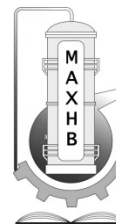


Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

НТУУ “КПІ”



Інженерно-хімічний факультет

**Збірник тез доповідей VIII всеукраїнської науково-
практичної конференції студентів, аспірантів і молодих
вчених**

**”ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ
І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ”**

Частина 2

Голова оргкомітету: д.т.н., професор, зав. кафедри МАХНВ
Корнієнко Ярослав Микитович

Члени оргкомітету:
НТУУ «КПІ»

к.т.н., професор Марчевський Віктор Миколайович
д.т.н., професор Мікульонюк Ігор Олегович
к.т.н., доцент Андреев Ігор Анатолійович
к.т.н., доцент Швед Микола Петрович
к.т.н., доцент Зубрій Олег Григорович
к.т.н., доцент Степанюк Андрій Романович

ІТТФ НАН України

д.т.н., професор Снежкін Юрій Федорович

Грузинський технічний університет

д.т.н., професор Какубава Реваз (Івері) Володимирович

Редактор к.т.н., доцент Степанюк Андрій Романович

Комп'ютерна верстка: Венедиктов М.В.

Рекомендовано до друку
кафедрою машин та апаратів хімічних
і нафтопереробних виробництв
Протокол № 10
від 13 квітня 2011 р.

СЕКЦІЯ 3

**«МАШИНИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ
ВИРОБНИЦТВ»**

УДК 665.633.8

МАЛОТОННАЖНІ УСТАНОВКИ ПЕРЕРОБКИ ВУГЛЕВОДНЕВОЇ СИРОВИНИ.

к.т.н, доц. Ільєнко Б.К., студент Верхогляд В.В.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Сучасні великотоннажні способи перегонки вуглеводневої сировини (нафта, газовий конденсат ...) у своєму апаратурному оформленні включають насоси, теплообмінники, трубчасті печі, ректифікаційні колони.

Малотоннажні установки первинної перегонки зазвичай повторюють принципові технологічні рішення аналогічних великотоннажних установок. При цьому апаратурне оформлення процесу перегонки відрізняється високою металомісткістю і вимагає значних капітальних вкладень.

З огляду на високу вартість і складність експлуатації малотоннажних установок, виконаних за схемою великотоннажних НПЗ, постійно розробляються нетрадиційні технологічні рішення перегонки вуглеводневої сировини з відмовою, перш за все від ректифікаційних колон або зі спробами їх значного зменшення.

Але, крім того, класична ректифікація характеризує собою рівноважний підхід. У фізиці ж ідеальні рівноважні процеси характеризуються тим, що вони йдуть нескінченно повільно за часом і нескінченно розтягнуті по простору. А це означає по відношенню до класичного процесу ректифікації, що чим більше колон на установці, тим більше вони за розміром і чим більше в них тарілок і ковпачків - тим з більшою ймовірністю можна отримати фракції із заданими параметрами з деякої кількості тарілок. І тим менше такий процес буде залежати від коливань процентного складу вихідної сировини. Ясно, що, залишаючись у рамках рівноважного підходу не можна в десятки разів скоротити розміри ректифікаційних колон, їх кількість і при цьому стабільно (по відношенню до коливань складу сировини) отримувати якісний продукт.

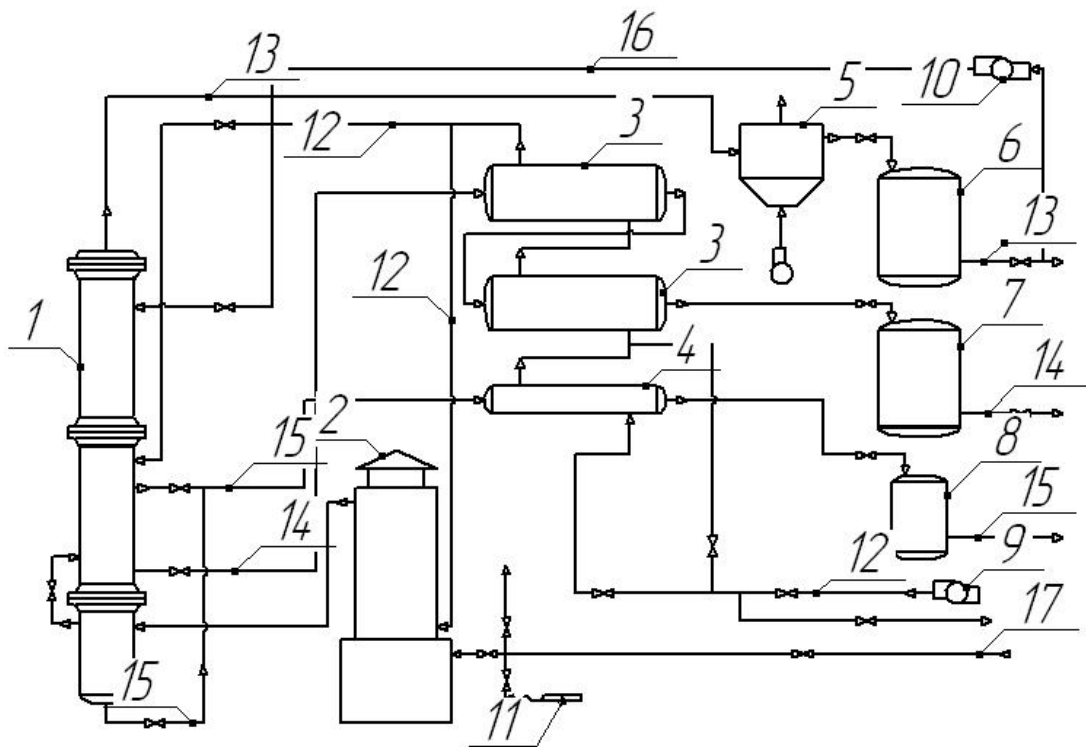
Спосіб перегонки вуглеводневої сировини, ґрунтується на одноразовому випаровуванні та поетапному охолодженні на кожному ступені перегонки.

