурної камери камер		
4	Вибір всіх робочих процесів НВЦ камер		

Студент

Керівник проєкту (роботи)

 (підпис)  (прізвище та ініціали)

 (підпис)  (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 71 с., 18 рис., 3 табл., 25 формул, 10 джерел.

Об'єкт дослідження – живильник високого тиску фірми Камюр.

Мета роботи – дослідження робочого процесу живильника високого тиску, виявити фактори які впливають на надійність та продуктивність його роботи.

В даній роботі обґрунтовано вибір гідротранспортної системи доставки целюлози системи Камюр, з описанням всіх переваг та недоліків існуючих у світі аналогів. Докладно вивчена конструкція та функції гідротранспортної системи та живильника високого тиску зокрема.

В роботі досліджено технологічні особливості роботи установки Камюр. Досліджено залежності технологічних параметрів живильника високого тиску від різних режимів експлуатації. Складена математична модель загрузки-вигрузки карманів ротора живильника високого тиску.

ГІДРОТРАНСПОРТ, ЖИВИЛЬНИК ВИСОКОГО ТИСКУ, РОТОР, КАРМАНИ РОТОРА, ТРІСКА, ГІДРОСУМІЩ, ЛУГ, ЦИРКУЛЯЦІЯ ЛУГУ НИЗЬКОГО ТИСКУ, ЦИРКУЛЯЦІЯ ЛУГУ ВИСОКОГО ТИСКУ, ЖИВИЛЬНА ТРУБА, КУТ СПРЯЖЕННЯ, ВІКНА ЗАГРУЗКИ.

ЗМІСТ

Завдання	2
Реферат	4
Перелікумовнихпозначень, символів, одиниць, скорочень і термінів6	
Вступ	7
1.Трубопровідний транспорт	8
1.1 Застосування трубопровідного транспорту	8
1.2 Гідротранспортне устаткування	11
1.3 Обґрунтування вибору виду промислового транспорту для безперервного варіння целюлози	16
2.Установка Камюр. Конструкція. Функції	23
2.1 Опис установки безперервного завантаження тріски у варильний котел Камюр	23
2.2 Роторний живильник високого тиску Камюр	26
2.3 Аналіз функцій, що виконуються роторним ЖВТ Камюр	34
3. Контрольно-вимірювальні прилади, що використовуються в умовах неперервної варки Камюр	42
3.1 Прилади для виміру температури	44
3.2 Прилади для виміру тиску і розрідження	45
3.3 Прилади для виміру витрати	46
3.4 Прилади для виміру рівня	49
4. Особливості робочого процесу НВЦ Камюр	55
4.1 Особливості функціонування гідравлічної транспортно-завантажувальної системи неперервного варіння целюлози установки Камюр	55
4.2 Залежність експлуатаційних параметрів ЖВТ від частоти обертання	60
4.3 Математична модель загрузки-вигрузки гідросумішшю карманів ротора ЖВТ Камюр	62
Висновки	69

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ЖВТ – живильник високого тиску;

ЖНТ – живильник низького тиску;

ТГТС - трубопровідна гідравлічна транспортна система;

КТС – конічні трибо системи;

ЦЛНТ – циркуляція лугу низького тиску;

ЦЛВТ – циркуляція лугу високого тиску;

ТЗС - транспортно-завантажувальна система;

V - швидкість руху тріски, м/с;

t - час руху тріски, с;

K кратність циркуляції;

t_2 час сполучення вікон ротора і вікон завантаження корпусу, с;

t_1 час завантаження каналу ротора тріскою, с;

d_{cp} - середній діаметр ротора, м;

S - середня площа сполучення ротора і вікон завантаження корпусу, m^2 ;

l – середня довжина дуги сполучення ротора і вікон завантаження корпусу, м;

α - середній дуговий градус сполучення вікон ротора і вікон завантаження корпусу, град;

Q_H – продуктивність насоса циркуляції лугу низького тиску, m^3 /c ;

V_p - сумарна місткість кишень ротора, m^3 ;

n - число оборотів ротора, ; - час одного обороту, с;

φ - дуговий градус вікна завантаження, град;

T – період коливання, с;

f - частота коливань, c^{-1}

ω_0 - частота власних коливань, c^{-1}

ВСТУП

У 1979 році був відкритий спосіб отримання целюлози сульфатним способом в котлах періодического дії. З того часу увага фахівців була прикована до рішення головної задачі- створення нетрадиційного виду транспорту, який міг здійснювати, безперервно в течії року деревесну у у варильний котел з тиском 1,25 МПа [1].

Уперше у світовій практиці на Україні в 1926-1931 роках під керівництвом професора Л.П. Жеребова був розроблений спосіб нетрадиційної подачі деревної тріски у варильний котел. Для цього використовувався плунжерний двопоршневий насос з клапаном розподільником, що дозволило: 1) створити новий вид гідротранспорту високого тиску; 2) здійснити безперервне варіння целюлози; 3) переробляти відходи сільськогосподарського виробництва (полову, рапс, льон, камиш); створити невеликі мобільні установки продуктивністю 20-30 т/добу; 5) понизити собівартість виробництва целюлози в 5-7 разів; 6) знайти експлуатаційні характеристики варильних котлів (усунути термоцикли) [1,2,3].

Використовуючи досвід придбаний на Україні шведська фірма Камюр запропонувала використовувати як транспортуючий пристрій трубопровідну гідравлічну транспортну систему, в якій регулювання усіма технологічними процесами здійснював роторний живильник високого тиску (ЖВТ) двосекційній конічною трибосистеми.

Нині таких установок у світі більш ніж 500 в Росії - 75 в США-150 і на них виробляється більше 85% товарної целюлози.

Проте переваги безперервного варіння целюлози використовується не повністю. Пояснюється це тим, що слабкою системою установки системи установки Камюр є трубопровідна гідравлічна транспортна система (ТГТС). Із-за простоїв варильного котла недоотримувалося більше 10% товарної целюлози.

Споживання картонно-паперової продукції на душу населення в Україні в 3 рази менше за середньосвітових, в 11 разів менше західноєвропейських і в 19 разів менше за американських. Тому важливим науково-технічним завданням України є розробка ресурсозберігаючих технологій отримання целюлози і напівцелюлози з однорічних рослин і отримання товарів хімічної продукції з вітчизняної сировини.

Аналіз літературних джерел показав на відсутність яких або розробок відносно надійності роботи ТГТС і вплив її на роботу варильного котла.

Метою роботи є опис зовнішніх і внутрішніх чинників, що впливають на функціонування ТГТС установки Камюр і розкриття фізичних процесів, що відбуваються в ній.

1 ТРУБОПРОВІДНИЙ ТАНСПОРТ

1.1 Застосування трубопровідного транспорту

1.1.1 Роль і призначення транспортуючих машин

За принципом дії підйомно-транспортні машини діляться на дві конструктивні групи: машини періодичної дії; машини безперервної дії.

До першої групи відносяться вантажопідйомні крани усіх типів, ліфти, підвісні рейкові і канатні дороги і інші машини. До другої групи (їх називають машинами безперервного транспорту і транспортуючими машинами) - конвеєри різних типів, пристрої пневматичного і гідравлічного транспорту і подібні до них транспортуючі машини.

Цикл роботи машини періодичної дії складається із зупинки для захоплення (підйому) вантажу, рух з вантажем, зупинки для звільнення вантажу і зворотного руху без вантажу, тобто з поперемінно поворотних рухів із зупинками.

Машини безперервної дії характеризуються безперервним переміщенням насипних або штучних вантажів на заданій трасі без зупинок для завантаження або розвантаження, завдяки безперервності переміщення вантажу, відсутності зупинок для завантаження і розвантаження і поєднанню робочого і зворотного руху вантажонесучого елемента машини безперервної дії, мають високу продуктивність.

До переваг гідравлічного транспорту відносяться: 1) Висока продуктивність; 2) Велика довжина транспортувань без перевантажень по ламаній трасі з підйомами під будь-яким кутом і по вертикалі; 3) Відсутність механічного устаткування і, отже, не складне технічне обслуговування; 4) Поєднане транспортування з виконанням технологічного процесу пропарювання (видалення газових продуктів з його поверхні, можлива повна автоматизація і, отже, невисока трудомісткість.

Усе це визначає вищі економічні показники гідротранспорту в порівнянні з механічним транспортом - конвеєрним, автомобільним, рейковим.

1.1.2 Характеристика сучасного стану трубопровідного транспорту твердих матеріалів

Разом з розвитком залізничного, водного і повітряного транспорту, створенням єдиної транспортної системи країни ставиться питання про необхідність впровадження безперервних і нових спеціалізованих видів транспорту - конвеєрного, пневмоконтейнерного, гідравлічного і інших, особливо в гірничорудній і хімічній промисловості і на підприємствах промисловості будівельних матеріалів.

Трубопровідний гідротранспорт сипких різних матеріалів отримав останніми роками широке застосування в багатьох країнах. Резерви підвищення ефективності трубопроводів далеко не вичерпані, технічний прогрес у цій галузі транспорту триває. Розширюються сфери застосування трубопроводів. Створюються магістралі, по яких транспортуються різні тверді і сипкі вантажі [4 - 10].

У всьому світі зараз ведуться інтенсивні роботи, спрямовані на створення ефективних способів транспортування залізгорудних концентратів, шлаків металургійних комбінатів. Дослідження, проведені у нас і за кордоном, підтвердили високу ефективність транспортування вугілля по трубопроводах у вигляді пульпи водо-вугільної суміші.

Трубопровідний транспорт ефективний не лише при перевезенні вугілля. Є досвід експлуатації гідротранспортних систем і в інших галузях народного господарства.

1.1.3 Переваги і сфери можливого застосування трубопровідного транспорту подрібненої деревини

До твердих сипких матеріалів, які можна легко транспортувати в суміші з водою по трубах, відноситься технологічна тріска, тирса, кора та ін. Деревина має малу щільність і потребує меншої витрати енергії на її гідротранспортування, чим інші матеріали. Деревина має невелику абразивність. Тому насоси і трубопроводи менше зношуватимуться, чим при перекачуванні різних руд і кам'яного вугілля.

Витрати на подрібнення деревини перед гідротранспортом відносяться до процесу підготовки деревної сировини до його наступної переробки, а не до транспортних витрат, як при перекачуванні різних руд і кам'яного вугілля, для яких витрати на подрібнення складають до 30-95 % від загальних транспортних витрат.

За певних умов трубопровідний гідротранспорт тріски може успішно конкурувати із залізничними і водними перевезеннями.

В порівнянні з пневмотранспортом гідротранспорт тріски вимагає в 5-7 разів менше енергії, в 2-2,5 разу меншої витрати металу на прокладення труб і виготовлення транспортуючих агрегатів, в 2-3 рази меншого об'єму будівель для розміщення транспортуючих агрегатів. При гідротранспорті у декілька разів збільшується термін служби трубопроводів і практично виключається подрібнення тріски.

При трубопровідному гідротранспорті тріски легко здійснити комплексну механізацію і автоматизацію усіх переміщувальних і допоміжних операцій, що входять в транспортний процес. Продуктивність праці робітників зростає у декілька разів. В процесі гідротранспорту тріски легко здійснити такі важливі операції по підготовці сировини до переробки як промивання тріски, очищення її від механічних домішок, облік об'єму тріски та ін. [10].

Можна чекати великого технологічного і економічного ефекту від реалізації пропозиції фахівців-технологів, що рекомендують здійснити гідротранспорт подрібненої деревини не у воді, а в потоці варильного розчину. Таке рішення дозволить вже в процесі гідротранспорту вести попередню підготовку сировини хімічної переробки і може значно інтенсифікувати і поліпшити роботу варильних апаратів.

При гідротранспорті подрібненої деревини в потоці варильного реагенту полегшуються умови водопостачання гідротранспортних установок, і відпадає необхідність в очищенні води, що бере участь в гідротранспорті.

1.2 Гідротранспортне устаткування

1.2.1 Механічне устаткування гідротранспортних установок

Живильники або завантажувальні пристрої і насоси є головним механічним устаткуванням гідротранспортних установок.

Завантажувальні пристрої, що служать для введення насипного вантажу, в трубопровід, що знаходиться під високим тиском, не повинні при роботі пропускати воду з трубопроводу.

Це досягається одним з двох основних способів завантаження трубопроводу : 1) живильник, працюючий під відкритим бункером або воронкою, долаючи тиск води механічно вводить вантаж в порожнину трубопроводу високого тиску; 2) насипний вантаж перепускається ("шлюзується") через одну або дві послідовно розташовані камери з отворами, що поперемінно відкриваються і закриваються, у верхній і нижній частині. Живильники, працюючі за другим способом, називаються камерними.

Безкамерні живильники характеризуються безперервністю дії, а камерні - циклічністю, причому цикл їх роботи складається з часу наповнення камери, її спорожнення і маневрування затворами, що по черзі закриваються і відкриваються. Безкамерний гвинтовий живильник безперервної дії (рис. 1.1) складається з трьох вузлів: приводу 3 (двигун, турбомуфта і редуктор), гвинта 2 в циліндричному кожусі, що входить з одного боку в приймальну воронку, і трубопроводу 1, що примикає до вільного від гвинта циліндричного патрубку і утворює в цьому місці камеру змішувача. Трубопровід забезпечений засувками, які можуть перекривати його або перепускати воду для промивання в обхід камери змішувача.

Насипний вантаж, в даному випадку вугілля, подається стрічковим конвеєром у воронку і з неї переміщається гвинтом до циліндричного патрубку і далі - до камери змішувача, в якій утворюється гідросуміш, переміщувана по робочому трубопроводу. Ущільнення вугілля (, що створюється в циліндричному патрубку, для чого гвинтовий живильник виконують іноді з кроком гвинта, що

зменшується до вихідного отвору, перешкоджає проникненню води через гвинт у воронку.

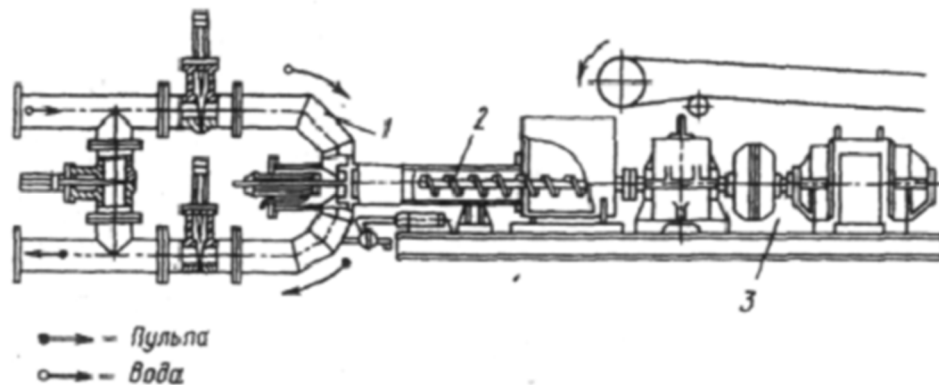


Рисунок 1.1 Гвинтовий живильник гідротранспортних установок :

1 - трубопровід; 2 - гвинт, 3 - привод.

Проте надійна герметизація досягається тільки за умови, що швидкість подачі вугілля в патрубок перевищує швидкість фільтрації води через товщу ущільненого вугілля, що знаходиться в ньому. Тому гвинтові живильники не застосовують при транспортуванні вантажів, що складаються з твердих шматочків, що не мнуться, оскільки вода під тиском швидко проникає через проміжки між шматками. Недоцільно використовувати живильники цього типу і при переміщенні абразивних вантажів, що викликають підвищений знос гвинта, кожуха і патрубка.

Витрата енергії і знос в гвинтових живильниках високі. Якщо вважати корисною роботу введення в трубопровід вантажу і витіснення води під тиском, то ККД гвинтового живильника, підрахований по встановленій потужності двигуна, не перевищує 20-30%.

Схема живильника, що складається з двох секцій з двома сполученими між собою камерами в кожній, зображена на рис.1.2.

Верхня перепускна (що шлюзує) камера кожної секції забезпечена клапанними затворами вгорі і внизу.

Нижня випускна камера змішувача внизу затвора не має. Переміщуваний насипний вантаж (вугілля, порода великістю до 70 мм) з конвеєра передається на двохсекторний, перевертаний дозатор 1, об'єм кожної секції якого дорівнює корисному об'єму перепускної камери 3. При подачі вантажу в цю камеру через короб 2, нижній затвор між нею і камерою змішувача залишається закритим, а верхній відкритий.

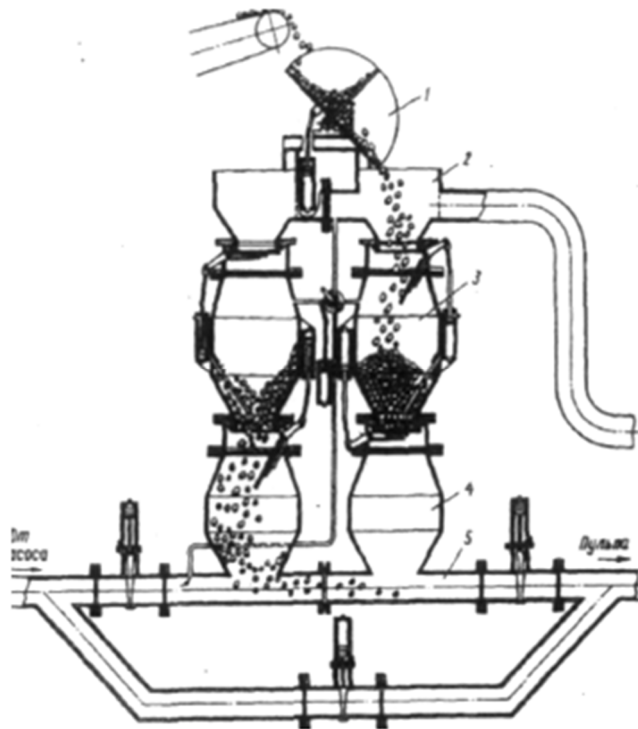


Рисунок 1.2 Схема двокамерного живильника гідротранспортної установки: 1 - дозатор; 2 - короб; 3 - перепускні камери; 4 - камера змішувача; 5 - пульпопривід.

Після завантаження перепускної камери верхній затвор автоматично закривається, і в неї для вирівнювання тиску в обох камерах подається вода під натиском, потім відкривається нижній затвор, і вантаж поступає в камеру змішувача 4 і з неї в пульпопривід 5. У другій секції в цей час аналогічним чином відбувається наповнення верхньої перепускної камери, так що робота обох секцій зміщена в часі одна відносно іншої на половину тривалості циклу.

Останнім часом в установках для транспортування рядових і кускових вантажів під високим натиском усе більш широке застосування знаходять камерні

трубчасті живильники, що характеризуються відносною простотою конструкції, автоматичністю дії і пристосованістю для роботи з кусковатими вантажами.