Новим є те, що поділ на парову і рідку фазу на всіх щаблях перегонки проводять у циклонних випарниках-сепараторах, конструкція яких забезпечує не тільки ефективне розділення парової та рідкої фази, а й ефективно обмежує вихід парів важких фракцій разом з парами легких фракцій на наступний щабель перегонки. Таким чином, реалізований нами

нерівноважний підхід у поділі вуглеводневої сировини (нафта, газовий конденсат і т.д.) ґрунтується на газодинамічному рішенні.

Переваги при реалізації способу на практиці:

1. Простота і надійність в обслуговуванні.
2. Високий рівень автоматизації.
3. Можливість обліку нафтопродуктів (сировина і готова продукція) з точністю до 100 мл, у тому числі з виведенням всіх даних на комп'ютер, і з можливістю віддаленого контролю.
4. Високий рівень безпеки - тиск у технологічній лінії близько до атмосферного тиску.
5. Нечутливість до коливань процентного складу сировини, що переробляється.



1 – колона ректифікаційна; 2 – піч нагріву сировини; 3 – кожухотрубчатий теплообмінник дизельної фракції; 4 – кожухотрубчатий теплообмінник важкого залишку; 5 – повітряний холодильник бензинової фракції; 6, 7, 8 – продуктивні ємності; 9 – насос для сировини; 10 – циркуляційний насос; 11- запальник.

Рисунок 1.1 – Схема нагріву газового конденсату

УДК 664.8.047

РОЗРАХУНОК ПОВІТРЯНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ ІЗ ЗОВНІШНІМ ОРЕБРЕННЯМ

к.т.н., доц. Лукашова В.В., студент Горошко О.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

У теплоенергетиці, хімічній промисловості, холодильній техніці та у системах вентиляції та кондиціювання приміщень широко застосовуються калорифери для нагріву та охолодження повітря із зовнішнім оребренням теплообмінних труб.

Найчастіше використовують пластинчасте оребрення круглого та прямокутного профілю (рисунок 1 а, б) у яких ребра виконанні із металу з високою теплопровідністю. Проте останнім часом зріс попит і до нетрадиційних для промислових призначень типів оребрень, як наприклад оребрення виконане з мідного чи алюмінієвого дроту (рисунок 1 в), що забезпечує вищі показники теплопередачі, проте є більш складними за технологією виготовлення. Компактність та низька металоємкість теплообмінників із суцільними та перфорованими пластинами сумісного оребрення (рисунок 1 г, д) забезпечує перевагу порівняно із індивідуальним оребренням труб.

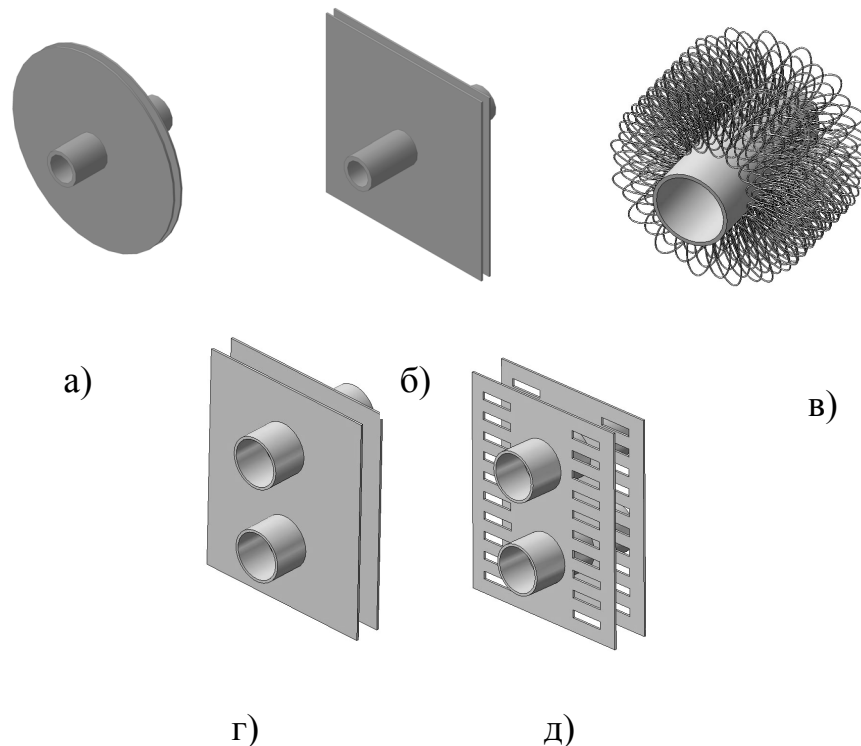


Рисунок 1 – Типові види оребрення повітряних теплообмінників:

- а) – кругле оребрення; б) – прямокутне оребрення; в) – оребрення дріотове;
г) – сумісне пластинчасте оребрення; д) – оребрення перфорованими пластинами

Вибір типу оребрення – комплексна задача у якій підвищенню теплопередачі протистоїть зростання аеродинамічного опору повітря (що веде до зростання витрат енергії на подачу повітря) та технологічність виготовлення того чи іншого типу оребрення.

Теплопередача та аеродинамічний опір залежать від таких конструктивних параметрів як: конфігурація, геометричні розміри та крок розташування ребер, схема розташування труб, кількість рядів труб та відстань між ними.

З метою можливості обґрунтованого вибору конструктивних параметрів теплообмінника із зовнішнім оребренням для нагрівання (охолодження) повітря створено програму проектного розрахунку, яка дозволяє шляхом багатоваріантних розрахунків робити обґрунтований вибір геометрії оребрення різної конфігурації (кругле та прямокутне індивідуальне оребрення, оребрення дротом, сумісне оребрення суцільними та перфорованими пластинами) та геометричних параметрів.



Рисунок 2 – Інтерфейс програми проектного розрахунку повітряного теплообмінника із зовнішнім оребренням

Створена програма розрахунку враховує крок та геометрію ребер, розташування труб у пучку (шахове, коридорне) та визначає коефіцієнт теплопередачі, довжину трубного пучка і аеродинамічний опір теплообмінника.

УДК 665.63

УДОСКОНАЛЕННЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА В СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА ГУМІНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

к.т.н., доц. Степанюк А.Р., студент Дорошенко В.В.

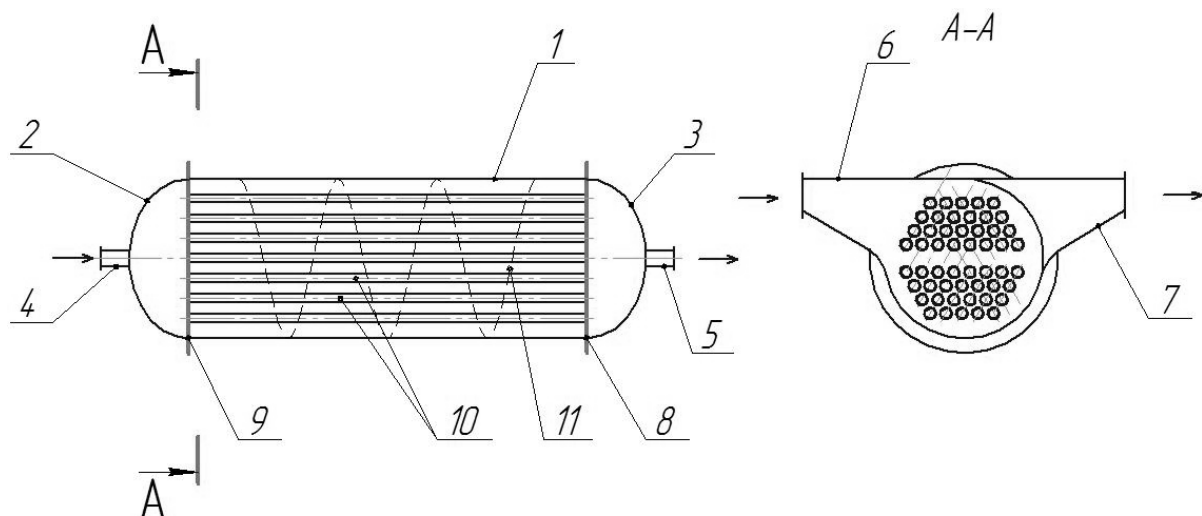
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Теплові процеси, особливо процеси випарювання, грануляції та т.ін. відбуваються за високих температур. У фінальній стадії процесів часто залишається неповністю використаною енергія теплоносіїв, яку доцільно використати для потреб виробництва. Для відведення або підведення теплоти від одного теплоносія до іншого, в хімічній промисловості, широко застосовуються кожухотрубні теплообмінники.

Застосування кожухотрубних теплообмінників дає ряд експлуатаційних переваг, із яких головними є: простота у виготовленні; можливість розвивати велику поверхню теплообміну в одному апараті, надійність у роботі.

Схема одного з таких апаратів зображена на рисунку 1.



1 – кожух, 2,3 – кришки, 4-7 – штуцери, 8,9 – трубні решітки, 10 – теплообмінні труби, 11 – спіральні перегородки.

Рисунок 1 – Теплообмінник кожухотрубний

Кожухотрубний теплообмінник містить кожух 1, дві кришки 2 і 3, штуцери 4-7, а також дві трубні решітки 8 і 9 із закріпленими в них теплообмінними трубами 10 та перегородкою виконаною у вигляді спіралі 11.

Теплоносії надходять у штуцери 4 і 6, а видаляються з теплообмінника крізь штуцери 5 і 7. При цьому за рахунок штуцерів входу 6 і виходу 7 повітря-теплоносія, які виконані у вигляді дифузора і конфузора відповідно, вдається підвищити турбулентність потоку, спіральна перегородка виготовлена у вигляді спіралі дозволяє підвищити час перебування теплоносія у міжтрубному просторі. Таким чином забезпечується збільшення тепловіддачі та підвищення інтенсивності нагріву, а отже - інтенсифікується процес теплопередачі в теплообміннику.

Дану модель доцільно використовувати, коли коефіцієнт тепловіддачі в міжтрубному просторі менше, ніж в трубному.

Перелік посилань:

1. Теплотехническое оборудование и теплоснабжение промышленных предприятий. Под ред. Б.Н. Голубкова. М.: Энергия, 1979.
2. Основные процессы и аппараты химической технологии. Под ред. Ю.И. Дытнерского - М: Химия 1991.

УДК 66.063.8

**ТЕПЛООБМІННІ ЕЛЕМЕНТИ КОНСТРУКЦІЇ РЕАКТОРА З
ПЕРЕМІШУЮЧИМ ПРИСТРОЄМ У СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА
УДАРНОЇ ПОЛІСТИРОЛУ**

к.т.н., доц. Семінський О.О., студент Захаров О.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Перемішування широко застосовується в хімічній промисловості для одержання емульсій, суспензій та сумішей твердих речовин, а також для інтенсифікації хімічних та дифузійних процесів, масо- та теплообміну. Інтенсивне перемішування матеріалів необхідне для проведення безперервних хімічних процесів. Розрізняють два типи перемішування в рідкому середовищі: механічне та пневматичне перемішування [1].

Механічні перемішувачі пристрої складаються з трьох основних частин: мішалки, горизонтального або похилого вала, на якому закріплена мішалка, і приводу. В залежності від конструктивної форми розрізняють лопатеві мішалки, пропелерні, турбулентні та спеціальні. Перемішувачі пристрої за кількістю обертів можна поділити на швидкохідні (частота обертання до 40 с^{-1}) та тихохідні (частота обертання $0,15 \dots 5 \text{ с}^{-1}$) [2].

Тихохідні мішалки призначені для перемішування високов'язких середовищ та зазвичай використовуються у гладкостінних апаратах для інтенсифікації теплообміну на внутрішній поверхні апаратів та гомогенізації в'язких рідин.

Вибір перемішувача пристрою визначається умовами проведення процесу та в'язкістю середовища, що перемішується.

Для перемішування рідин в'язкістю до $100 \text{ Па}\cdot\text{с}$, а також для перемішування в апаратах, що обігріваються за допомогою рубашки, використовують якірні або рамні перемішувачі пристрої. Вони мають великий діаметр, відносно близьке розміщення до стінок та днища апарату та мають форму, що відповідає формі внутрішньої поверхні апарату. Завдяки цьому при роботі перемішувача пристроїв очищається внутрішня поверхня апарату, покращується якість перемішування теплообміну, зменшується перегрів рідини.

В хімічній промисловості для нагрівання або охолодження реакційної маси в апаратах з перемішувачами пристроями головним чином використовуються рубашки або змієвикові пристрої. Вони можуть встановлюватися на циліндричних вертикальних або горизонтальних апаратах [3]. За конструкцією розрізняють нероз'ємні (приварюються до корпусу апарату) та роз'ємні рубашки та змієвики, що встановлюються назовні апарату або всередині. Але при встановленні

змійовика всередину реактора, використання якірних або рамних перемішуючих пристроїв стає неможливим.

З аналізу патентів [4] та можна зробити висновки, що використання нероз'ємних рубашок дозволяє значно збільшити поверхню контакту теплоносія з апаратом, тим самим підвищити інтенсивність теплообміну, але така конструкція виключає можливість профілактичного або критичного ремонту рубашки та очищення внутрішньої поверхні від механічних відкладень.

Проаналізувавши [5], можна зробити висновок, що встановлення змійовика назовні апарату дає можливість вільного доступу як до самого змійовика, так і до стінки апарату, проте ми маємо значні втрати теплоти в оточуєче середовище та малу площу контакту теплоносія з поверхнею реактора.

За результатами експериментальних даних щодо впливу рубашок та змійовиків на процес тепло- та масообміну в ємкісних апаратах [6] та аналізом вітчизняних і світових патентів винаходів та корисних моделей можна зробити висновок, що при виробництві удароміцного полістиролу доцільно використовувати ємкісні апарати з рамними або якірними перемішуючими пристроями та нероз'ємними рубашками і в якості теплоносія прийняти гріючу пару (у випадку обігрівання) з температурою до 450 °С або воду (у випадку помірного нагріву до 80...85 °С або охолодження). Використання рубашок дозволяє інтенсифікувати процес теплообміну всередині апарату та знизити імовірність кристалізації реакційної маси на стінках реактора, а зазначений температурний діапазон для води запобігає виникненню механічних відкладень на стінках реактора та рубашки.