Схема трубчастого живильника, що складається з двох камер-труб 4 з відповідною арматурою, показана на рис. 1.3. Кінці труб з'єднуються з одного боку з трубопроводом 1, що подає пульпу, трубопроводом, що подає воду, 2, а з іншої - з транспортним магістральним трубопроводом 5. Введення в камери-труби пульпи і вимивання її водою в магістральний трубопровід регулюються чотирма автоматично керованими зворотними клапанами 3, а підведення і злив води робляться за програмою за допомогою засувок 8 і 6, керованих з пульта 7.

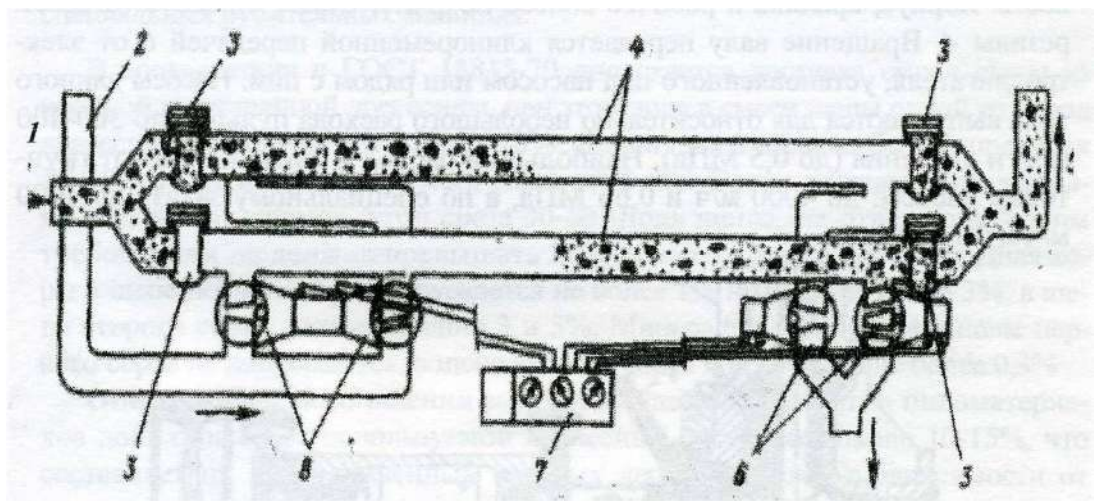


Рис.1.3 - Схема камерно-трубчастого живильника : 1 - трубопровід для пульпи; 2 - трубопровід для води; 3 - зворотні клапана; 4 - камери-труби; 5 - магістральний трубопровід; 6 і 8 - засувки; 7 - пульт.

Таким чином, процеси поперемінного заповнення однієї камери пульпою і подачі пульпи в магістральний трубопровід з іншої камери відбуваються одночасно і майже безперервно [11].

Пульпонасоси, вживані в установках, як правило, відцентрові і, в окремих випадках, при переміщенні неабразивних вантажів з дрібних фракцій -поршневі. Недоліками поршневих пульпонасосів є підвищений знос, великі габаритні розміри, а також пульсуюча дія, в результаті якої з пульпи в трубопроводі можуть випадати частки твердих фракцій. До їх переваги відноситься можливість створення високих тисків.

По конструкції і принципу дії відцентрові насоси для пульпи мало відрізняються від насосів для води. Залежно від числа робочих коліс в одному кожусі розрізняють одно-, двох- чи багатоступінчасті насоси. Для пульпи зазвичай застосовують одноступінчасті насоси, в окремих випадках, для отримання більше високого тиску двоступінчасті. Проте двоступінчасті насоси мають недоліки - складність конструкції і великий знос, а при переміщенні таких вантажів, як вугілля - сильне його подрібнення.

На рис.1.4 показаний подовжній розріз гумованого пісково-хімічного насоса, призначеного для перекачування особливо агресивних гідросумішей. Корпус насоса і підшипники валу кріпляться на загальній станині 7 з кришкою 1, що несе центральний вхідний патрубок. Вертикальний напірний патрубок 3 розташований на периферії корпусу. Робоче колесо 2 насаджено на консолі валу, що має м'яке ущільнення з штуцером 5, через який при засміченні ущільнення може бути підведена промивальна рідина.

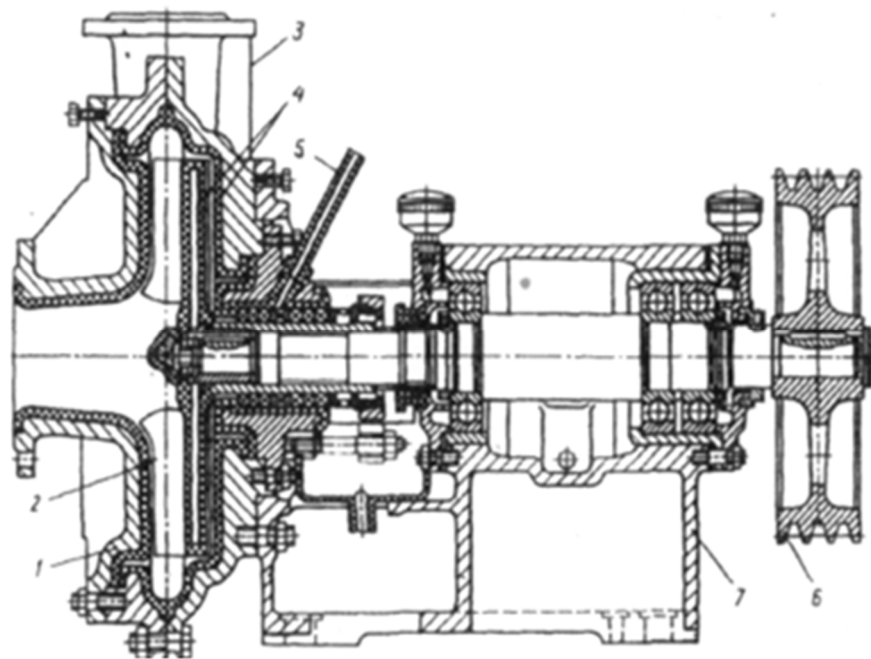


Рисунок 1.4 - Гумований пісково-хімічний ЧК-400ВХ: 1 - кришка; 2 - робоче колесо; 3 - напірний патрубок; 4 - гума; 5 - ущільнення з штуцером; 6 - клинопасова передача; 7 - станина.

Корпус, кришка і робоче колесо покриті шаром зносостійкої гуми. 4.Обертання валу передається клинопасовою передачею 6 від електродвигуна, встановленого під насосом або поряд з ним. Насоси цього типу випускаються для відносно невеликої витрати пульпи (до 300-400 м/ч) і тиску (до 0,5 МПа). Найбільші витрати і тиск мають ґрунтові насоси: до 4000 м/ч і 0,66 МПа, а по спеціальному замовленню до 7000 м/ч і 0,71 МПа.

Для збільшення натиску одноступінчаті насоси іноді монтують по два в одній установці і сполучають між собою послідовно. На довгих трубопроводах або при великій висоті підйому трубопровід ділять на ділянки, з проміжними перекачуючими насосами. Це здійснюють одним з двох способів : або трубопровід попередньої ділянки сполучають безпосередньо зі всмоктуючим патрубком наступної ділянки, або в місцях сполучення ділянок встановлюють проміжні резервуари (зумпфи), з яких насосом засмоктується пульпа.

Перший спосіб пов'язаний з меншими гідравлічними втратами, але вимагає більше узгодженої роботи усіх, що знаходяться на значній відстані один від одного насосів.

1.3 Обґрунтування вибору виду промислового транспорту для безперервного варіння целюлози

Цілі і завдання промислового транспорту. Промисловий транспорт (ПТ) зв'язує транспортування тріски з виробничим технологічним процесом варильного котла, забезпечуючи його безперервно впродовж року тріскою, лугом і парою.

Для процесу доставки тріски гідротранспортом потрібне досягнення характерної стабільності гідропотоку технологічної тріски. При організації доставки тріски в котел задіяно механічне устаткування і структурні технологічні потоки.

Основна мета. Надійна робота усієї установки промислового транспорту целюлозно-паперового виробництва - сформулювати технологічні цілі, об'єднати роботу усього механічного устаткування в чітке і стабільне транспортування

тріски в єдину виробничо-господарську систему, діючи оперативно і ефективно в умовах сучасних екологічних і технічних вимозі роботи варильного заводу.

Деревна тріска може знаходитися на складах, в цеху підготовки тріски або привозна, тому потрібний постійний облік і інформація про її рух і наявність. Витрата тріски, що подається до котла повинна у будь-який момент фіксуватися і контролюватися.

Загальні задачі: 1) Створення чіткої надійної і продуктивної системи роботи механічного устаткування ПТ по доставці тріски на концепції єдиної технології роботи варильного котла; 2) Управління заводськими потоками, станом механічного устаткування (час установки, час вироблення необхідного ресурсу і час зняття механічного устаткування з технологічного потоку); 3) Розробка і вдосконалення експлуатаційних технологічних і конструктивних параметрів роботи механічного устаткування з метою повного вироблення ними свого ресурсу; 4) Введення прогресивних і ефективних технологій ремонту і відновлення механічного устаткування і своєчасної їх установки в технологічну лінію; 5) Оперативне планування доставки партій резервного механічного устаткування на відповідні ділянки роботи установки ПТ ЦБП; 6) Забезпечення екологічних вимог і охорони праці.

Окремі задачі: 1) Скорочення і ліквідація позапланових простоїв механічного устаткування ПТ; 2) Автоматизація ремонтно-відновних робіт механічного устаткування ПТ; 3) Використання економніших, зносостійких і технологічних матеріалів при ремонті устаткування ПТ; 4) Повне вироблення ресурсу роботи механічного устаткування; 5) Збір, поповнення і обробка інформації про причини позапланових простоїв механічного устаткування ПТ.

Рішенню поставлених завдань сприяє узгоджена робота усього механічного устаткування ПТ, складського господарства, варильного цеху і структурних підрозділів підприємства.

1.3.1 Установка типу Бауер

Призначена для отримання напівцелюлози з хвойних, листяних порід деревини і з тирси. Установки володіють високою ефективністю і великою надійністю.

Варильна система складається з дозуючого витратоміру, роторного живильника, варильної труби і розвантажувального пристрою. Спрощена

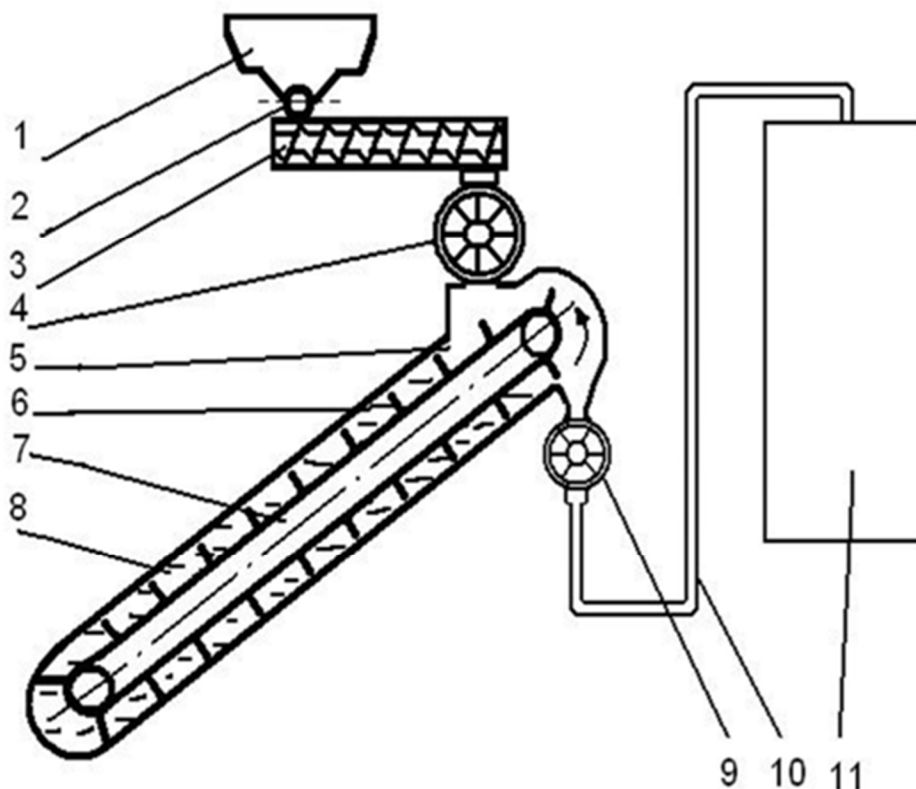


Рисунок 1.5 Схема роботи установки безперервного варіння типу Бауэр: 1 - бункер з тріскою; 2 - дозатор тріски; 3 - пропарювальна камера; 4 - шпатель, що входить; 5 - верхня частина котла; 6 - котел; 7 - скребковий конвеєр; 8 - лужний розчин; 9 - живильник, що виходить; 10 - трубопровід; 11 - видувний резервуар.

принципова схема апарату Бауер приведена на рис. 1.5. Технологічна тріска з бункера 1 за допомогою дозатора 2 поступає в пропарювальну камеру 3. Дозатор тріски подає тріску або тирсу в роторний живильник через пропарювальну

камеру. У ній тріска підігрівається і пропарюється за рахунок пари скипання лужного розчину, що відбирається з варочного похилого котла 6 через живильник, що виходить, 4. Шнеком тріска попадає у верхню частину живильника, що входить. За допомогою десяти карманів ротора, що обертається, тріска поступає у верхню частину 5 нахиленого під кутом 45° до горизонту варильного апарату. Варильний апарат є трубою діаметром 1500 - 1600 мм і завдовжки 10,7 - 18,1 м, встановлювану під кутом 45° до горизонту. Усередині труба розділена в подовжньому напрямі порожнистою перегородкою на дві рівні порожнини, по яких рухається скребковий конвеєр 7.

1.3.2 Установки типу Дефібратор

Застосовується для виробництва напівцелюлози з високим виходом 75-82%, яка є основою гофрованого картону і целюлози високого виходу 82-92% для газетної і іншого паперу. Установка Дефібратор (рис.1.6) включає пропарювальний бункер 1; шнековий живильник 2; просочувальну камеру 3; вертикальний котел 8 об'ємом 7,5-15,0 м³ і дефібратор 10.

Технологічна тріска поступає в пропарювальний бункер 3, в якому тріска пропарюється і далі шнековим живильником подається в пропарювальну камеру, де вона стикається з варильним розчином. Після декількох хвилин пропарювання і просочення тріска готова до варіння і за допомогою роторного живильника 4, 5, 6 поступає у верхню частину вертикального варильного котла. Варильний котел усіченого конуса має діаметр верхнього і нижнього підстав відповідно до 1,4 і 1,6 і заввишки більше 9 м.

При попаданні в котел тріска стикається з густою парою, температура якої досягає 170-175°C і тиску 1,2МПа. Розвантажувальний пристрій складається з горизонтальної труби діаметром 0,45 і завдовжки 2,5 м, в якій обертається шнек. Варіння робиться в паровій фазі. У варильний апарат подається гостра пара. Розроблені установки продуктивністю від 100 до 175 т/доб. У Росії три варочних установки фірми Дефібратор продуктивністю 130т/доб. експлуатуються на Пермському ЦБК.

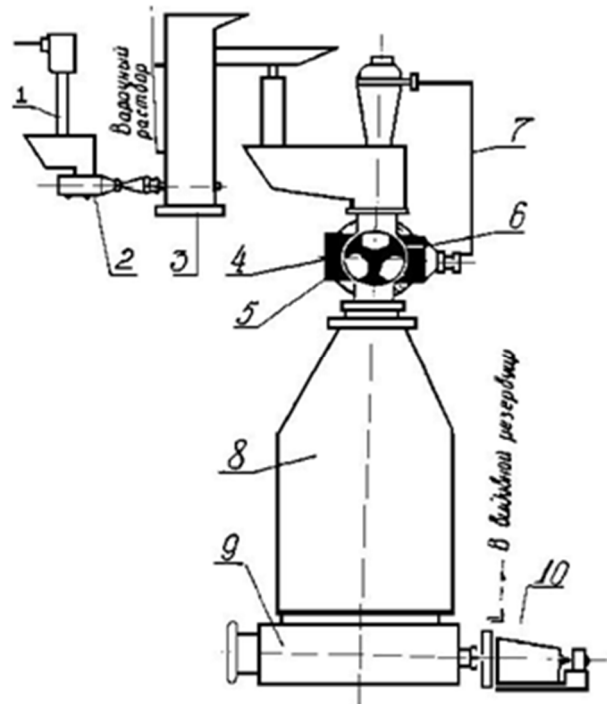


Рисунок 1.6 Технологічна схема вертикального варильного апарату Дефібратор: 1-пропарювальний бункер; 2-шнековий живильник; 3-просочувальна камера; 4-ротор; 5 - блоки ущільнювачів; 6-прорезь в блоці ущільнювача для скидання тиску пари; 7-трубопровод; 8-вертикальний варильний котел; 9-розвантажувальний пристрій; 10 - дефібратор.

1.3.2 Установки японської фірми Пандія

У багатотрубних установках широке застосування знаходить роторний живильник типу Пандія. Він по конструкції простіше і зручніше в експлуатації. При завантаженні тріска піддається механічній дії. В процесі роботи живильника в зоні перепаду тиску ущільнення досягається за рахунок створення мінімального проміжку 150-200 мкм між спрягаємими конічними поверхнями ротора і корпусу живильника Пандія. У цих установках один живильник (рис. 1.7) встановлюється між пропарювальною камерою і просочувальною трубами, де перепад тиску складає 0,45 МПа, і називається живильником низького тиску. Пара, що проходить через нещільність живильника, використовується для просочення тріски в пропарювальній камері. Другий живильник встановлюється між

просочувальною і першою варочною трубами, де перепад тиску складає 0,4-0,6 МПа, і називається живильником високого тиску. Тут пара, що проходить через нещільність живильника і першої варильної труби, використовується для підігріву тріски і лужного розчину.

Вказані живильники по усім параметрам однакові і розраховані на перепад тиску 0,45-0,9 МПа.