Перелік посилань:

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии, М.: Химия, 1961. – 832с.
2. Штербачек З., Тауск П. Перемешивание в химической промышленности, Л.: Химия, 1963. – 417с.
3. Лашинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры, Л.: Химия, 1970. – 752с.
4. Патент 88173, Україна. Пристрій для перемішування / Іванов Д.Г., Васькевич М.А., Долгих С.Я., Рабко А.Є. Опубл. – 25.09.2009р
5. Патент 2366554, Росія. Способ изготовления трубчатого подогревателя для емкостных аппаратов / Николаев П.Г., Рязанов С.В. Опубл. – 10.09.2009г
6. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками. – Л.: Химия, 1975. – 384с.

УДК 628.5;66

УДОСКОНАЛЕННЯ ЗМІШУВАЧА ДЛЯ РОЗЧИНЕННЯ ГУМАТІВ УСТАНОВКИ ОРГАННО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

ст. викл. Магазій П.М., студент Кот О.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

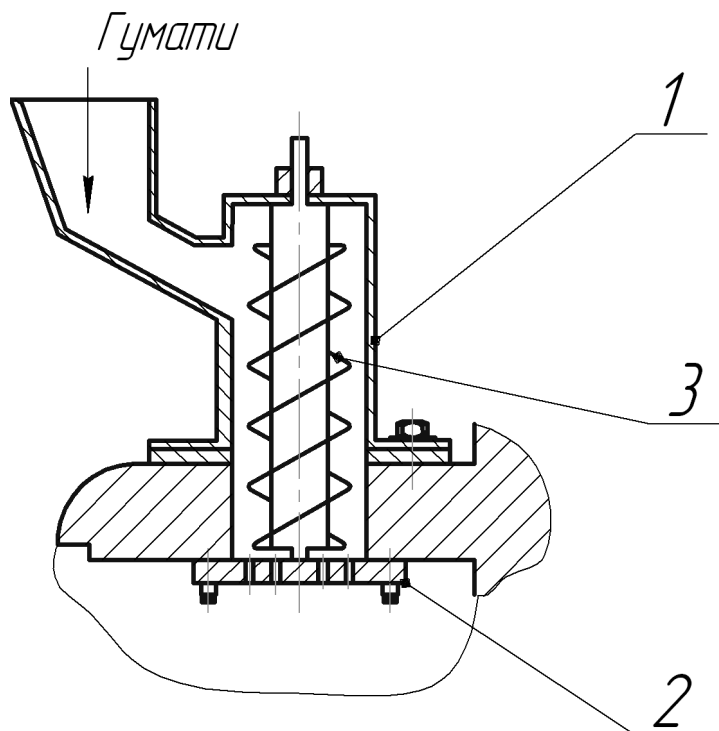
В Україні постала необхідність в реконструкції заводів по виробництву органно-мінеральних добрив для підвищення їх продуктивності.

В виробництві органно-мінеральних добрив, однією з важливих стадій, являється процес отримання розчинених гуматів у воді, який досягається в змішуючому апараті.

Змішувачі – це обладнання, при конструюванні якого необхідно вирішити наступні задачі: забезпечити ефективну подачу гуматів в апарат для більш швидкого розчинення, забезпечити ефективне розчинення гуматів з водою, забезпечити постійне перемішування для уникнення осідання гуматів на дно апарату та т.ін.

Виконавши аналіз вітчизняних і світових наукових публікацій, а також проаналізувавши вітчизняні і світові патенти винаходів та корисних моделей на змішувач було запропоноване наступне удосконалення: на кришку встановити пристрій зі шнековою подачею гуматів до апарату, на кінці пристрою встановлюється розподільча решітка, яка кріпиться до кришки апарату, та має діаметр отворів 5-10 мм (Рисунок 1).

Встановлення пристрою 1 значно покращує процес розчинення гуматів з водою, так як, гумати подаються у вигляді вязкої пасти та, інколи, твердими шматками, що значно уповільнює та ускладнює процес розчинення гуматів з водою. Пристрій 1, за допомогою шнека 3, подає гумати до розподільної решітки 2 через яку, вони продавлюються, утворюючи собою джгути діаметром 5-10мм. Також при великій концентрації твердих частинок перед розподільчою решіткою 2 встановлюють обертовий ніж (умовно не показаний), який дрібнить тверді частинки, що запобігає забивання отворів решітки.



1 – пристрій, 2 – розподільна решітка, 3 – шнек.

Рисунок 1. Розподільчий пристрій

Перелік посилань:

1. Подмогильний Н.В., Корнієнко Я.М., Сильвестров А.Н. «Управление качеством гранулирования минеральных удобрений.» - К.: «Такі справи». 1998. – 200 с. – (Промышленность – селу.) – ISBN966-7208-04-4.

УДК 66.01

КОКСУВАННЯ В ХІМІЧНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

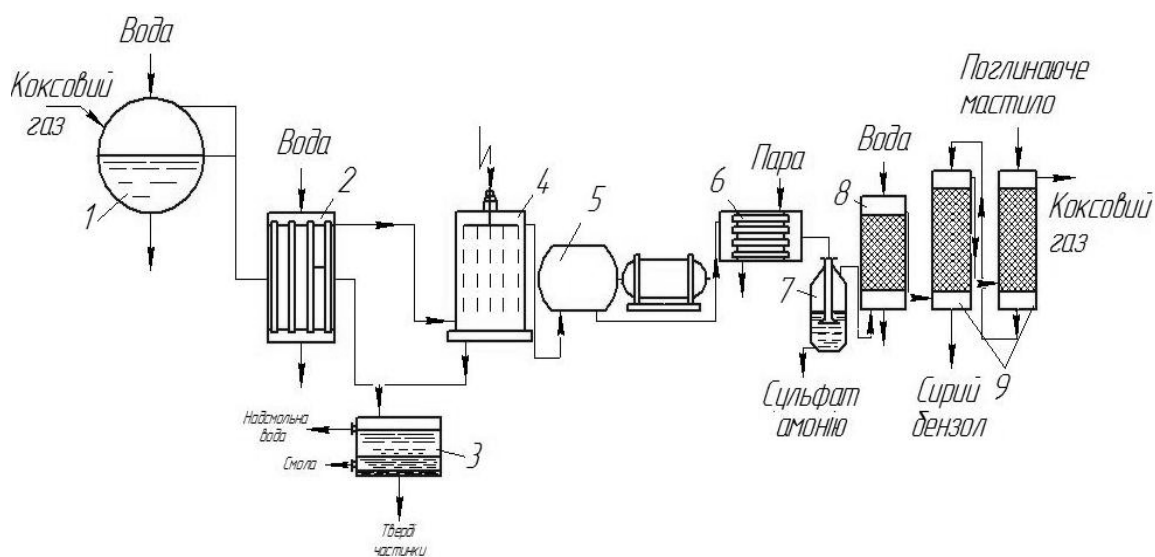
к.т.н., доц. Швед М.П. студент Кукоба С.В.

Національний Технічний Університет України
«Київський Політехнічний Інститут»

В останні роки людство зацікавлене у впровадженні технологій, які змогли б максимально наблизити сучасну промисловість до безвідходного виробництва. Цей фактор повинен враховувати кожен хто має відношення до розвитку сучасного народного господарства, оскільки на сьогоднішній день екологічна ситуація нашої планети перебуває в критичному стані.

Значний сегмент хімічної сировини дає коксохімічна галузь, яка, перш за все, має пряме відношення до чорної металургії. Другорядним продуктом коксування є прямий коксовий газ, який до недавнього часу в більшості випадків використовувався як паливо. Сучасні методи коксування дають змогу розділити коксовий газ на складові, які є цінними продуктами для багатьох виробництв.

Існує декілька типових схем переробки прямого коксового газу [1,2,3], одна з яких зображена на рисунку 1 (схема [4]).



1 - газозбірач; 2,8 – холодильники; 3 – збірник; 4 – електрофільтр;
5- екстаустер; 6 – підігрівач; 7 – сатуратор; 9 – скрубери

Рисунок 1 – Схема переробки прямого коксового газу

Окрім водню, метану, оксидів вуглецю, до складу прямого коксового газу входять пари кам'яно-вугільної смоли, бензол, аміак, сірководень та ін. Їхнє відсоткове співвідношення залежить від температури коксування.

Газ виходить з коксової печі при температурі 700°C. Процес розділення прямого коксового газу починається в газозбирачі (1). Тут газ охолоджується, і з нього частково конденсується смола та одночасно видаляються частинки вугілля. Для конденсації смоли необхідно охолодити газ до температури 20-30°C (холодильник (2)); також тут конденсуються пари води, відбувається часткове поглинання аміаку водою що сконденсувалась. Так утворюється надсмольна вода. Смола та надсмольна вода збираються в резервуар (3), де розділяються по густині. Смоляний туман видаляється за допомогою електрофільтра (4). Для транспортування газу через апаратуру встановлюють турбогазову (5). Аміак, що залишився, вловлюється в сатураторі (7). Перед потраплянням у сатуратор газ підігрівають підігрівачем (6) для ефективнішого вловлювання. Потім його охолоджують в холодильнику (8) для очищення від сирого бензолу в скруберах (9).

Таким чином більш глибока переробка коксового газу дає змогу отримувати цінні продукти для хімічної промисловості, знімаючи деяке навантаження з нафтохімічної галузі де ці компоненти отримують шляхом глибокої переробки нафти.

Перелік посилань:

1. Общая химическая технология: Учеб. для химико техн. спец. вузов. Важнейшие химические производства / И. П. Мухленов, А.Я. Авербух, Д.А. Кузнецов и др.; Под ред. И.П. Мухленова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк. 1984 – 263 с., ил.
2. В.І. Саранчук, М.О.Ільяшов, В.В. Ошовський, В.С.Білецький. Хімія і фізика горючих копалин. - Донецьк: Східний видавничий дім, 2008. – с.600.
3. Мала гірнича енциклопедія. В 3-х т. / За ред. В. С. Білецького. — Донецьк: «Донбас», 2004.
4. Гончаров А. І., Корнілов М. Ю. Довідник з хімії. — К.: Вища школа, 1974.- 304 с.

УДК 661.234

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНДЕНСАТОРА ГАЗОФРАКЦІОНУЮЧОЇ УСТАНОВКИ

асистент Донець О.Є., студент Кушпій О.А.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

В Україні постала необхідність в реконструкції газопереробних заводів для виробництва пропану який використовується як комунально-побутове та моторне паливо та для виробництва метаналю і етаналю.