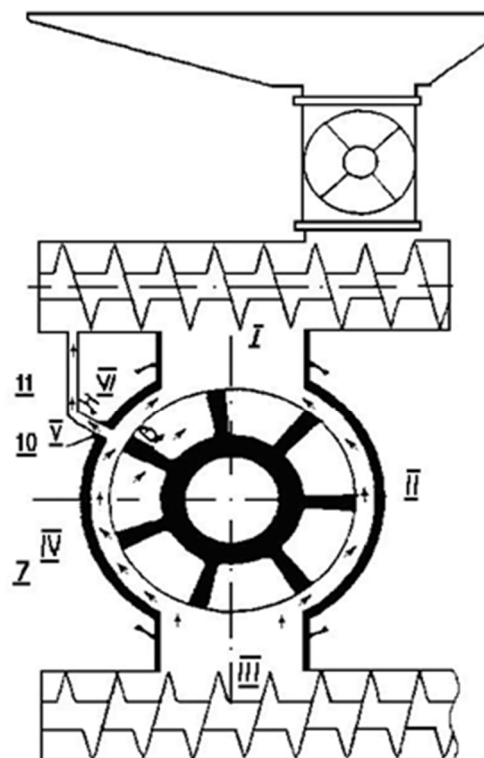


Рисунок 1.7 - Технологічна схема завантажувального пристрою апарату
Пандія : 1-бункер; 2-дозатор; 3-пропарювальна труба; 4-завантажувальне вікно корпусу шпателя; 5-карман ротора; 6-ротор; 7-пропуски пара; 8-завантажувальне вікно корпусу живильника; 9-просочувальна труба; 10-прорезь для скидання тиску з кишень ротора; 11-труба скидання тиску; У - ширина перегородок ротора; Н-ширина прорізу корпусу; I - VI -умовне розбиття корпусу на характерні ділянки.

Пара з живильника за допомогою кишень ротора відводиться штуцером через один з прорізів в пропарювальну трубу від живильника низького тиску і в

просочувальну трубу від живильника високого тиску. На мал. 4 представлена схема завантажувального пристрою апарату Пандія. Тріска з бункера 1 дозатором 2 тріски подається в просочувальну трубу 3, де свіжою парою низького тиску і пропусками пари 7 з просочувальної труби 9 через живильник низького тиску 4-7 пропарюється при тиску не вище 0,05 МПа і температурі 100°C в течії однієї - трьох хвилин. Пропарена тріска переміщається варильним лужним розчином в завантажувальне вікно 4,5 і з нього, під дією власної ваги, заповнює кишені 5 ротора, що обертається, 6.

2 УСТАНОВКА КАМЮР. КОНСТРУКЦІЯ. ФУНКЦІЇ

2.1 Опис установки безперервного завантаження тріски у варильний котел Камюр

З установок безперервного варіння з використанням вертикальних котлів у світовій целюлозно-паперовій промисловості найбільш поширені установки типу Камюр. У експлуатації знаходяться подібного типу установки продуктивністю 300; 400-500; 500-600 і 800-900 т/добу.

Особливу групу транспортуючих машин усієї установки складають працюючі спільно з ними допоміжні пристрої: живильники низького тиску (ЖНТ), живильники високого тиску, дозатори, поживна труба, пропарювальна камера, бункери і т. п.

Високопродуктивна робота сучасного варильного котла неможлива без безперервної і надійної працюючої установки по завантаженню тріски.

Транспортуючі машини безперервної дії є виключно важливими і відповідальними ланками устаткування варильного котла, від дії яких багато в чому залежить успіх його роботи. Ці установки мають бути надійними, міцними, зносостійкими, довговічними, зручними в експлуатації, здатні працювати в автоматичному режимі і при необхідності зніматися на ремонт і замінюватися відремонтованим устаткуванням.

Для вирішення цих складних питань необхідно отримати повну інформацію про характер сил, діючих на тріску при її русі по складній трасі від стрічкового конвеєра до варильного котла. На рис. 2.1 і 2.2 приведені структурні схеми руху тріски і лугу по складній трасі від стрічкового конвеєра до варильного котла.

I-й блок. Механічне устаткування: стрічковий конвеєр, бункер, дозатор тріски, пропарювальна камера. Призначення - підготовка тріски до варіння:

1. Приготування тріски;
2. Транспортування;
3. Очищення тріски;
4. Пропарювання тріски.

II-й блок. Устаткування: живильна труба, кишені ротора ЖВТ у вертикальній площині, насос циркуляції низького тиску, трубопроводи. Призначення - завантаження кишень ротора ЖВТ, що обертаються, у вертикальній площині, формування гідросуміші з тріски і лугу на ділянці "в"(рис. 2.1), переміщення гідросуміші по ділянках "2" і "3," під дією інерційного потоку лугу насоса циркуляції низького тиску, підвищення концентрації тріски в кишені ротора з 30% до 90% і ріст тиску в ньому з 0,15 до 1,2 МПа на ділянці "д" (рис. 2.1).

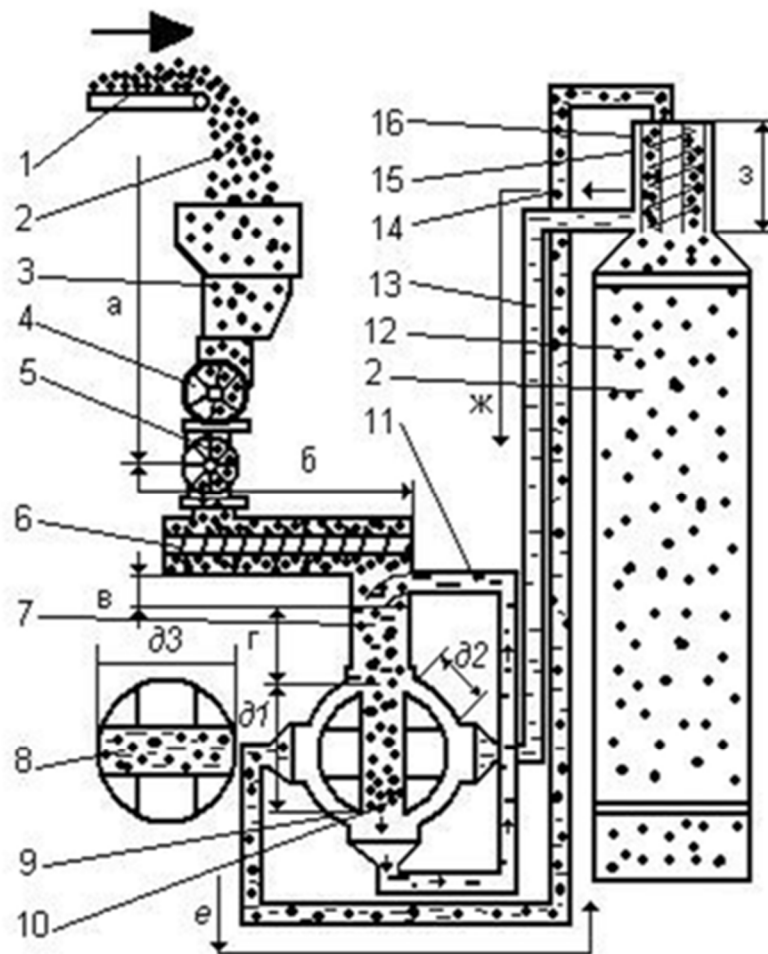


Рисунок 2.1 Структурна схема руху тріски і гідросуміші по складній трасі установки НВЦ Камюр : 1 - конвеєр; 2 - тріска; 3 - бункер; 4 - дозатор; 5 - ЖНТ; 6 - пропарювальна камера; 7 - живильна труба; 8 - горизонтальна кишеня ЖВТ; 9 - корпус ЖВТ; 10 - вертикальна кишеня ЖВТ; 11 - труба повернення лугу НТ; 12 - котел; 13 - труба повернення лугу ВТ; 14 - труба завантаження гідросуміші котла; 15 - шнек; 16 - відбір лугу; 17 - регулятор рівня тріски в котлі; а, в, г, д₁, д₂, д₃ ж, з, е - лінійні розміри елементів установки.

III -й блок. Устаткування: кишені ротора ЖВТ в горизонтальній площині, насос циркуляції лугу високого тиску, трубопроводи, верхня частина варильного котла. Призначення виштовхування тріски з кишень ротора і транспортування гідросуміші у верхній частині котла з наступним її розподілом: 1) вивантаження кишень ротора ЖВТ в горизонтальній площині; 2) транспортування гідросуміші по складній трасі у варильний котел і відсмоктування лугу з варильного котла в ЖВТ.

IV -й блок. Ріст тиску в кишені ротора.

V -й блок. Зниження тиску в кишені ротора.

На рис. 2.2 показано як змінюється витрата тріски, гідросуміші і тиск по усій трасі установки Камюр [12 - 14].



Рисунок 2.2 Розподіл витрати тріски, лугу і тиску гідросуміші по складній трасі лінії завантаження установки Камюр : 1. Витрата тріски; 2. Витрата гідросуміші; 3. Тиск гідросуміші, м³/с.

2.2. Роторний живильник високого тиску Камюр

Живильники високого тиску призначений для подачі тріски в котел (рис. 2.3) і одночасно служить запірним пристроєм між зонами тиску 1,1-1,2 МПа в котлі і зоною тиску в живильній камері 0,05-0,2 МПа.

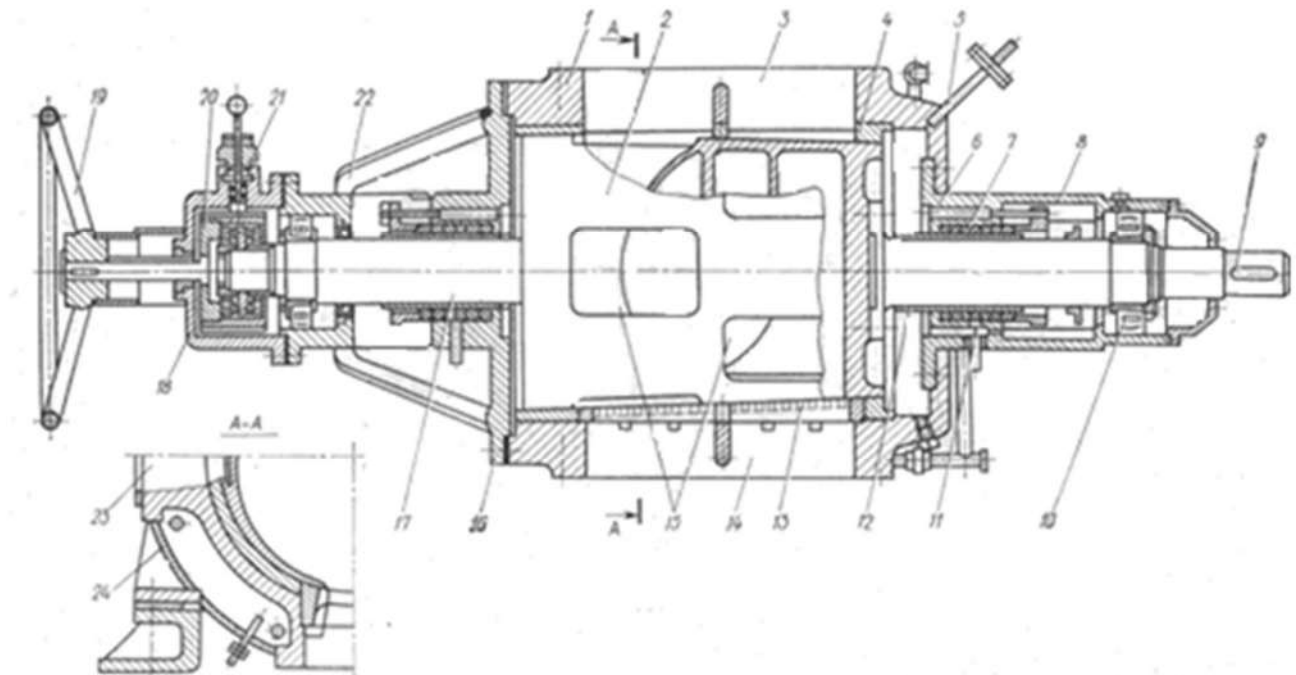


Рисунок 2.3 – Схема конструкції живильника високого тиску Камюр: 1 – корпус живильника; 2 – ротор живильника; 3 і 14 – вертикальні патрубки загрузки; 4 – конічна втулка; 5 – обвідна труба; 6 і 16 – бокові кришки корпусу; 7 – водне охолодження; 8 і 22 – кронштейни корпусу; 9 і 17 – цапфи ротора; 10 – підшипники кочення; 11 – сальникове ущільнення вала ротора; 12 – рубашка сальникового ущільнення; 13 – шліцеві отвори для відводу лугу із карманів ротора; 15 – кармани ротора; 18 – стакан присадочного механізму; 19 – штурвал присадки ротора; 20 – припадочний механізм; 21 – фіксатор присадочного механізму; 23 – два горизонтальні патрубки вигризки тріски; 24 – рубашка для нагрівання живильника паром.

Корпус живильника виготовлений із сталевого литва з маркою стали 20Л або 25Л і має два горизонтальних 23 і два вертикальних 3, 14 патрубка,

розділених усередині перегородкою. Патрубки усередині фанеровані листовою нержавіючою сталлю. Усередині корпусу запресована конічна втулка 4 з монель-металу. Стінка втулки має вирізки у двох горизонтальних і верхнього вертикального патрубка. Навпаки, у нижнього патрубка стінка втулки має шліцьові отвори 13 для відведення циркуляційного живлячого луку з кишень ротора і утримання в них тріски. Усередині корпусу обертається ротор живильника 2, виготовлений із сталюого литва марки стали 20Х13Л. Ротор, як і втулка, має конусність: 1:20. До ротора за допомогою фланців приєднуються цапфи 9, 17, які в місцях сальникового ущільнення мають захисні сорочки 12. Корпус має бічні кришки 6 і 16 з кронштейнами 8 і 22, службовці для пристрою сальникового ущільнення 11 вала (цапф) ротора і установки радіальних підшипників кочення 10. До кронштейна однієї з бічних кришок приєднується склянка 18 для монтажу присадного механізму 20 з фіксатором 21. Механізм присадки ротора (штурвал 19) аналогічний механізму присадки ротора живильника низького тиску. Сальникове ущільнення валу ротора має водяне охолодження 7, мастильний пристрій. Зовні корпус забезпечений сорочкою 24 для нагрівання його пором перед пуском живильника. Порожнини між ротором і бічними кришками корпусу повідомляються між собою обвідною трубкою 5.

При роботі живильника тріска і луку з живильної труби поступають через патрубок 3 в одну з чотирьох кишень ротора 15, які займають вертикальне положення. При цьому майже увесь лук фільтрується через сито 13 і знову перекачується в живильну трубу. Після повороту ротора на 90° тріска із заповненої кишені луком вимивається в загрузочний пристрій котла. Кишені лівої і правої половин ротора відповідно зміщені один відносно одного на 90° . Кишень лівої половини зміщені відносно кишень правої половини ротора на 45° . Таким чином, через $1/4$ або $1/8$ оберта ротора (45°) одночасно здійснюється цикл завантаження і спорожнення однієї пари кишень. Форма кишень ротора така, що їх живий переріз в напрямі перпендикулярному ходу тріски залишається постійним. Перемичка між кишнями ротора по твірній (товщина перегородки між лівим і правим кишнями ротора) складає 50-70 мм, центральний кут, що

відповідає ширині карманів по колу ротора, займає близько 38° , а центральний кут, що відповідає відстані між кишнями по дузі кола, рівний близько 52° .

Привід живильника складається з електродвигуна, клинопасової передачі і редуктора. Зазвичай частота обертання ротора не регулюється і знаходиться в межах 3-7 об/хв. За останній час стали застосовувати привід з регулюючою частотою обертання валу ротора.

2.2.1 Конструктивні особливості

1) Конструкція живильника КТС складається з ротора, що обертається, і нерухомого корпусу. Ротор і корпус мають по дві секції, , закріплених на двох підставах і розділених середньою перемичкою.

2) По твірній ротора і корпусу на секції доводиться 75% на основи – 20%, а на середні перемички – 5% усіх конічних поверхонь.

3) У поперечному перерізі секції конічна поверхня розподіляється так: 1) в корпусі на чотири вікна доводиться 40%, між вікнами 60%, у тому числі на холодильники 10%, а 2) в роторі на чотири вікна наскрізних кишені доводиться 42%, а між вікнами 52%; 3) на вікна завантаження корпусу доводиться 25%, а на вікна вивантаження 15%.

4) Для компенсації проміжку в живильнику КТС використовується конусність 1:20 (може бути 1:15 або 1:10) і осьове переміщення (притиск, присадка) ротора, величина якого дорівнює 100 мм (може бути 60, 80 або 125 мм).при цьому сумарний знос живильника складає 2,5 мм (для ротора 1 мм, а для корпусу 1,5 мм).

5) Для автономної роботи двох секцій необхідно, щоб при виробленні усього притиску ротора на величину 100 мм сполучення кожної основи і середніх перемичок ротора і корпусу були не менше 10 мм.

6)Двосекційна конструкція ротора і корпусу забезпечує: 1) зміна витрати гідросуміші (луги) через вікна однієї секції корпусу по синусоїдальному віднульовому циклу; 2) через те, що два взаємно перпендикулярних кишені ротора однієї секції зрушені відносно кишень іншої секції на 45° , то це забезпечує

постійну сумарну витрату гідросуміші (лугу) і 3) витрата і швидкість гідросуміші (лугу) в кожній трасі ЦЛНТ і ЦЛВТ постійне (при однаковій продуктивності насосів циркуляції лугу) при роторі, що обертається, або ні.

7) Різальний механізм в живильнику КТС складається з різальних кромок на ситах, корпусі і роторі, призначений для зрізання технологічної тріски, яка скупчується в області сит при розподілі гідросуміші на тріску луг. Своєчасне зрізання тріски обумовлює: 1) вільне проходження тріски, під дією лугу, через отвір сит; 2) зниження деформації і попаданні в проміжок між що обертається ротором і нерухомим корпусом; 3) зниження зносу поверхонь сит, ротора і корпусу.

8) З метою усунення: 1) жорстких гідроударів в кишнях ротора; 2) вібрацій і коливань ротора і зміни проміжку в живильнику запропоновано ввести в конструкцію: 1) холодильники на роторі або корпусі; 2) трубу вирівнювання тиску по торцях ротора або 3) трисекційну конструкцію живильника (патент України 68729 А).

9) Для збільшення конусності деталей живильника при експлуатації запропоновано ввести зносостійкі шари металу на більшу основу ротора і меншу основу корпусу, а матеріал меншої зносостійкості ввести на більшій основі корпусу і меншому основі ротора (патент України 11231).

10) На підставі отриманих закономірностей зносу підстав і середніх перемичок ротора і корпусу запропоновано зменшити: 1) ширину середніх перемичок ротора і корпусу з 125 мм до 70 мм ; 2) ширину більшої основи ротора з 125 мм до 40мм, а 3) ширину меншої основи корпусу з 125 мм до 40 мм. Усі ці заходи дозволяють збільшити прохідний переріз вікон завантаження і вивантаження, а, отже, і продуктивність живильника на 5...10%.

2.2.2 Експлуатаційні особливості

1) Ротор завжди обертається за годинниковою стрілкою, якщо дивитися з боку більшої основи живильника. Частота обертання ротора знаходиться в межах 3...8 обертів за хвилину.

2) Наскрізнi вікна корпусу i наскрізнi кишені ротора забезпечують: 1) при нерухомому роторі автономну роботу двох гідравлічних трас ЦЛНТ i ЦЛВТ; 2) при роторі, що обертається, при автономній роботі двох трас відбувається взаємне перекачування 25% або 56% гідросуміші i луку одночасно i 3) при подачі тріски 25% або 56% гідросуміші перекачується з траси ЦЛНТ в трасу ЦЛВТ i навпаки.

3) Для оцінки пропускнуi спроможностi наскрізних кишень ротора запропонований критерій циркуляції луку через кишеню ротора. Цей критерій рівний 2.5 i показує яку кількість луку, рівну об'єму кишені ротора, проходить через наскрізну кишеню ротора за час сполучення вікон ротора i корпусу.

4) Стабільна робота живильника КТС залежить від рівня луку в живильній трубi (ПТ). При перевищенні рівня луку в ПТ більше 1,2 м завантаження тріски припиняється, живильник працює в холосту. При рівні луку нижче 0,6 м в живильнику утворюються гідроудари. Дослідження показали, що рівень луку в ПТ залежить від: 1) величини проміжку в живильнику; 2) інерційні натиски луку в ПТ; 3) продуктивності насоса ЦЛНТ i геометричних розмірів ЖТ.

5) В якості механізму присадки ротора доцільно використовувати механічну передачу "гвинт-гайка", яка дозволяє, : 1) отримувати великі осьові навантаження на ротор при його осьовому переміщенні; 2) простоту i компактність передачі; 3) великі передавальні числа; 4) повільне поступальне переміщення ротора i 5) високу точність ділильних переміщень (1,50 мкм).

6) Через 25% поверхонь сполучень деталей двосекційного живильника КТС у вертикальній площині, за допомогою насосів циркуляції луку, здійснюється завантаження у вертикальній площині, а через 15% сполучень вікон - вивізка гідросуміші в горизонтальній площині деревної тріски у варильний котел.

7) 60% конічних поверхонь деталей живильника, що сполучаються, виконують функції запірної. 4.4. Технологіческие особливості живильника КТС пристрою i забезпечують автономну i незалежну роботу двох трас ЦЛНТ i ЦЛВТ.

2.2.3 Технологічні особливості живильника

1) При виготовленні або ремонті деталей живильника шведська фірма Камюр рекомендує використовувати антифрикційну пару: ротор виготовляти із сталі 1X13, а сорочку корпусу з никель-мідного сплаву (монель-металу).

2) Переваги антифрикційної пари : 1) хороша припрацюємість на початку експлуатації; 2) полегшується процес компенсації проміжку в живильнику і 3) повне вироблення притиску ротора.

3) Недоліки антифрикційної пари : 1) велика вартість сорочки – 100 тисяч доларів; 2) погана зварюваність монель-металу з корпусом живильника і 3) низька зносостійкість сорочки проти абразивного і гідроабразивного зносу.

4) В процесі проведення ремонтних робіт рекомендується використовувати: 1) протоку сорочки і ротора з видаленням з їх поверхонь продуктів зносу; відновлювати ротор одним із способів : а) ручне наплавлення; б) автоматичне наплавлення під шаром флюсу і в) комбінований спосіб ремонту ротора (патент України).

5) При виготовленні або ремонті деталей живильника КТС, з урахуванням закономірностей зносу рекомендується: 1) ротор виготовляти з нержавіючої сталі типу 12X18H10T (мінімум тріщин при експлуатації і ремонті); 2) автоматичне наплавлення рекомендується робити дротом Св-07X25H13 під шаром легованого з використанням стандартних флюсів марки АН-20 або АН-26; 3) наступна термічна обробка ротора для зняття зварювальної напруги і 4) візуально оптичний контроль і ультразвуковий контроль до 20% поверхонь деталі.

6) Для виготовлення сорочки корпусу рекомендується замість дорогої сорочки з монель-металу (вартістю 100 тисяч доларів) використовувати матеріал типу 40X13 або 1X13НД2Т (вартістю 5 тисяч доларів). Переваги нового матеріалу: 1) низька вартість; 2) висока зносостійкість (вище в 2-3 рази, чим з монель-металу); 3) Хороша зварюваність із сталевим корпусом живильника; 4) хороша механічна оброблюваність. Недоліки нового матеріалу : плохаяприрабатываемость з нержавіючою сталлю.

7) З урахуванням закономірностей зносу деталей живильника для використання дешевого і зносостійкого матеріалу 40Х13 або 1Х13НД2Т пропонується: 1) основи і середні перемички ротора перших два або три шари наплавляти під шаром флюсу із застосуванням дроту Св-Х25Н13 а останній шар наплавляти композитним дротом з монель-металу.

2.2.4 Особливості зносу деталей живильника КТС

1) Оскільки з боку вікон завантаження високого тиску луг перетікає через проміжки між ротором, що обертається, і корпусом у вікна завантаження низького тиску (0,15 МПа) луг, який містить абразивні частки. Під їх дією конічні поверхні піддаються різним видам зносу : абразивному; гідроабразивному; ударно-гідроабразивному, і корозійному.

2) Інтенсивність зносу деталей живильника залежить від: 1) витрати і швидкості протікань лугу; 2) концентрації абразивних часток в лузі; 3) геометрія проміжку і 4) перепади тиску у вікон вивантаження і вікон завантаження.

3) Величина зносу по тій, що утворює ротора і корпусу в секціях має рівномірний знос, а по довжині кола - нерівномірний.

4) Знос по довжині кола в секціях ротора описується параболою четвертого порядку а ділянки корпусу між вікнами завантаження і вивантаження - полупараболою четвертого порядку.

5) Передні і задні кромки вікон ротора мають максимальну величину зносу. Передня кромка ротора зношується за рахунок: 1) гідроабразивного зносу; 2) абразивний знос при зрізанні тріски і деформації абразивних часток в проміжку. Задні кромки ротора зношуються за счет: 1) гідроабразивного зносу і 2) ударно-гідроабразивного зносу. Величина перерахованих видів зносу на порядок вища, ніж корозійний вид зносу.

6) Знос кромки корпусу у вікон завантаження здійснюється за рахунок: 1) зрізання тріски і частково за рахунок гідроабразивного зносу, а знос кромки корпусу з боку вивантаження - гідроабразивного зносу і ударно-гідроабразивного зносу.

7) Знос підстав і середніх перемичок ротора і корпусу живильника КТС залежить від схеми виконання компенсації проміжку в живильнику. При відомій схемі ККЗ має місце граничне тертя, яке супроводжується негативними явищами як, : заклинювання, схоплювання і заїдання ротора об корпус з наступним зняттям з експлуатації живильника.

При використанні нових схем компенсації проміжку - ПМКТКЗ або НКЗ має місце рідинне тертя-ковзання, яке дозволяє повністю виробляти притиск ротора і усунути патологічний режим експлуатації.

8) Тиск лугу в проміжку по довжині кола підстав ротора; 3) утворюються вібрації (осьові коливання ротора на 1-2 мм, тривалістю 1-2 секунди); 4) відбуваються циклічні зміни проміжку на величину 25-50 мкм; 5) оскільки в лузі знаходяться абразивні частки, то при проникненні їх у вібруючий мікропроміжок відбувається руйнування як цих абразивних часток, так і знос поверхонь, що сполучаються; 6) в результаті цього виду мікрозносу поверхні підстав ротора придбавають дзеркальну поверхню, характерну для вібровипрасовування.

9) Ділянки підстав і середніх перемичок ротора і корпусу, що беруть участь в сполученні мають рівномірний знос, : 1) як по тій, що утворює, так і по довжині кола; 2) зберігають постійну конусність як до, так і після експлуатації. Такий вид зносу дозволяє постійно і надійно здійснювати компенсацію проміжку в живильнику в течії року. Середня швидкість зносу ротора 2-3 мкм/доба (матеріал 40Х13) і сорочки корпусу 4-5 мкм/доба (монель-метал).

10) Ділянки середніх перемичок ротора і корпусу, а так само ділянки підстав і середніх перемичок ротора і корпусу, які вийшли з граничного тертя і потрапили в область секцій – зношуються за рахунок гідроабразивного зносу, а ділянки підстав і середніх перемичок ротора і корпусу, які знаходяться в області бічних кришок (поза секціями живильника) піддаються тільки слабкому корозійному зносу.

2.3. Аналіз функцій, що виконуються роторним ЖВТКамюр

Основною технічною проблемою надійної роботи варильного котла є роторні живильники високого тиску, які безперервно впродовж 0,5-1,5 року повинні подавати технологічну тріску з пропарювальної камери тиском 0,15 МПа у варильний котел з тиском 1,4МПа і температурою 160°C.

Для того, щоб забезпечити безперебійну і надійну роботу роторних живильників високого тиску Камюр, необхідно встановити які функції вони виконують.

У таблиці 2.1 приведена перелік функцій виконуваних роторними ЖВТКамюр і основні деталі і вузли, що забезпечують виконання цих функцій. Розглянемо їх детально:

Безперервна подача тріски в поживну трубу. Відсортована тріска стрічковим конвеєром або пневмотранспортом подається через магнітного сепаратора, що видаляє з тріски механічні домішки. Далі тріска поступає в дозатор, усередині якого розташований кишеньковий ротор, що подає певну кількість тріски в живильник низького тиску (ЖНТ) 0,15 МПа. ЖНТ служить запірним пристроєм, що забезпечує підтримку в пропарювальній камері надмірного тиску.

При падінні тріски в живильну трубу частки тріски, відриваючись від шнека пропарювальної камери, рухаються по параболі, контури якої визначаються координатами:

$$x = V \cdot t \quad (2.1)$$

$$y = 0,5gt^2 = gx^2 / (2V^2) \quad (2.2)$$

де V - швидкість руху тріски, м/с;

t - час руху тріски, с;

$g = 9,81$ м/с² - прискорення вільного падіння.

Попередня підготовка тріски. У пропарювальній камері з тріски при температурі 100-120°C і тиску 0,05-0,15 МПа віддаляється скипидар і повітря

парами чорного лугу. Виділені в процесі пропарювання і просочення з тріски пари скипидару і інші леткі речовини відводяться і використовуються в технологічному процесі варіння.

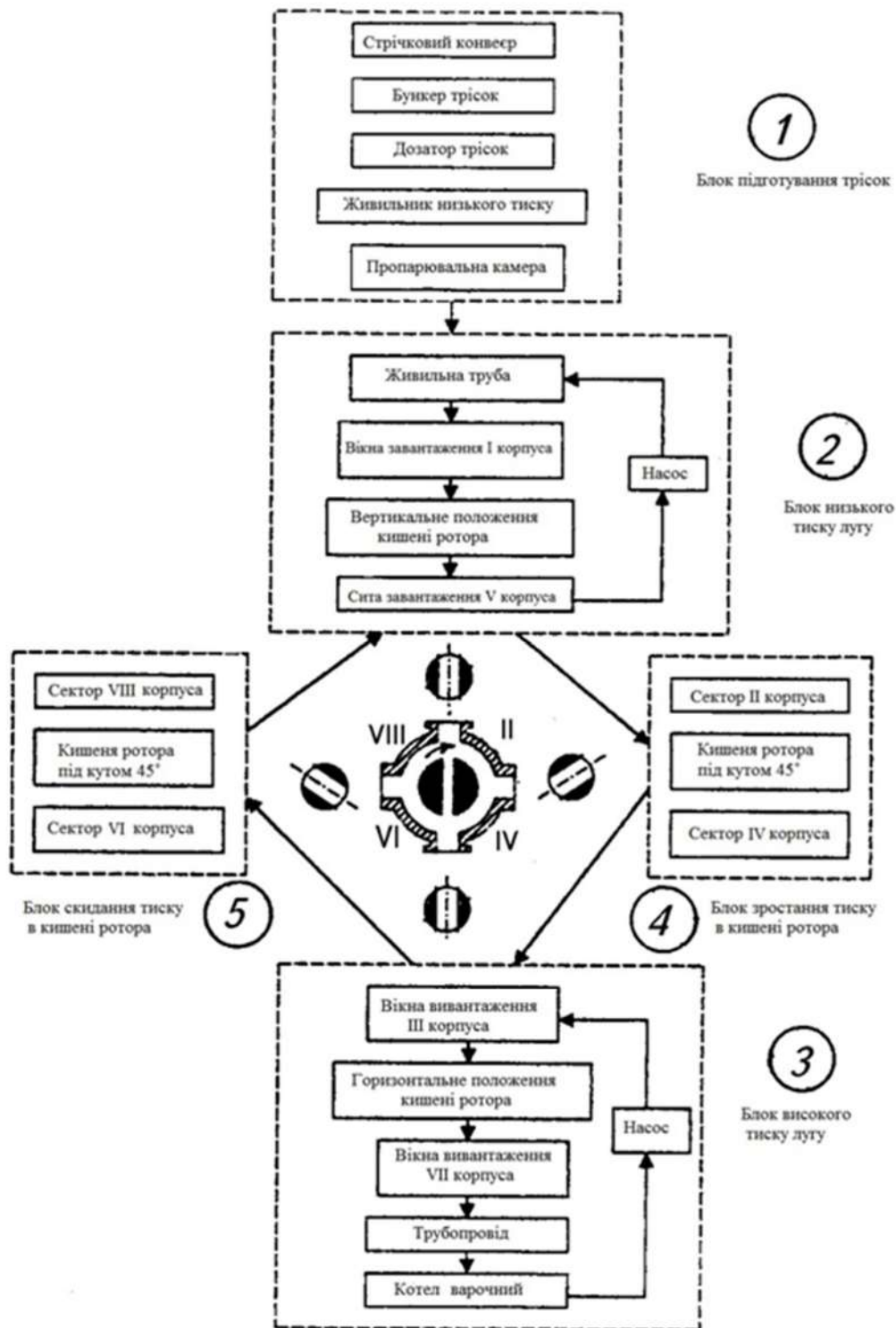


Рисунок 2.4 Структурна схема виконання завантаження тріскою варильного котла

Кам'юрі : 1, 2, 3, 4, 5 - блоки; II, IV, VI, VIII - робочі ділянки корпусу.

Формування пульпи (гідросуміші) і її переміщення вниз по живильній трубі. Що поступає у верхню частину живильної труби з пропарювальної камери тріска захоплюється потоком циркулюючого лугу, що падає, і захоплюється вниз по живильній трубі. Живильна труба - перехідний пристрій від пропарювальної камери до ЖВТ, служить для забезпечення рівномірної подачі просоченої тріски в канали ротора ЖВТ, здійснюваною за допомогою примусової циркуляції лугу.

При нормальній роботі ЖВТ, коли рівень лугу знаходиться в нормальному положенні, питомої кінетичної енергії гідропотоку вистачає, щоб здолати питомі енергії положення і тиску, і здійснювати стабільне завантаження каналів ротора тріскою. Коли рівень лугу досягає критичної величини, її недостатньо для подолання питомої енергії положення і тиску. При цьому завантаження припиняється, і живильник працює вхолосту.

Завантаження у вертикальній площині наскрізних кишень ротора, що обертається, пульпою з одночасним її розподілом і відведенням лугу через нижні сита насосом циркуляції низького тиску. Для завантаження каналів ротора використовуються відцентрові насоси продуктивністю 0,2 і 0,125 м³/с, які в технологічній трасі "трубопровід живильна труба - кишені ротора - труба" сприяють циркуляції лугу. Тріска захоплюється лугом і заповнює кишені ротора, що обертається. Для стабільного завантаження каналів живильника площа вікон завантаження корпусу в 3,8 разу більше площі труби циркуляції лугу.

Швидкість лужного середовища в каналі ротора визначається:

$$V_1 = Q / S_1 \quad (2.3)$$

де Q - продуктивність циркуляції, м³/с;

S_1 - середня площа сполучення вікон ротора і вікон корпусу, м².

Циркуляція лугу низького тиску по складній трасі "насос - труба - вільне падіння струменя лугу - канали ротора". Для оцінки завантажувальної здатності ЖВТ використовується показник K кратність циркуляції лужного розчину:

$$K = t_2 / t_1 \quad (2.4)$$

де t_2 час сполучення вікон ротора і вікон завантаження корпусу, с;

t_1 час завантаження каналу ротора тріскою, с:

$$t_1 = d_{cp} / V_1 \quad (2.5)$$

Для того, щоб збільшити кратність циркуляції лужного розчину через кишені ротора при тих же частотах, можна встановити насос більшої продуктивності

Зниження гідроударів в каналах ротора. Гідроударом називається різке підвищення тиску, що виникає в напірному трубопроводі при раптовому гальмуванні потоку рідини. Гідравлічний удар є коливальним процесом, що виникає в трубопроводі при раптовій зміні його швидкості. У каналі ротора ЖВТ ударний тиск може збільшуватися у декілька разів.

Під ударним тиском тут розуміється різке підвищення тиску в каналі ротора, обумовлене раптовим підключенням його до джерела високого тиску варильного котла. Для запобігання гідравлічним ударами в кишенях ротора, в сорочці корпусу, у вікон високого тиску фрезерують порожнини (холодильники), величина проміжку якого зменшується від 0 до 8 мм. При такій конструкції холодильників, перед початком сполучення вікон ротора і вікон корпусу, за 0,9 с кишені ротора вдається збільшити тиск з 0,15 до 1,4 МПа.

При цьому зберігається стабільна робота живильника.

Вирівнювання тиску лугу по торцях ротора. Конструкція ротора по тій, що утворює складається з двох секцій і їх наскрізні кишені зміщені один відносно одного на кут 45° . При збігу вікон наскрізної кишені ротора з вікном високого тиску корпуси в бічній кришці корпусу по торцях виникає надмірний тиск лугу, що обумовлює гідроудар на ротор у бік другої бічної кришки. При сполученні вікон ротора і вікон корпусу в другій секції, надмірний тиск на торці ротора діятиме з боку другої бічної кришки корпусу. За один оборот ротора з боку торцевих кришок діють чотири гідроудари: два з однією і два з іншої секції. Такі циклічні удари супроводжуються інтенсивним руйнуванням підшипникових

вузлів приводу обертання, присадки ротора і додатковим навантаженням на болтові з'єднання бічних кришок. Для усунення гідроударів і вібрацій з боку торців ротора до бічних кришок корпусу кріпиться труба діаметром 40 мм, яка вирівнює тиск в працюючому живильнику.

Вивантаження тріски в горизонтальній площині з каналів ротора лугом насоса циркуляції високого тиску. При горизонтальному положенні ротора, під дією насоса циркуляції високого тиску відбувається виштовхування тріски з кишень ротора з утворенням пульпи (гідросуміші). Площа вікон вивантаження корпусу в 2,55 разу більше площі труби, через яку насосом здійснюється циркуляція лугу. Пропускна спроможність ЖВТ визначається кратністю циркуляції лужного розчину і визначається по формулі:

$$K = Q \cdot 60 / (d_{cp}^2 \cdot 0,183 \cdot L \cdot \pi \cdot n) \quad (2.7)$$

де L – довжина каналу ротора, м.