В виробництві пропану важливою стадією являється процес зрідження газового пропану в конденсаторі перед подачею на склад готової продукції.

Сучасні конденсатори - це складне технологічне обладнання, при конструюванні якого необхідно вирішити наступні важливі завдання: забезпечити температурний діапазон (підтримування температурного режиму), зручність монтажу і сервісного обслуговування, визначити коефіцієнт технічного резервування, витрата на холодоагенту, міру заводської готовності устаткування та інше.

В наших умовах, виходячи з температурних режимів, оптимальним холодоагентом в процесі конденсації буде аміак оскільки: має термодинамічні і теплофізичні характеристики, що дозволяють отримувати високий ККД, хімічно нейтральний по відношенню до більшості конструкційних матеріалів холодильних установок за винятком міді і сплавів на її основі, не розчиняється в мастильних оліях, не чутливий до вологи і легко виявляється у разі витоку, не сприяє створенню парникового ефекту, має невисоку вартість та легко доступний на ринку.

Проте також варто зазначити ряд серйозних недоліків: має високу токсичність (вважається, що гранично допустима концентрація аміаку в робочих приміщеннях має бути не вища 20 міліграм/м³, проте навіть при слабкішій концентрації характерний запах аміаку у разі його появи викликає сильну паніку; при вищих концентраціях з'являються серйозні утруднення дихання аж до задухи; смертельна концентрація аміаку - 30 г/м³), є вибухонебезпечним (при концентрації в повітрі 200-300 г/м³ виникає загроза мимовільного вибуху; температура самозаймання дорівнює 650 °С), створює небезпеку опіків при розчиненні у воді, оскільки цей процес супроводжується виділенням значної кількості тепла.

Виконавши аналіз вітчизняних і світових наукових публікацій, а також проаналізувавши вітчизняні і світові патенти винаходів та корисних моделей на конденсатор було запропоноване наступне удосконалення: до

конденсатора додано плаваючу головку, а вхідний патрубок в який подається пара виконаний тангенційно.

Встановлення плаваючої головки забезпечує можливість використання теплоносіїв з великою різницею температур. Це забезпечує вищу ефективність роботи конденсатора.

Перелік посилань:

1. Цветков О.Б. Хладагенты, хладоносители и холодильные масла - ностальгия о будущем/ Материалы докладов и сообщений XI Российской конференции по теплофизическим свойствам веществ.
2. Быков А.В., Калнинь И.М., Крузе А.С. Холодильные машины и тепловые насосы (Повышение эффективности) - М.: Агропромиздат, 1988.

УДК 678.746.22

ВИБІР КОНСТРУКЦІЇ ПЕРЕМІШУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ РЕАКТОРА-ПОЛІМЕРІЗАТОРА ПОЛІСТИРОЛУ

к.т.н., доц. Семінський О.О., студент Мельник М.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Перемішування рідких середовищ широко застосовується для приготування суспензій, емульсій, пін та розчинів у хімічній, фармацевтичній, харчовій та інших галузях промисловості.

Серед перемішувачів пристроїв для рідких середовищ найбільшого поширення набули механічні перемішувачі пристрої (ПП).

Механічні ПП можна умовно розділити на дві групи: швидкохідні і тихохідні. [2]

Швидкохідні використовуються для циркуляційного перемішування рідин з малою та середньою в'язкістю з метою інтенсифікації дифузійних процесів (розчинення, газонасичення) і теплообміну зі змішувачами. Їх відмінністю є відносно невеликий діаметр, і порівняно велика відстань між ПП і днищем апарату.

До швидкохідних ПП відносяться: лопатеві, гвинтові, пропелерні, турбінні.

Тихохідні ПП призначені для перемішування високов'язких рідин зазвичай в гладкостінних апаратах за винятком шнекового, встановленого всередині циркуляційної труби. Вони використовуються для інтенсифікації теплообміну на внутрішній поверхні апаратів, гомогенізації в'язких пластичних мас. До такого роду ПП відносяться якірні, рамні, шнекові, стрічкові, клітьового. Відмінною особливістю цих ПП є відносно великий їх діаметр і порівняно близьке розміщення до днища апарату. Для зменшення корозійного і абразивного зносу ПП можуть виготовлятися в емальованому виконанні. [2].

За конструкційними ознаками ПП поділяються:

- Лопатеві. Такі ПП складаються із двох або більшого числа лопат прямокутного перетину, закріплених на обертовому вертикальному або похилому валу. Основна перевага ПП-невелика вартість виготовлення та простота пристрою. Застосовується для перемішування рідин з невеликою в'язкістю, прямого змішування рідин, а також розчинення речовин з невеликим питомою вагою. [1].

- Заглибні. Ці типи ПП дозволяють виробляти процеси перемішування, гомогенізації і суспензювання в каналах, лагунах або штучних і природних водоймах. Це різновид пропелерного або лопатевого ПП зі зміненним вектором створення потоку, широко використовуються у сільськогосподарських роботах і для очищення стічних вод.