З формули видно, що кратність циркуляції лужного розчину визначається продуктивністю насоса і залежить від частоти обертання ротора, і коливається від 3,76 до 9,0, що більше ніж в завантажувальній лінії циркуляції лугу низького тиску.

Формування пульпи (гідросуміші) і переміщення її по замкнутій складній трасі "горизонтальні кишені ротора - труба - верхня частина варильного котла - труба". При витіканні тріски з горизонтально розташованих каналів формується гідросуміш, яка під дією насоса циркуляції високого тиску спрямовується по складній трасі у верхню частину варильного котла.

Розподіл пульпи у верхній частині варильного котла. Досягши гідросуміші верхньої частини варильного котла, що складається з вертикально розташованого циліндричного сита і вертикального гвинта, що обертається в нім, обладнаного покажчиком рівня тріски в котлі, гвинт, що обертається усередині сита, одночасно очищає поверхню сита від тирси і дрібниці, які не повинні потрапити у відділений при завантаженні луг.

Варильний луг, що доставив тріску в котел, відділяється від пульпи і проходить через отвори сита, і насосом циркуляції знову транспортується до вікон високого тиску ЖВТ.

Запірний пристрій між варильним котлом і пропарювальною камерою. ЖВТ є запірним пристроєм між пропарювальною камерою, в якій підтримується низький тиск 0,05-0,15 МПа, і варильним котлом, працюючим при високому тиску 1,4 МПа. Великий перепад тиску між котлом і пропарювальною камерою, наявність ротора, що обертається, в ЖВТ супроводжується освітою при експлуатації в ЖВТ оптимальних проміжків через які неминуче проходження лужного розчину, що погіршує надійність роботи ЖВТ.

Підшипник ковзання при нагнітанні лугу між ротором, що обертається, і сорочкою корпусу при експлуатації. При великому перепаді тиску лугу в проміжок між ротором, що обертається, і корпусом нагнітається луг, який дозволяє розглядати ЖВТ як підшипник ковзання, у якого опорна ділянка ротора ковзає по поверхні корпусу через лужний прошарок. Форма цапфи валу ротора ЖВТ - конічна. Дослідження режиму рідинного тертя в підшипниках засноване на гідродинамічній теорії мастила.

Компенсація проміжку в роторному живильнику за рахунок осьового переміщення конічного ротора углиб корпусу. Роторні живильники сконструйовані таким чином, що можуть при експлуатації компенсувати знос ротора і корпусу. Величина сумарного зносу ЖВТ дорівнює величині можливої компенсації і визначається по формулі:

$$S = \Pi_p \cdot K / 2 \quad (2.8)$$

де $S = S_p + S_k$ – суммарный знос ротора і корпусу, мм;

$\Pi_p = 100$ – прижим ротора, мм.

Компенсувати проміжок, а отже, і знос можна за рахунок осьової компенсації ротора, сорочки корпусу або одночасно [152,153,160].

Зрізання тріски в роторному живильнику. Оскільки через наскрізні вікна ротора, що обертається, проходить гідросуміш, що складається з тріски і лугу, то неминуче між ребрами сит, кромками ротора і сорочкою корпусу відбувається мимовільне зрізання тріски. Погане, неякісне зрізання тріски супроводжується місцевим зносом, що призводить до дострокового зняття ЖВТ з технологічної лінії. Для зниження зносу на деталях ротора і сорочки корпусу, що сполучаються, вводяться оптимальні різальні кути на подовжніх кромках ротора, сорочки корпусу і сит [154, 155, 156].

Саморегулювання швидкості гідроабразивного і механічного зносу ротора і корпусу. Багаторічні спостереження за роботою ЖВТ на різних підприємствах дозволяють встановити, що окремі ділянки ротора і сорочки корпусу піддаються різним видам зносу. Основа і середні перемички ротора (на їх частку доводиться 20% усіх робочих конічних поверхонь) піддаються корозійно-механічному зносу при граничному терті, яке виконується один раз в добу або тиждень в течії декількох хвилин.

Інші ділянки ротора і корпусу між вікнами, основою і середніми перемичками (на них доводиться 52%) випробовують гідроабразивний знос між черговими компенсаціями проміжку. При експлуатації в течії року відбувається мимовільне регулювання швидкості гідроабразивного зносу і корозійно-механічного зносу деталей ЖВТ. Кожен вид зносу має свої особливості і вимагає свої матеріали і техпроцеси відновлення.

Таблиця 2.1 Функціональний розподіл в живильнику Камюр

Функції	Деталі і вузли
1. Безперервна подача тріски в поживну трубу.	Шнек пропарювальної камери.
2. Попередня підготовка тріски.	Пропарювальна камера.
3. Безперервне падіння потоку лугу в живильну трубу.	Труба у верхній частині варильного котла.
4. Очищення тріски від твердих часток.	Циклон.
5. Формування пульпи (тріска і луг) і її переміщення вниз по живильній трубі.	Поживна труба.

Продовження таблиці 2.1

Функції	Деталі і вузли
6. Завантаження у вертикальній площині наскрізних каналів ротора, що обертається, пульпою з одночасним її розподілом і відведенням лугу через нижні сита насосом циркуляції низького тиску.	Канали ротора в горизонтальній площині.
7. Циркуляція лугу низького тиску по складній трасі: насос труба вільне падіння струменів лугу поживна труба - канали ротора	Насос циркуляції лугу низького тиску.
8. Зниження гідроударів в каналах ротора.	Холодильники з боку вікон високого тиску.
9. Вирівнювання тиску лугу по торцях ротора.	Труба вирівнювання.
10. Вивантаження тріски в горизонтальній площині з каналів ротора лугом насоса циркуляції високого тиску.	Наскрізні канали ротора, що обертається, у вертикальній площині.
11. Формування пульпи і переміщення її по замкнутій складній трасі: горизонтальний канал ротора -труба - верхня частина варильного котла -труба.	Насос циркуляції лугу високого тиску.
12. Розподіл пульпи у верхній частині варильного котла.	Котел.
13. Запірний пристрій між варильним котлом (1,4 МПа) і пропарювальною камерою (0,15 МПа).	Ротор, корпус, сорочка, сита в зборі.
14. Підшипник ковзання при нагнітанні лугу між ротором, що обертається, і сорочкою корпусу при експлуатації.	Конічні поверхні ротора і сорочки корпусу, що сполучаються.
15. Компенсація проміжку в роторному живильнику, за рахунок осьового переміщення конічного ротора углиб корпуси.	Механізм присадки ротора.
16. Зрізання тріски в роторному живильнику.	Ротор, сита, корпус, сорочка.
17. Саморегулювання швидкості гідроабразивного і механічного зносу ротора і корпусу.	Конічні поверхні ротора і корпусу, що сполучаються.

3. КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В УМОВАХ НЕПРИРИВНОЇ ВАРКИ КАМІЮР

Правильно налагоджений контроль і автоматизація управління технологічним процесом варіння сприяють найкращому використанню потужності устаткування варильного цеху, підвищенню якості напівфабрикату, що виробляється, при максимальному його виході початкової рослинної сировини і мінімальних витратах хімікатів, пари і електроенергії. У варильному цеху підлягають контролю і регулюванню наступні основні параметри: витрата сировини, хімікаті пари, електроенергії, температура, тиск, рівень лугу у живильній трубі і кількістю варильного лугу, що заливається у варильний котел безперервної дії.

Керуючись технологічним режимом і прийнятим на підприємстві графіком температури і тиску, заданих для варіння підлозі фабрику, складом і кількістю варильного лугу, що заливається у варильний котел безперервної дії оператор (старший варильник) контролює і регулює наступні процеси: вступ в котел або живлячу установку безперервного варіння рослинної сировини і варильного лугу, підтримку відповідного рівня тріски у варильному апараті безперервної дії, лугів в місткостях, циркуляцію варильного лугу і температуру в підігрівачах і теплообмінниках, температуру і тиск у варильному котлі, а також процес вивантаження з нього звареної маси.

Для контролю і регулювання вказаних параметрів устаткування варильного цеху оснащується різними контрольно-вимірювальними приладами і регулюючими апаратами. Персонал варильного цеху повинен знати принцип дії цих приладів і апаратів, місце їх установки і параметри, на зміну яких вони можуть впливати. Для виміру витрати, температури, тиску і рівня рідин і сухих матеріалів застосовують показуючі, реєструючі і регулюючі прилади, що встановлюються, як правило, на щиті пульта управління і що складаються як з окремих контрольно-вимірювальних приладів, так і з контрольно-вимірювальних комплексів. Прикладом окремого приладу може служити пружинний манометр для виміру тиску. Комплекси зазвичай об'єднують декілька частин і діють по

одній з наступних схем : приймач –первинна сполучна лінія - первинний прилад; приймач - первинна сполучна лінія - первинний прилад - датчик - вторинна сполучна лінія - вторинний прилад.

Приймачем, або чутливим елементом, комплексу називають ту його частину, яка сприймає зміни, що відбуваються в заміряному середовищу. Чутливий елемент може реагувати на зміну температури, тиску, рівня, витрат і інших параметрів варильного процесу. Імпульс, що виникає в приймачі, передається по сполучних лініях первинному або вторинному приладу.

В якості сполучних ліній застосовують трубні комунікації, гідравлічний і пневматичний зв'язок), гнучка або жорстка тяга (механічний зв'язок) або контрольний кабель (електричний зв'язок). При передачі імпульсів на великі відстані в комплект включають датчик, вторинної сполучної лінії і вторинного приладу. По характеру своєї роботи датчики мають багато спільного з чутливими елементами. І ті і інші сприймають зміни параметрів вимірюваного середовища.

Проте приймач розташовують до первинного приладу, а датчик після нього. Крім того чутливий елемент перетворить вимірювану величину, а датчик передає тільки вже заміряну.

Комплекси зазвичай об'єднують декілька частин і діють по одній з наступних схем : приймач –первинна сполучна лінія - первинний прилад; приймач –первинна сполучна лінія - первинний прилад - датчик - вторинна сполучна лінія - вторинний прилад.

Приймачем, або чутливим елементом, комплекту називають ту його частину, яка сприймає зміни, що відбуваються в замірюваному середовищу. Чутливий елемент може реагувати на зміну температури, тиску, рівня, витрат і інших параметрів варильного процесу. Імпульс, що виникає в приймачі, передається по сполучних лініях первинному або вторинному приладу.

В якості сполучних ліній застосовують трубні комунікації, гідравлічний і пневматичний зв'язок), гнучка або жорстка тяга (механічний зв'язок) або контрольний кабель (електричний зв'язок). При передачі імпульсів на великі відстані в комплект включається датчик, вторинної сполучної лінії і вторинного

приладу. По характеру своєї роботи датчики мають багато спільного з чутливими елементами. І ті і інші сприймають зміни параметрів вимірюваного середовища.

Проте приймач розташовують до первинного приладу, а датчик після нього. Крім того чутливий елемент перетворить вимірювану величину, а датчик передає тільки вже заміряну.

3.1 Прилади для виміру температури

Для виміру температури застосовуються прилади різного типу залежно від умов їх роботи і принципу дії. Найбільш поширені ртутні скляні термометри. Робота їх заснована на зміні об'єму поміщенної в них рідини (ртуть) під впливом її нагріву або охолодження. Межі обмеження дії подібних термометрів, заповнених ртуттю, нижній - мінус 38,9 °З (момент твердіння ртуті) і верхній - плюс 357 °С (температура кипіння ртуті при нульовому тиску).

Недолік скляних ртутних термометрів являється відставання їх показань, оскільки у виробничих умовах скляний термометр поміщається в металевий чохол, внаслідок чого резервуар термометра не сприймає миттєво температуру змінюваного середовища.

Манометричний термометр складається з металевого балона, капілярної трубки і пружинного манометра. Вимір температури цим термометром заснований на зміні тиску рідини, пари або газу при коливаннях температури. На підприємствах целюлозно-паперової промисловості рідинні і парові термометри майже ніде не застосовуються. У вживаних газових термометрах балон і капілярна трубка заповнені азотом під деяким надмірним тиском.

Термометри опору, принцип дії яких заснований на зміні електричного опору при нагріванні або охолодженні різних металевих провідників, складаються з комплексу, в який входять термометр опору, чутливий елемент, виготовлений, з платинового або мідного дроту, сполучна лінія і первинний вимірювальний прилад. В якості первинного вимірювального приладу в комплекті з термометрами

опору застосовуються логометри, автоматичні електромеханічні і електронні зрівняльні мости.

3.2. Прилади для виміру тиску і розрідження

Тиск і розрідження чинять істотний вплив на хід технологічних процесів у виробництві целюлози. У варильних котлах і інших апаратах варильного цеху доводиться вимірювати і регулювати тиск пари, парогазової суміші, повітря і рідин.

За принципом дії прилади для виміру тиску і розрідження підрозділяють на три групи: рідинні, в яких тиск зрівнюється стовпом рідини; пружинні, в яких під впливом тиску відбувається деформація пружних елементів приладу; електричні, де в електричному колі змінюється місткість.

Пружинний манометр застосовують для визначення широкого діапазону тисків. У цьому манометрі один кінець пружини еліпсоїдального перерізу через штуцер сполучають з простором, в якому виміряють тиск. Інший кінець пружини за допомогою тяги і зубчастого сектора сполучають з шестерінкою (трибкою), на осі якої насаджена стрілка. Для усунення мертвого ходу між зубцями сектора і трибки служить спіральна пружинка.

Під дією тиску середовища в контрольованому просторі переріз пружини змінюватиме свою форму, намагаючись перетворитися в коло, і трибка стане розгинатися, повертаючи стрілку за проградуйованою шкалою. В якості приладів, самописців, для виміру тиску застосовують головним чином манометри з багатовитковою трубчастою пружиною.

Електричний манометр застосовують для виміру високих тисків в опорах котлів періодичної дії з метою визначення маси утримуваного котла. Основна частина електричного манометра два сталевих диска, жорстко пов'язаних з соленоїдною основою приладу. Обидва диски по площі їх з'єднання мають кільцеві заточування, завдяки яким при деформації дисків під навантаженням середня їх частина залишається плоскою. Диски служать одним обкладанням конденсатора.

Іншу пластинку конденсатора поміщають паралельно нижній площині дисків і ретельно від них ізолюють. Відстань між дисками і пластинкою не перевищує 1 мм. При зміні навантаження на диски відстань між дисками і пластинкою міняється, що дозволяє судити про розмір навантаження. Для виміру електричної місткості сталеві диски і пластинку сполучають з ізольованими дротами, що утворюють ланцюг, в який включений вимірювальний прилад. Електричну місткість визначають у фарадах (Ф).

3.3. Прилади для виміру витрати

Для визначення витрати пари, води, білого і чорного лугів та ін. застосовують спеціальні прилади. Дія їх заснована на звуженні рідин, що переміщаються в трубопроводах, і газів і створюваних у зв'язку з цим різних швидкостях їх руху. Витрата в цьому випадку буде показана об'ємом рідини або пари, що пройшла в одиницю часу через поперечний переріз трубопроводу. Витрата пари або рідини за зміну, добу і т. д. визначають інтегруючим (що підсумовує) приладом.

Для вимірювання витрати застосовують витратоміри змінного або постійного перепаду тиску. Прилад змінного перепаду тиску зазвичай складається з дифманометра поплавцевого типу, працюючого спільно із звужуючим пристроєм (діафрагмою). На малюнку 3.1 показаний поплавець дифманометр з ртутним заповнювачем, працюючий за принципом урівноваження вимірюваного перепаду тиску стовпом ртуті. Прилад складається з двох сполучених, герметично закритих сталевих посудин (плюсового і мінусового). У посудині високого тиску 4 (плюсовому) знаходиться поплавець, який зміщується вгору і вниз залежно від рівня рідини, що знаходиться в посудинах. Перепад тиску визначається різницею рівнів рідини в мінусовому 7 і плюсовому 4 посудинах. Переміщення поплавця 3 передається на важіль 6 осей, що проходить через сальниковий ущільнювач, в корпус приладу, де розташоване вимірювальний прилад 5. Під поплавцем знаходиться запобіжний клапан 2, не допускаючий викид ртуті з плюсової посудини в мінусовий при несподіваному перевищенні максимального перепаду

тиску або в аварійних випадках. Дифманометр забезпечений амортизатором і коливань, що дроселює потік ртуті і пом'якшувальним вплив пульсації на прилад.

Дифманометри мають пристрої для дистанційним пневматичної або електричної передачі свідчень на вторинний прилад, що знаходиться на щиті пульта управління, і входять в комплект приладів, призначених для виміру витрати.

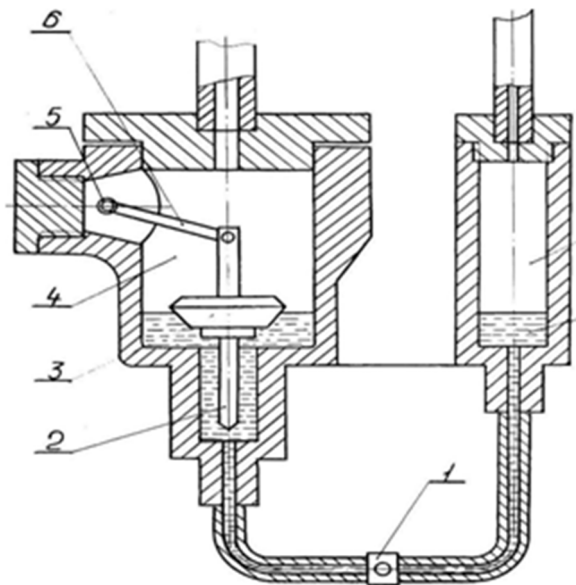


Рисунок 3.1 - Схема поплавкового дифманометра

1-амортизатор коливань; 2-запобіжний клапан; 3-поплавок; 4,7-плюсовою і мінусовою посудини; 5-вимірювальний пристрій; 6-ричаг осі.

Прикладом приладу постійного перепаду тиску може служити скляний ротаметр, положення поплавця в якому на час роботи фіксується на шкалі, нанесеній на скляній трубці приладу. У цьому приладі перепад тиску в звужуючому пристрої, що складається з конусної труби і поплавця спеціальної конструкції, залишається увесь час постійним і що відповідає масі поплавця. Рідина або газ, входячи в нижній кінець труби, що злегка розширюється до верху, і віддаляючись через верхню її частину, піднімає і обертає поплавець, що знаходиться усередині труби.

Чим більший об'єм рідини (газу) проходить через ротаметр, тим вище підніметься поплавець. При цьому площа перерізу кільцевої щілини між

поплавцем і внутрішньою стін-який труби зростатиме до тих пір, поки перепад тиску в просторі до і після поплавця не урівноважиться поплавцем.

Застосовуються і інші витратоміри. Широкого поширення набули електромагнітні витратоміри, успішно працюючі при вимірі витрати лугів, кислот і інших агресивних рідин. Принцип дії електромагнітних витратомірів заснований на вимірі пропорційної витраті електрорушійної сили, індуктований в потоці електропровідної рідини під дією зовнішнього магнітного поля. На малюнку 3.2 показана принципова схема виміру витрати рідини за допомогою електромагнітного витратоміру.

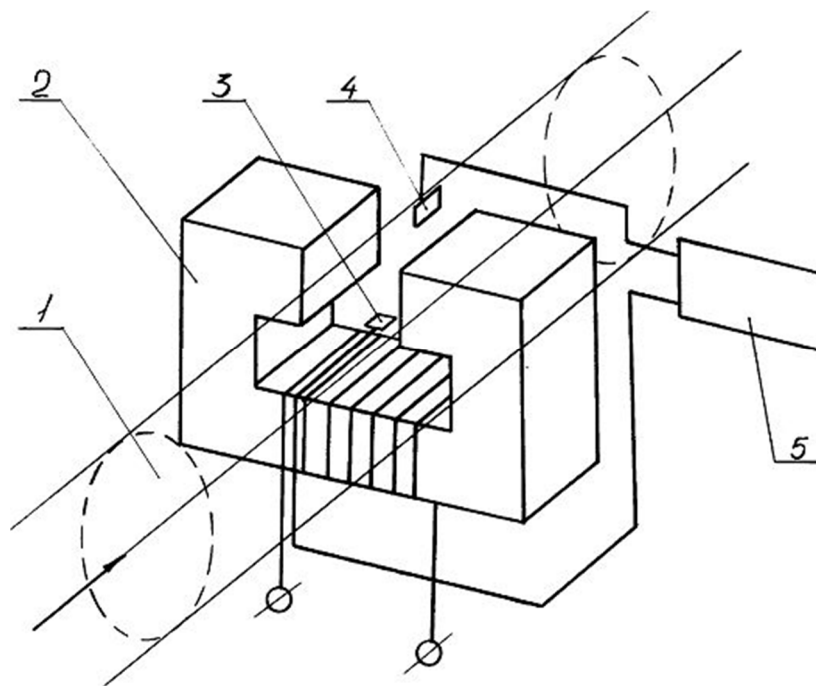


Рисунок 3.2 - Схема електромагнітного витратоміру

1-магнітне поле; 2 - полюсні електромагніти; 3,4-електроди; 5- вимірювальний прилад.

У потоці електропровідної рідини, що рухається в трубопроводі, виконаному з немагнітного матеріалу, між полюсами електромагніту 2, живленого постійним або змінним струмом, виникає відповідна електрорушійна сила, пропорційна середній швидкості руху потоку. До електродів 3 і 4, відстань між якими дорівнює діаметру трубопроводу, підключений високочутливий вимірювальний прилад 5, шкала якого проградуєвана в одиницях

витрати. Залежно від характеру що пронизує рідину магнітного поля (постійного або змінного) і сфери застосування конструкція датчиків і погрішності виміру різні. Витрата тріски, що поступає з бункера в пропарювальну камеру установки безперервного варіння, регулюють і враховують за допомогою шестирозрядного електроімпульсного лічильника. Необхідну витрату тріски встановлюють, задаючи частоту обертання ротору дозатора, зміною передаточного числа варіатора при постійній частоті обертання приводного електродвигуна.

У комплект вимірюючої і регулюючої системи входять тахогенератор, що встановлюється на окремому виході варіатора з прискореною по відношенню до ротора дозатора передачею, що показує стрілочний прилад, проградуйований по частоті обертання ротора дозатора. Останній встановлюють на щиті пульта управління.

3.4. Прилади для виміру рівня

Для виміру рівня маси в басейнах і резервуарах, води і луку в мірниках застосовують рівнеміри різної конструкції. Особливою простотою і надійністю відрізняються рівнеміри, за показаннями яких визначають об'єм рідини, що знаходиться в місткостях, або прилади, що підтримують об'єми цих рідин постійними. У першому випадку прилад визначає рівень рідини від дна резервуару до положення рівнеміра. У другому випадку вимір рівня з метою його стабілізації в резервуарі обмежується вузькими межами, що не перевищують 150-200 мм. За принципом дії рівнеміри діляться на механічні і електричні. Механічні рівнеміри у свою чергу діляться навізуальні, для безпосереднього спостереження за положенням рівня, і найбільш поширені поплавцеві (буйкові) і п'єзометричні.

В якості показчика рівня у візуальних рівнемірах служить звичайне оглядове рівнемірне скло або поплавцево-рейковий прилад. За оглядовим склом поміщають проградуйовану шкалу, по зміні показника рівня на якій визначають об'єм рідини в резервуарі. При застосуванні поплавцево-рейкового пристрою в

резервуарі опускають порожнистий металевий поплавець, що плаває на поверхні рідини і переміщається разом із зміною рівня рідини.

Переміщення поплавця за допомогою гнучкого троса або шнура і системи роликів передається покажчику, що переміщується уздовж проградуєваної лінійки, розташованої зовні резервуару. Свідчення цих рівнемірів не являються досить точними, оскільки при опусканні поплавця велика частина троса опускається разом з ним, зменшуючи його плавучість, що призводить до заниження показника об'єму вимірюваної рідини в порівнянні з дійсним.

Досконалішими приладами для визначення рівня рідини у відкритих або закритих резервуарах являються ті, що випускаються вітчизняною промисловістю поплавцеві (буйкові) рівнеміри, що виготовляються у вигляді буйкових без шкальних датчиків рівня з уніфікованими вихідними сигналами, які використовуються в комплекті з вторинними приладами і регуляторами, а також з інформаційними системами, що керують процесом. Ці рівнеміри побудовані за блоковим принципом з використанням уніфікованих мулових перетворювачів і засновані на силовій компенсації зусилля, що розвивається буйковим чутливим елементом.

На рисунку 3.3 показаний інший тип поплавцевого рівнеміра, що має дистанційну передачу на вторинний прилад. Чутливим елементом цього приладу є поплавець 1 циліндричної форми, занурюваний в резервуар з рідиною. Максимальний хід поплавця 1 мм. Переміщення поплавця передається пристрою пневматичної дистанційної передачі через еластичний вивід у вигляді гнучкої сталльної трубки 2, яку поплавець скручує своєю масою. У залежності від міри занурення поплавця в рідину змінюється зусилля, діюче на трубку. Трубка, скручуючись, впливає на стержень 3, який своїм вільним кінцем пов'язаний із заслінкою 4. Обертаючись разом у вільним кінцем стержня, заслінка прикриває або відкриває отвір сопла 5, через який виходить струмінь повітря.

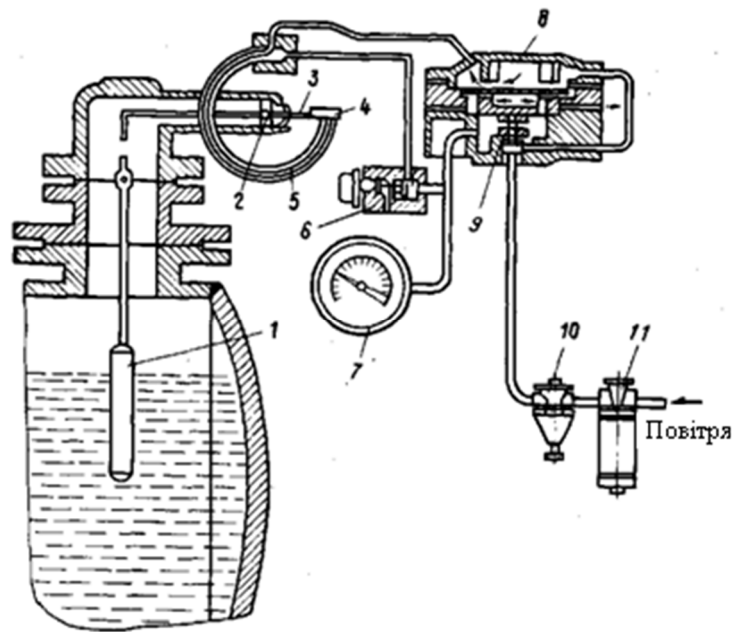


Рисунок 3.3 Пневматичний регулятор рівня

1-поплавок; 2-гнучка сталева трубка; 3-стержень; 4-заслонка; 5-сопло;
6-клапан; 7-вимірювальний пристрій; 8-камера; 9 - золотник; 10 - редуктор;
11 - фільтр.

Електричні рівнеміри. Найбільшого поширення набули вимірники місткісні або радіоактивні, вживані в першу чергу для виміру і сигналізації рівня в закритих і важкодоступних для виміру посудинах. Принцип дії електричних (місткісних) рівнемірів заснований на відмінності діелектричної проникності у водних розчинах солей, кислот і лугів і діелектричної проникності повітря і водяної пари.

Радіоактивні рівнеміри призначені для безконтактного контролю рівня в закритих посудинах, коли із-за високого тиску, температури, агресивності середовища проникнення в посудину і контакти з вимірюваним середовищем неможливі. Тому радіоактивні рівнеміри, особливо гамма-реле, знайшли широке застосування в целюлозному виробництві. Гамма-реле складається з радіоактивного датчика і електронного блоку. В якості радіоактивного випромінювача застосовують кобальт 60 і цезій 137. Джерело випромінювання поміщається в захищену чавунну оболонку, залиту свинцем. У оболонці випромінювача є отвір, через який гамма-промені (при робочому положенні

джерела) проникають в посудину і потрапляють в датчик. Джерела радіоактивного випромінювання розташовані із зовнішнього боку посудини на одному рівні з приймачем-датчиком. Порядок користування цими приладами обумовлюється спеціальною інструкцією.

Спеціальні рівнеміри. Із спеціальних рівнемірів великий інтерес представляють вимірники рівня тріски, вживані для визначення рівня як в бункерах, так і у варильних котлах. Для виміру рівня тріски в бункері використовуються візуальні, електричні (місткостні), радіоактивні, а також п'єзометричні безперервної дії рівнеміри і сигналізатори рівня. Проте, у зв'язку з тим, що тріска має властивість утворювати зведення, прилипати до стінок, злежуватися і зависати на стінках бункерів, для спостереження за рівнем заповнення варильного котла тріскою часто застосовують візуальний контроль, здійснюваний за допомогою установки промислового телебачення.

Процес виміру рівня тріски в живильній трубі установки безперервного варіння типу Камюр характеризується високою динамічністю. Тому вимоги до надійності і ефективності роботи системи виміру і регулювання рівня тріски в живильній трубі досить жорсткі. Для виміру рівня тріски в живильній трубі і подачі сигналу у разі його перевищення встановлюються джерела радіоактивного випромінювання, в якості яких використовується кобальт-60, і детектор-лічильник, що розташовуються із зовнішнього боку в протилежній один до одного стороні. Наявні в електронному блоці два перемикача слугують для контролю верхнього і нижнього рівнів тріски в трубі. Точне налаштування усередині діапазону чутливого приладу здійснюється за допомогою змінного опору.

У режимі контролю верхнього рівня виконавче реле на виході блоку обезпромінюється при повному припиненні або зменшенні інтенсивності опромінення детектора не менше ніж на 15 %. Нормально закриті контакти реле використовуються для подачі сигналу на центральну панель сигналізації, розташовану на щиті контрольно-вимірювальних приладів установки.

При досягненні тріскою і лугом контрольованого рівня одночасно з сигнальним спрацьовує також додаткове реле, і його контакти, розмикаючись, зупиняють електродвигун, що приводить в обертання гвинт пропарювальної камери і електродвигун дозатора тріски, що блокується з ним.

На рисунку 3.4 показана схема рівнеміра, вживаного для контролю рівня тріски у варильному котлі установки безперервного варіння типу Камюр. У разі зниження рівня тріски в котлі нижче нормального ротор рівнеміра не зустрине опору своєму руху. Силою пружності торсіонної трубки вал ротора буде повернений до упору поперечного стержня в обмежувачі, а рухливий контакт притиснутий до нерухомого контакту нижнього рівня. Коли тріска в котлі досягне верхнього рівня, опір, що робиться тріскою, змусить ротор, долаючи пружність торсіонної трубки, обернутися убік, зворотну руху гвинта. При цьому обернеться також контактий стержень і рухливий контакт відійде від контакту нижнього рівня. В цьому випадку на мнемосхемі спалахне лампа нормального рівня. При подальшому підвищенні рівня тріски кут повороту ротора виявиться настільки великим, що рухливий контакт з'єднається з нерухомим контактом верхнього рівня. На мнемосхемі спалахне лампочка, що вказує, що рівень тріски перевищив своє верхнє положення.

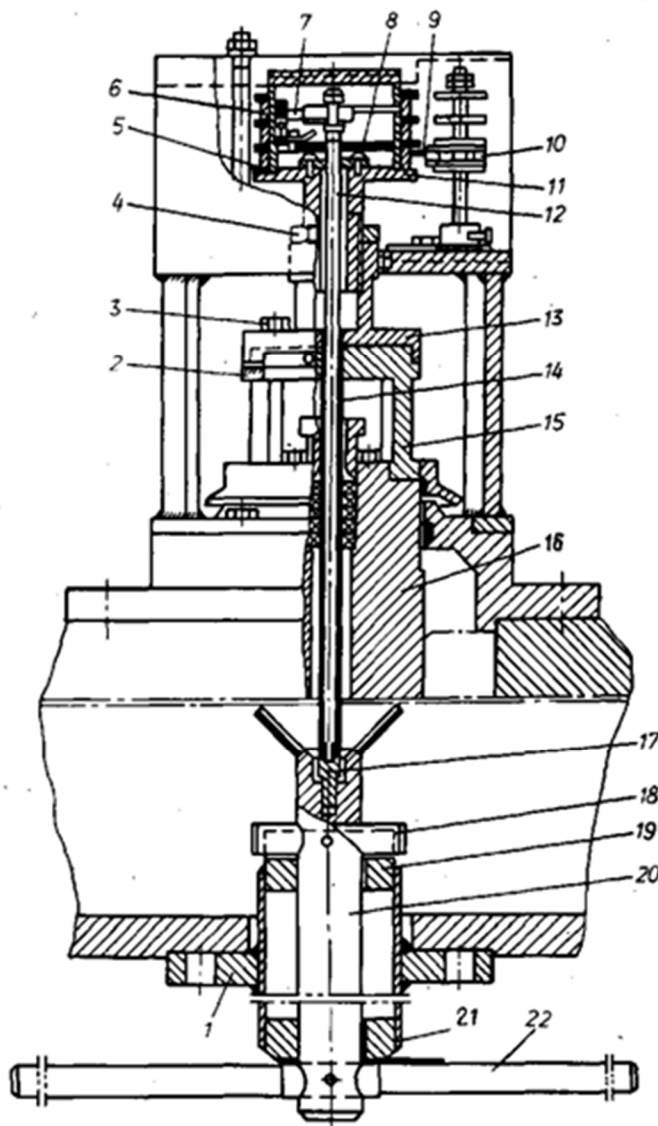


Рисунок 3.4 - Схема позиційного рівнеміра тріски у варильному котлі типу Камюр : 1 - фланець опорної труби; 2 - шкала кута скручування; 3 - фіксувальний болт; 4 - контргайка; 5 - ізолюючі кільця; 6 - контактні кільця; 7 - рухомий контакт; 8 - нерухомий контакт; 9 - щітки; 10 - сіткотримач; 11 - контактна голівка; 12 - контактний стержень; 13 - фланець; 14 - торсіонна трубка; 15 - опора фланця; 16 - вал гвинта; 17 - наконечник торсіонної трубки; 18 - поперечний стержень; 19 - опора валу ротора; 20 - вал ротора; 21 - опорна труба; 22 – ротор

4. ОСОБЛИВОСТІ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ УСТАНОВКИ НВЦ КАМЮР

4.1. Особливості функціонування гідравлічної транспортно-завантажувальної системи неперервного варіння целюлози установки Камюр.

Основним елементом варильного котла є гідравлічна транспортно-завантажувальна система (ТЗС), яка повинна забезпечувати безперервне, впродовж одного року, завантаження варильного котла деревною тріскою. Будь-яка зупинка ТЗС по декілька годин призводить до зниження якості целюлози і збільшення браку товарної целюлози.

Витрати і швидкість лугу в трасах ЦЛІНТ і ЦЛВТ мають постійні значення для будь-якого положення ротора і визначаються продуктивністю насоса циркуляції лугу. Це пояснюється тим, що згідно з проведеними кінематичними розрахунками з наступною математичною обробкою встановлено, що площі сполучень вікон корпусу і вікон наскрізних кишень в кожній секції ротора підкоряються закону гармонійних коливань (коливання відбуваються по отнулевому циклу з певною амплітудою; періодом, частотою і власною частотою коливань).

Отже, витрата і швидкість лугу через ці сполучення теж змінюватимуться за законом гармонійних коливань тільки зі своєю амплітудою, періодом і частотою коливань [2].

В процесі роботи живильника, необхідно встановити оптимальні співвідношення між частотою обертання ротора і швидкістю вступу лугу в кишені ротора. З малюнку видно, що дуговий градус сполучення вікон ротора і вікон завантаження корпусу для двох секцій (графік 1 і 2, див. рис. 4.1) змінюються за синусоїдальним віднульовим законом в межах нуля і 45° . Середній дуговий градус сполучення вікон ротора і вікон завантаження корпусу (графік 3) представляє лінійну залежність з відхиленнями від 36 до 38° - є величина постійна впродовж обороту.

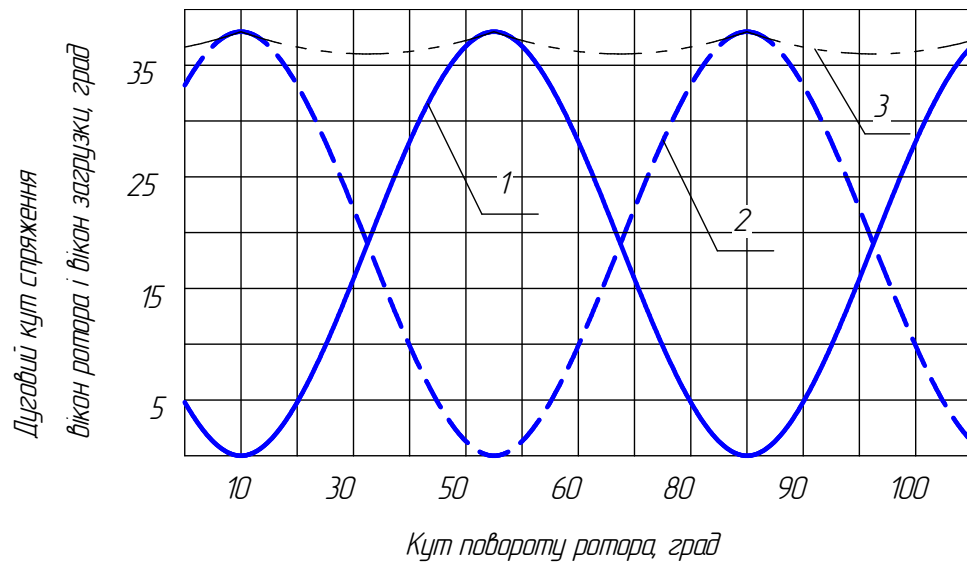


Рисунок 4.1- Залежність дугового кута сполучення вікон ротора і вікон завантаження корпусу при повороті ротора : 1 і 2 - кишені секції 1 і 2 ротора; 3 - сумарне значення дугового градуса для двох перерізів.

Отже, і площа вікон кишень ротора і вікон завантаження корпусу є величина постійна і визначається по формулі:

$$S = L \cdot d_{cp} \cdot \sin(\alpha / 2) \quad (4.1)$$

де S - середня площа сполучення ротора і вікон завантаження корпусу, м^2 ;

d_{cp} - середній діаметр ротора, м ;

α - середній дуговий градус сполучення вікон ротора і вікон завантаження корпусу, град.

Особливості процесів, що відбуваються в ТЗС розглянемо на 3-х режимах експлуатації ТЗС.

Автономну роботу двох трас ЦЛНТ і ЦЛВТ забезпечують замочні функції 50% конічних поверхонь ротора і корпусу, що сполучаються, через проміжки яких здійснюються протікання лугу з варильного котла в поживну трубу. Для будь-якого положення ротора довжина проміжку на будь-якій з 4-х ділянок кожної секції корпусу змінюється за законом гармонійних коливань з амплітудою від до, зі своєю

частотою і періодом коливань. Отже, і швидкість, і витрата протікань лугу через проміжки підкорятимуться закону гармонійних коливань.

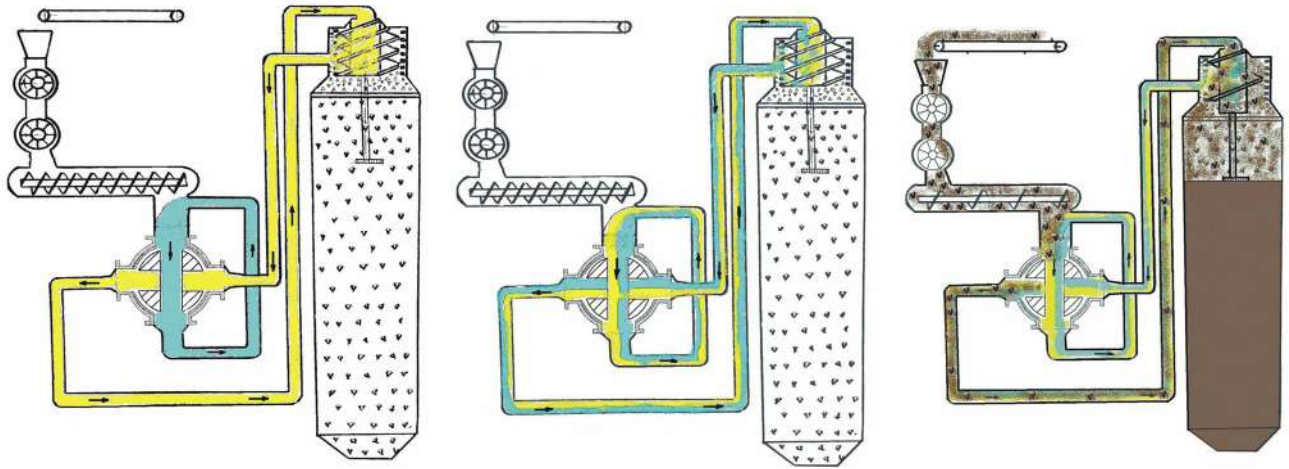


Рисунок 4.2-Режими роботи транспортно-завантажувальної системи варильного котла деревною тріскою: а) I-й режим експлуатації. Ротор ЖВТ не обертається ; б) - II-й режим експлуатації. Ротор ЖВТ обертається а дозатора тріски не обертається ; в - III - режим експлуатації. Ротор ЖВТ і дозатора тріски обертається.

1-й режим - підготовка ТЗС до роботи (рис. 4.2, а) На цьому етапі з 5-ти технологічних ліній установки працюють дві - 2-а - ЦЛНТ і 3-а - ЦЛВТ. Завантаження і транспортування тріски не відбувається. На рис. 4.1, а видно, що 2-а і 3-а лінії працюють в автономному режимі, перехрещуються і між собою не пов'язані. Це досягається тим, що роторний живильник КТС не обертається. У замкнутій системі ЦЛНТ за допомогою насоса луг рухається послідовно по трубопроводу, поживній трубі і кишені нерухомого ротора у вертикальній площині з постійною швидкістю і витратою лугу це забезпечується тим, що площа в поперечному перерізі наскрізних кишень ротора КТС, що рухається, є величина постійна, а її площа у будь-який момент часу визначається по формулі:

$$S = S_1 + S_2 = L_1 \cdot l_1 + L_2 \cdot l_2 = \left(\frac{L_1 \pi d_{cp}}{360^\circ} \cdot \alpha \right) + L_2 \frac{\pi d_{cp}}{360^\circ} \cdot (\alpha + 45^\circ) \quad (4.2)$$

де S , S_1 і S_2 площі поперечного перерізу двох секцій, мм^2 ;

$\alpha=38$ - кут сполучення вікон завантаження корпусу і вікон кишень ротора у вертикальній площині, град; 45 - кут повороту вікон ротора другої секції, град. Наскрізнi кишені ротора в одній секції зрушені відносно кишень другої секції на 45° ;

L_1 і L_2 - довжини вікон завантаження по твірній ротора, м;

d_{cp} середній діаметр ротора, мм.

Зрівняння (4.1) і рис. 4.2 видно, що в одній кишені ротора вертикальної площини площа сполучення ротора і вікон завантаження корпусу змінюється по синусоїдальному від нульовому. Сумарна площа сполучення вікон кишені ротора і вікон корпусу в двох секціях у будь-який момент часу є величина постійна і коливається у межах від 43 до 45 градусів. Згідно з роботою [1], конструктивно площі двох вікон корпусу по площі в два рази більше площі перерізи труби трубопроводу, і, оскільки, для будь-якого положення ротора площа сполучення вікон ротора і корпусу є величина постійна і дорівнює площі труби ЦЛНТ. Таким чином, в замкнутій системі трубопровід, поживна труба і кишені ротора у вертикальній площині площа поперечного перерізу є величина постійна і дорівнює 0,32 м, а, отже, швидкість лугу і витрата лугу є величини постійні. Резюме: 1) Для будь-якого положення ротора сполучення вікон кишені ротора і вікон корпусу є величина постійна.

2) Витрата лугу, швидкість лугу і площа будь-якого перерізу ЦЛНТ є величини постійні, що спрощує розрахунки витрати і швидкості лугу ТЗС.

У замкнутій системі ЦЛВТ за допомогою насоса луг рухається послідовно: 1) кишені ротора в горизонтальній площині; 2) трубопровід; 3) верхня частина варильного котла і 4) трубопровід 5) вікон корпусу ЖВТ.

У замкнутій ТЗС площа поперечного перерізу на будь-якій ділянці трубопроводу і кишені ротора величина постійна. Отже, з аналізу швидкості витрати лугу по замкнутій ТЗС є величина постійна ($Q_H=0,2 \text{ м}^3/\text{с}$).

2-й режим експлуатації ротора обертається. Тріска не подається в живильну трубу (рис. 4.2, б). При цьому режимі експлуатації відбувається «обмін» - частина гідросуміші із зони ЦЛНТ переходить в зону ЦЛВТ. З'являється таке поняття як

кратність циркуляції гідросуміші, що показує яка кількість гідросуміші, кратна об'єму кармана ротора, проходить через живильник за час одного обороту ротора:

$$K = \frac{Q_H \cdot 60}{V_p \cdot n} \quad (4.3)$$

де K - кратність циркуляції гідросуміші через кишені ротора, що обертається;

$Q_H = 0,2$ - продуктивність насоса циркуляції лугу низького тиску, $\text{м}^3/\text{с}$;

$V_p = 0,84$ - сумарна місткість кишень ротора;

n - число оборотів ротора, с - час одного обороту, с .

Заналізувавши формулу (4.3) видно, що кратність циркуляції лугу низького тиску залежить від: 1) продуктивності циркуляції лугу низького тиску; 2) сумарних місткостей кишень ротора і 3) частоти обертання ротора.

Кратність циркуляції лугу показує скільки об'ємів лугу використовується в кільцевій трасі ЦЛНТ для того, щоб вистовхнути один об'єм лугу високого тиску, який поступив з траси ЦЛВТ при повороті ротора на 90° . Оскільки продуктивність насосів ЦЛНТ і ЦЛВТ однакові, то і кратність циркуляції лугу на цих трасах буде однаковою.

Заналізуючи кратність циркуляції лугу через кишені ротора, що обертається, видно, що продуктивність насоса циркуляції можна умовно розділити на два потоки: 1) потік лугу, який переходить за допомогою кишень ротора з траси ЦЛНТ в трасу ЦЛВТ; 2) потоком лугу, що рухається по трасі ЦЛНТ.

3-режим - режим експлуатації. Ротор обертається. Працює дозатор лугу і усі 5-ть ділянок траси ТЗС (рис 4.2, в). У цьому режимі експлуатації на ділянці від поживної труби, кишені ротора, що обертається, у вертикальній площині, а потім в горизонтальній площині і далі, по трубопроводу у верхню частину варильного котла разом з лугом через кишені ротора завантажуються і переміщається тріска.

Продуктивність завантаження тріски кишенями ротора КТС визначається частотою обертання ротора. Із збільшення частоти обертання ротора з 3 до 8, витрата транспортування лугу збільшується. Щоб збільшити завантажувальну

здатність КТС необхідно, згідно з формулою (4.2), збільшити продуктивність насоса ЦЛНТ і ЦЛВТ

4.2 Залежність експлуатаційних параметрів ЖВТ від частоти обертання.

Продуктивність насосів ЦЛНТ і ЦЛВТ забезпечують постійну продуктивність рівну $Q_n = 0,2 \text{ м}^3/\text{с}$ при нерухомому роторі, що обертається (графік 1, див. рис.4.2). При нерухомому роторі дві траси ЦЛНТ і ЦЛВТ не пов'язано між собою і працюють в автономному режимі. При цьому ці дві траси перехрещуються в роторному живильнику КТС через наскрізні кишені ротора, що обертається.

При обертанні ротора живильник КТС зберігаючи автономну роботу усіх трас і забезпечує обмін лугу між трасами ЦЛНТ і ЦЛВТ по формулі:

$$Q_{\text{ш}} = \frac{V_p}{t} = \frac{V_p \cdot n}{60} = \frac{0,84 \cdot 3(5/8)}{60} = 0,042/0,07/0,112 \text{ м}^3/\text{с} \quad (4.4)$$

де $Q_{\text{ш}}$ – витрати лугу в трасах ЦЛНТ та ЦЛВТ;

$V_p=0,84 \text{ м}^3$ – об'єм карманів ротора;

t – час одного оберту ротора, с.

З аналізу формули (4.3) видно, що із збільшенням обертів ротора з 3;5 і 8 хв^{-1} кількість обмінного лугу, який переходить з траси ЦЛНТ в трасу ЦЛВТ і, навпаки, зростає відповідно з 0,042; 0,07 і 0,112 $\text{м}^3/\text{з}$ або у відсотках від продуктивності насоса 21%; 35% і 56%. З іншого боку коефіцієнт корисної дії (ККД) усієї установки визначається кількістю лугу що перейшла з траси ЦЛНТ в трасу ЦЛВТ, яке може досягати таких значень $\text{ККД} = 0.21; 0,35 \text{ } 0,56$. Саме кількість обмінного лугу між трасами ЦЛНТ і ЦЛВТ і визначає продуктивність усієї установки.

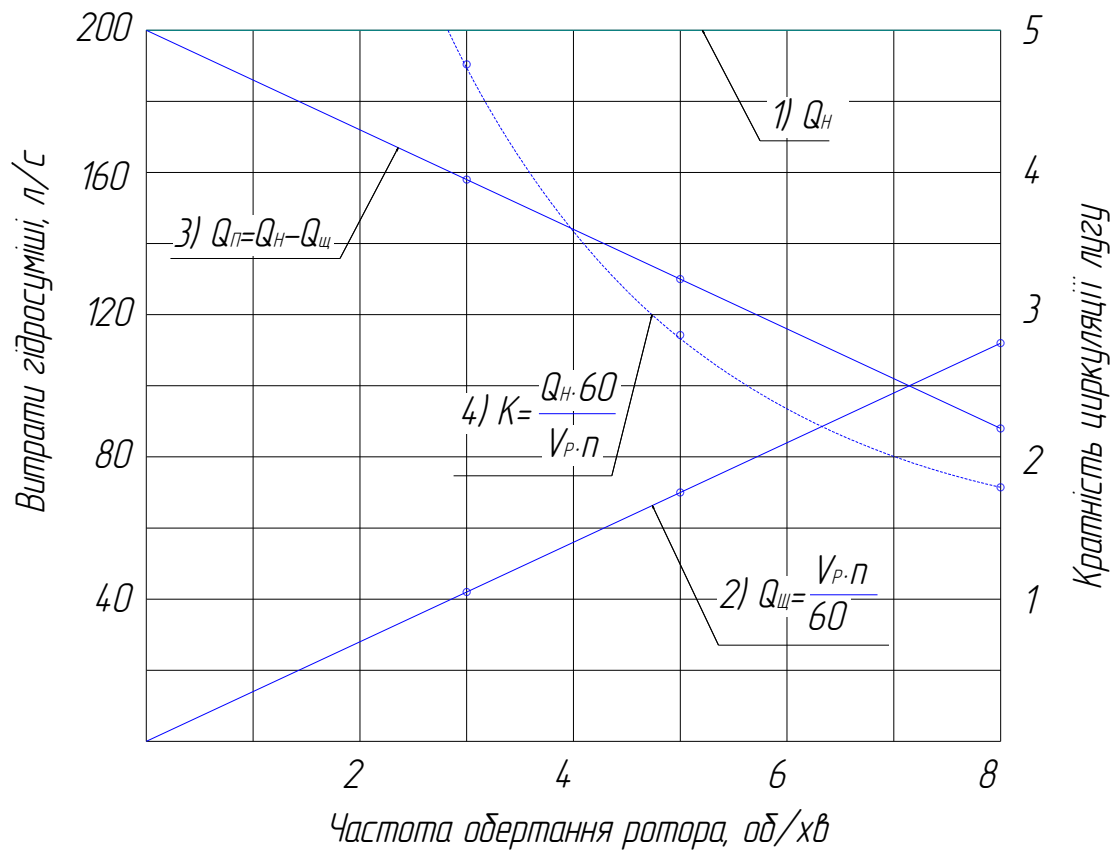


Рисунок 4.3 - Залежність експлуатаційних параметрів живильника КТС від частоти обертання ротора : 1 - продуктивність насоса ЦЛНТ; 2 - Витрата лугу, що переходить з трасі ЦЛНТ в трасу ЦЛВТ і навпаки; 3 – Витрати лугу що залишаються постійно в одній з трас циркуляції; 4 - характеристика витрати лугу - кратність циркуляції лугу.

Витрата лугу постійно що залишається в трасі ЦЛНТ і ЦЛВТ визначається по формулі:

$$Q_{\pi} = Q_H - Q_{\text{ш}} = 0,2 - 0,042(0,07 / 0,112) = 0,157 / 0,13 / 0,088) \text{ м}^3 / \text{с} \quad (4.5)$$

Аналіз формули (4.4) показує, що із збільшенням частоти обертання ротора з 3,5 і 8 хв⁻¹ проходить зменшення кількості продуктивності насоса циркуляції лугу, який йде на ЦЛНТ або ЦЛВТі відповідає 79% 65% і 44%.

Кратність циркуляції лугу в трасі. Вона показує яку кількість лугу, кратну об'єму кишені ротора, проходить через живильник за час спряження вікон ротора і корпусу:

$$K = \frac{Q_H \cdot 60}{V_p \cdot n} = \frac{0,2 \cdot 60}{0,84 \cdot 3(5/8)} = 4,76 / 2,857 / 1,785 \quad (4.6)$$

Із збільшення частоти обертання ротора зменшується кратність циркуляції лугу в тросах і отже зменшується завантажувальна і вивантажувальна здатність кишень, ротора, що обертається.

Таблиця 4.1 - Характеристики потоків лугу, тріски і гідросуміші

Характеристики	Частота обертання ротора, хв. ⁻¹		
	3	5	8
Час одного оберту ротора, с, $t = \frac{60}{n}$	20	12	7,5
Продуктивність установки, т/сутки	500	500	500
Об'єм карманів ротора, м ³ /с, V_p	840	840	840
Продуктивність насоса ЦЛНТ, м ³ /с, Q_H	0.2	0.2	0.2
Продуктивність насоса ЦЛВТ м ³ /с, Q_H	0.2	0.2	0.2
Пропускна спроможність ротора м ³ /с, $Q_{ш} = \frac{V_p}{t}$ об'єм лугу, що переходить через кармани ротора із траси ЦЛНТ в трасу ЦЛВТі навпаки	0.042	0.07	0.112
Витрати по замкнутим трасам ЦЛНТ и ЦЛВТ, % (м ³ /с), Q_{π}	17.39 (0.034)	25.9 (0.051)	25.9 (0.071)
Кратність циркуляції лугу через ЖВТ, N	4.76	2.85	1.785
Витрати ЦЛНТ, % (м ³ /с)	82.61 (0.158)	74.1 (0.13)	64.1 (0.129)
Витрати ЦЛВТ, % (м ³ /с)	82.61 (0.158)	74.1 (0.13)	64.1 (0.129)

4.3 Математична модель загрузки-вигрузки гідросумішню карманів ротора ЖВТ Камюр

Представимо що геометрична модель поперечного перерізу ротора, корпусу і живильника КТС, розділених на 36 рівних секторів і поперечних перерізів корпусу (рис 4.3) з розподіл його ділянок на I, - V - вікна завантаження; III - VII - вікна вивантаження. На підставі досліджень кінематичних сполучень

вікон корпусу і вікон ротора, що обертається, були отримані залежності змін фізичних величин від часу обертання ротора.

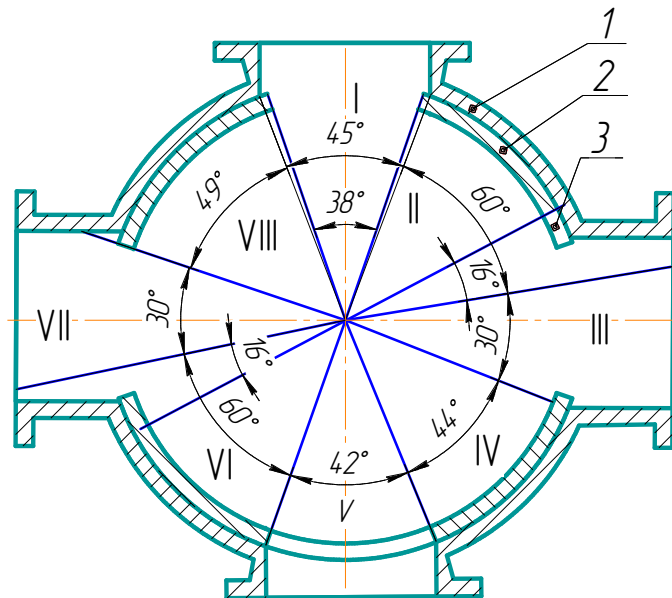


Рисунок 4.4- Поперечний переріз корпусу живильника: 1 – корпус; 2 – ротор; 3 – холодильник; I і V - вікна завантаження; III і VII - вікна вивантаження; II, IV, VIII - робочі поверхні між вікнами.

Визначення коливань фізичних величин в роторному живильнику КТС.

1. Період коливання радіусу, ротора, що обертається, відносно поверхні корпусу визначали шляхом ділення довжини кола на швидкість руху радіусу ротора.

$$T_0 = \frac{\pi d_{cp}}{V} = \frac{\pi \cdot d_{cp} \cdot 60}{\pi \cdot d_{cp} \cdot n} = \frac{60}{n} = \frac{60}{5} = 12c. \quad (4.7)$$

де $d_{cp}=0,86$ - середній діаметр ротора, м;

n - частота обертань ротора, $хв^{-1}$;

V - швидкість обертання ротора, м/с.

Результати розрахунку заносимо в таблиці. 1.

2. Визначаємо період коливань усієї конічної поверхні корпусу відносно усієї конічної поверхні ротора по формулі:

в радіанах
$$T_{\Sigma} = \frac{(\pi d_{\tilde{n}\delta} + \pi d_{\tilde{n}\delta})}{V} = \frac{2 \cdot \pi \cdot d_{\tilde{n}\delta} \cdot 60}{\pi \cdot d_{\tilde{n}\delta} \cdot n} = \frac{120}{n} = \frac{120}{5} = 24c. \quad (4.8)$$

в градусах
$$T_{\Sigma} = \frac{d_{\tilde{n}\delta} \cdot (\alpha_p^{\circ} + \alpha_k^{\circ}) \cdot \pi}{2 \cdot V \cdot 180^{\circ}} = \frac{d_{\tilde{n}\delta} \cdot (\alpha_p^{\circ} + \alpha_k^{\circ}) \cdot \pi \cdot 60}{\pi \cdot d_{\tilde{n}\delta} \cdot n \cdot 180^{\circ}} = \frac{(\alpha_p^{\circ} + \alpha_k^{\circ})}{6 \cdot n} = \frac{(360^{\circ} + 360^{\circ})}{6 \cdot n} =$$

$$\frac{720^{\circ}}{6 \cdot n} = \frac{720^{\circ}}{6 \cdot 5} = 24c. \quad (4.9)$$

3. Визначаємо половину періоду коливання вікон конічних сполучень ділянки дуги завантаження корпусу і ділянки дуги ротора, що обертається, з використанням формули (4.7):

$$\frac{T}{2} = \frac{(\alpha_{p1}^{\circ} + \alpha_{k1}^{\circ})}{6 \cdot n} = \frac{(38^{\circ} + 45^{\circ})}{6 \cdot 5} = 2,766\tilde{n} \quad (4.10)$$

а повний період $T=5,532$ с.

де α_{k1} і α_{p1} дугові градуси вікон завантаження корпусу і вікон завантаження ротора, град.

Аналогічні результати отримаємо і для вікон вивантаження α_{p2} при різних поворотах ротора і занесемо до таблиці. 4.2.

4. Визначимо частоту власних коливань:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f = \frac{2 \cdot 3,14}{5,532} = 1,135c^{-1} \quad (4.11)$$

де число коливань не за секунду, а за секунду;

5. Визначаємо частоту коливань фізичних величин

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{5,532} = 0,18\tilde{n}^{-1} \quad (4.12)$$

6. Визначаємо амплітуду коливань фізичних величин : 1) дугового градуса φ ; 2) довжини дуги, що стягує дуговий градус ℓ ; 3) площа сполучення вікон корпусу і вікон, ротора S і результати, що обертається, заносимо в таблиці. 1.

Довжини дуги, що стягує дуговий градус 1 на ділянці завантаження:

$$\ell = \frac{d_{\tilde{n}\delta}}{2} \cdot \varphi = \frac{d_{\tilde{n}\delta}}{2} \cdot \varphi^{\circ} \frac{\pi}{180^{\circ}} = \frac{0,86 \cdot 45^{\circ} \cdot 3,14}{2 \cdot 180^{\circ}} = 0,34 \text{ м} . \quad (4.13)$$

Де φ - дуговий градус вікна завантаження, град.

Площа сполучення вікон завантаження корпусу і вікон кишень, ротора, що обертається:

$$S = \frac{d_{\tilde{n}\delta}}{2} \cdot \varphi \cdot L = \frac{d_{\tilde{n}\delta}}{2} \cdot \varphi_1^{\circ} \frac{\pi}{180} \cdot L = \frac{0,86 \cdot 45^{\circ} \cdot 3,14}{2 \cdot 180^{\circ}} \cdot 0,45 = 0,153 \text{ м}^2 \quad (4.14)$$

де $L=0,45\text{м}$ - довжина вікна завантаження корпусу по твірній, м;

S - площа вікон завантаження, м^2 .

Таблиця 4.2 - Значення дугових градусів, довжин дуг і площ поверхонь деталей КТС, що сполучаються

№ п/ п	Фізичні характеристики	Кути секторів ділянок корпусу, φ , град.		
		$\varphi_I = 45^{\circ}$ $\varphi_{IV} = 45^{\circ}$	$\varphi_{III} = 30^{\circ}$ $\varphi_{VII} = 30^{\circ}$	Формули
1	2	3	4	5
1.	Період коливання величин ($T_i, \text{сек}$) при частих обертаннях ротора, хв	Загрузка 3 9,22 5 5,52 8 3,458	вигрузка 5,55 4,53 2,83	$T = \frac{(\alpha_p + \alpha_e)}{6 \cdot n}$
2.	Частота коливань довжини проміжку причаст оті обертання ротора, $n, \text{хв}^{-1}$	3 0,216 5 0,36 8 0,57	0,36 0,44 0,7	$\left(f = \frac{1}{T}, \text{сек}^{-1} \right)$
3.	Циклічна (кругова) частота коливань, с^{-1} , при обертах, хв^{-1}	3 0,68 5 1,13 8 1,816	1,13 1,37 2,219	$\omega_0 = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5
4.	Амплітуда коливань: 4.1. дугового градуса вікна (загрузки, вигрузки), φ, град.; 4.2. довжини дуги, що відповідає дуговому градусу, l, м 4.3. площа вікна загрузки, вигрузки, m^2	45 0,34 0,153	30 0,225 0,1	$\varphi = \varphi_3(\varphi_B)$ $l_1 = \frac{d_{cp}}{2} \cdot \varphi_1, m$ $S = \frac{d_{cp}}{2} \cdot \varphi_1 \cdot L_1$
5.	Формули для визначення координат дугового градуса, довжини дуги, площі сполучення) у будь-який момент часу : 8.1. від кута повороту ротора. 8.2 в залежності від періода і часу t	$X_\varphi(X_t; X_s) = A \cdot \sin \varpi_0 \cdot t + A \cdot \cos \varpi_0 \cdot t = A$ $X_{\Sigma 3} = A \sin \frac{2\pi}{T_1} \cdot t_1 + A \cos \frac{2\pi}{T_1} \cdot t_1 = A$		

7. Визначаємо координати коливального руху фізичних величин сполучень вікон корпусу і вікон ротора (секції, що обертається, 1 і секції 2 ротора по твірній ротора зрушена на 45° , а кут повороту дугового градуса вікон 1-ої секції ротора зрушений відносно дугового градуса 2-ої секції на $90^\circ (\pi/2)$.

Для дугового градуса:

$$X_{\varphi 1} = \varphi_{1-I} + \varphi_{1-II} = \varphi_{1-I} \left(\sin \frac{2\pi}{T} \cdot t + \cos \frac{2\pi}{T} \cdot t \right) \quad (4.15)$$

$$X_{\varphi 1} = 45^\circ \left(\sin \frac{2 \cdot 3,14}{5,53_1} \cdot t + \cos \frac{2 \cdot 3,14}{5,53} \cdot t \right)$$

Для довжини дуги, стягуючої дуговий градус на ділянках загрузки:

$$X_{l_1} = l_{1-I} + l_{1-II} = \varphi \frac{d_{\text{н\delta}}}{2} \left(\sin \frac{2\pi}{T} \cdot t + \cos \frac{2\pi}{T} \cdot t \right) \quad (4.16)$$

Для площі, збігання вікон корпусу і вікон ротора, що обертається:

$$X_{S1} = S_{I=I} + l_{I-II} = \varphi_1 \frac{d_{cp}}{2} \cdot L \left(\sin \frac{2\pi}{T_1} \cdot t_1 + \cos \frac{2\pi}{T_1} \cdot t_1 \right) \quad (4.17)$$

На рис.4.5 приведені значення фізичних величин на розгорнутій поверхні корпусу. У першій секції корпусу (рис.4.5, а) у вікон завантаження I і V і вікон вивантаження III і VII - фізичні величини описуються по віднульовому синусоїдальному закону, а в другій секції корпусу (рис. 4.5, б) описуються по віднульовому косинусоїдальному закону. На ділянках I і III (рис.4.5, а і б) значення фізичних величин позитивні (що входять в ротор), а на ділянках V і VII - відємні величини (що виходять з ротора). Якщо скласти фізичні величини на ділянках I (рис.4.5, а і б), то отримані фізичні величини матимуть постійні чисельні значення незалежно від частоти обертання ротора.

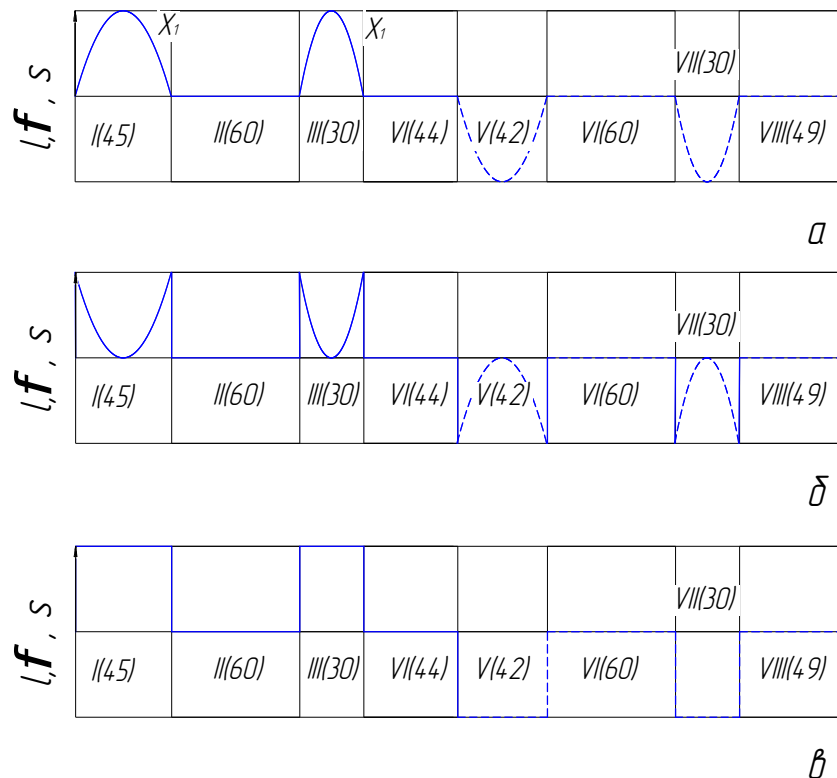


Рисунок4.5 - Значення фізичних величин на конічній поверхні корпусу живильника: а, б і в - відповідно на першій, другій секціях і сумарне значення на двох секціях; X1 –довжина, ф -дуговой градус і S - площа сполучення вікон ротора і корпусу); X1 X2- постійне значення фізичної величини.

ВИСНОВКИ

1. Приведені основні типи промислового транспорту установок шведської фірми Камюр, японською Пандія, німецькою Бауэр і французької Дефібратор, які використовуються у світі, виробляючи більше 85% товарів целюлози і напівцелюлози і які можуть бути використані в Україні для переробки деревної сировини і відходів сільськогосподарських однорічних рослин. Вказано на переваги та недоліки кожної з систем, та обумовлено вибір саме системи Камюр.

2. Описано механічне устаткування установки НВЦ що включає: загальний пристрій, принцип роботи, сучасні конструкції окремих вузлів і їх елементів, сфери застосування, теорію.

3. Приводиться структурна схема роботи установки НВЦ і П. Виділені три основних і два допоміжні блоки, які здійснюють техпроцес підготовки і транспортування тріски в котел в автоматичному режимі. Виділена в установці НВЦ основні функціональні ознаки, які властиві механічному устаткуванню завантажувального пристрою.

4. Наведено найбільш поширені пристрої для моніторингу стану системи НВЦ. Так для здійснення контролю рівня лугу в поживній трубі широко використовують радіоактивні рівнеміри. Для контролю рівня лугу у варильному котлі або резервуарі добре себе зарекомендували спеціальні рівнеміри (візуальні, електричні, сигнальні).

5. У транспортно-завантажувальній системі можна виділити п'ять самостійних трас. Механічна траса підготовки тріски, і чотири траси гідротранспорту, які опрацьовуються і регулюються роторним живильником високого тиску.

6. Живильник КТС забезпечує: 1) автономну роботу двох гідравлічних трас; 2) розподіл витрати лугу насоса циркуляції на два потоки у своїй і чужій трасах; 3) витрата лугу з однієї траси в іншу трасу залежить від частоти обертання і змінюється від 20% до 50%; 4) коефіцієнт корисної дії установки залежить від

кількості лугу такою, що переходить з однієї траси, через кишені ротора, що обертається, в іншу трасу і досягає величин від 0,2 до 0,56.

7. За відсутності вступу тріски в кишені живильника кількість лугу, що поступає в кишені живильника і виштовхувані з кишень об'єми лугу однакові і залежать від частоти обертання ротора.

8. Завантаження тріски у варильний котел здійснюється частиною витрати лугу насосом, який проходить через кишені, ротора, що обертається.

9. Величина проміжку, витрати і швидкість протікання лугу через проміжки в живильнику КТС змінюється за синусоїдальним (у 1-ій секції) і косинусоїдальним (2-а секція) законом, що дозволяє вирівняти

10. Производительность живильника КТС визначається: 1) продуктивністю насоса циркуляції; 2) коефіцієнт корисної дії установки і 3) кратність циркуляції лугу

11. Координати фізичних величин здійснюють вільні коливання і міняються з часом за законом синуса в першій секції і за законом косинуса в другій секції. Ці явища досягається тим, що вікна наскрізних кишень 1-ої секції зміщені відносно вікон кишень 2-ої секції на 45° .

12. Фізичні величини (дуговий градус сполучень вікон корпусу і вікон ротора, що обертається, довжини дуги дугового градуса і площа сполучень вікон корпусу і вікон ротора, що обертається) змінюються в кожній секції за синусоїдальним або косинусоїдальним законом і зрушені один відносно одного на 90° .

13. Сумарне значення фізичних величин в двох секціях при будь-якому положенні ротора є величина постійна і дорівнює амплітуді фізичних величин і не залежить від частоти обертання ротора. Постійна площа сполучення вікон корпусу і вікон, ротора, що обертається, дозволяє спростити розрахунки за визначенням витрати і швидкості гідросуміші в трасах циркуляції лугу низького і високого тисків.

Перелік Посилань

1. Pulp and Paper Chemistry and Technology (4 Volume Set) / M. Ek, G. Gellerstedt, H. Henriksson. — Wiley, 2009. — 1328 p..
2. Павлище В. Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин: підручник / В. Т. Павлище. — 3-тє вид., допов. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. — 560 с.
3. Bloch H. P. Pump Users Handbook: Life Extension / H. P. Bloch, A. Budris. — 4th ed. — Fairmont Press / CRC Press, 2014. — 448 p.
4. Handbook of Pulp / Edited by H. Sixta. — Weinheim: Wiley-VCH, 2006. — 2 vols., 1356 p
5. Погрелюк І. М. Зміцнення та корозійна стійкість конструкційних матеріалів / І. М. Погрелюк, М. С. Коваль. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. — 212 с.
6. Bajpai P. Biotechnology for Pulp and Paper Processing / P. Bajpai. — Springer, 2018. — 355 p.
7. Тимошенко В. М. Машини та апарати хімічних виробництв / В. М. Тимошенко, Л. М. Рабинович. — Київ: НТУУ «КПІ», 2012. — 320 с.
8. Biermann C. J. Essentials of Pulping and Papermaking / C. J. Biermann. — Academic Press, 2003. — 408 p.
9. Singh P. Corrosion in the Pulp and Paper Industry // Uhlig's Corrosion Handbook / R. W. Revie (Ed.). — 3rd ed. — Wiley, 2011. — P. 1105–1120.
10. Кононенко В. К. Трибологія і надійність машин / В. К. Кононенко. — Харків: НТУ «ХПІ», 2016. — 280 с.
11. Crowe C. T. Multiphase Flows with Droplets and Particles / C. T. Crowe, M. Sommerfeld, Y. Tsuji. — CRC Press, 2011. — 488 p.
12. Шпак З. Я. Оптимізація режимів роботи технологічного обладнання / З. Я. Шпак // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Динаміка, міцність машин і приладів. — 2014. — № 799. — С. 112–117.

13. Schweitzer P. A. Corrosion Resistance Tables: Metals, Nonmetals, Coatings, Mortars, Plastics, Elastomers and Linings / P. A. Schweitzer. — 5th ed. — CRC Press, 2004. — 584 p.

14. Lignin and Lignans: Advances in Chemistry / C. Heitner, D. Dimmel, J. Kadla (Eds.). — CRC Press, 2010. — 552 p.

15 Залога В. А. Діагностика та надійність машин / В. А. Залога. — Суми: СумДУ, 2015. — 340 с.