- Пропелерні. Такі ПП створюють, переважно, осьові потоки перемішувача і, в зв'язку з цим, виникає великий насосний ефект, що дозволяє суттєво зменшити тривалість перемішування. Вони використовуються для перемішування рідин з малою в'язкістю і осадами, що містять тверді частинки. [1].

- Стрічкові. ПП відносяться до пристроїв з осьовим потоком, є спеціальним різновидом тихохідних ПП. Вони застосовуються для ефективного перемішування дуже в'язких рідин і однорідних пастоподібних матеріалів.

- Шнекові. Різновид стрічкових ПП і призначені для особливо важких умов експлуатації в середовищах з підвищеною в'язкістю аж до приготування важких бетонів і асфальтних сумішей.

- Турбінні. Такі ПП мають форму коліс водяних турбін з плоскими, нахиленими чи криволінійними лопатями укріпленими, як правило, на вертикальному валу. В цих ПП переважно створюються радіальні потоки рідин. Це швидкохідний клас ПП і застосовується для інтенсивного перемішування інгредієнтів. Турбіни бувають відкритого та закритого типу. [1].

- Листові. ПП складається з лопатей приблизно квадратної форми, закріплених на вертикальному валу. Листові ПП за типом викликаний ними потоку іноді відносять до турбінних ПП без статора. Як правило це тихохідні ПП які використовуються для проведення деяких хімічних реакцій, інтенсифікації процесів теплообміну при перемішуванні малов'язких рідин.

- Якірні та рамні. Конструкції з горизонтальними і вертикальними лопатями є найбільш універсальними. Застосовуються для перемішування низьков'язких рідин, а також для перемішування в апаратах, що обігрівають за допомогою сорочки або внутрішніх змішувиків.

Проаналізувавши вітчизняні і світові патенти на винаходи та корисні моделі [3-5] можна зробити висновок, що найбільш доцільним для реактора-полімеризатора полістиролу буде використання якірного або рамного ПП, оскільки, такі пристрої ефективно перемішують в'язкі рідини, мають форму, що відповідає внутрішній формі реактора, близькі до внутрішнього діаметру пристрою. Також при обертанні ці ПП очищають стінки та дно пристрою від забруднень, що налипають, мають підвищену міцність і можуть працювати в різних середовищах і ємностях.

Перелік посилань:

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии, М.: Химия, 1971.-784с.
2. Мешалки и перемешивающие устройства НПО «Талнах», <http://talnah.su/>
3. Патент 9161, Україна. Спосіб одержання удароміцного Мішалка / Янковський М.А., Перепадя М.П., Зубарев С.В., Кравченко Б.В. та ін.. Опубл. – 15.03.2001р
4. Reactor system for the production of high polystyrene WO 2007/109167 A2
5. Патент 51299, Україна. Мішалка/ Зубрій О.Г., Ковальов В.В., Мікульонок І.О. Опубл.-12.07.2010р

УДК 665.63

УДОСКОНАЛЕННЯ КИП'ЯТИЛЬНИКА РАФІНАТНОЇ ДІЛЯНКИ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ МАСТИЛА ФУРФУРОЛОМ

к.т.н., доц. Степанюк А.Р., студент Нагорний О.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В Україні постала необхідність в виробництві якісних синтетичних розчинників та сировини для виробництва полімерних матеріалів для сучасних хімічних виробництв (зокрема для очистки мастил). Одним з таких матеріалів є фурфурол.

Найбільшого поширення в мастилоочисному виробництві фурфурол отримав для очищення дистилятних мастил. Широко застосовується він також і для очистки деасфальтованих залишкових мастил із нафти з невисокою і середньою смолистістю. Фурфурол більш ефективний при очищенні фракцій дистилятів зі значним вмістом ароматичних вуглеводнів.

Відгонка фурфуролу із рафінатного розчину проходить зазвичай в одну ступінь під вакуумом. Інколи її ведуть під атмосферним тиском. Однією із стадій для збільшення якості розділення і підвищення виходу рафінату є повернення частини екстракту із системи регенерації фурфурола. На цьому етапі широко застосовуються кип'ятильники.

Виконавши аналіз вітчизняних і світових наукових публікацій, а також проаналізувавши вітчизняні і світові патенти винаходів та корисних моделей на горизонтальний випарний апарат було запропоноване наступне удосконалення: у теплообмінні труби кип'ятильника необхідно встановити направляючі, які виконані у вигляді безперервної спіралі, що забезпечує направлення потоку по спіралі, за рахунок чого збільшується час перебування теплоносія в апараті.

Кип'ятильник(рисунок 1) має розподільчу камеру 1, з'єднану з кожухом 2, теплообмінні труби 3, безперервні спіралі 4, штуцера 5, 6, 7, 8, 9, плаваюча головка 10. Розподільча камера 1 розділяється перегородкою 11.

Кип'ятильник працює таким чином. Рідина, яку необхідно випарити поступає через штуцер 7, залишок рідини відводиться через штуцер 8, пара відводиться через штуцер 9, в той час коли теплоносієм поступає через штуцер 5 і виходить через штуцер 6. Безперервні спіралі 4, вставлені в теплообмінних трубах 3, забезпечують рух теплоносія по спіралі, за рахунок чого збільшується час перебування його в апараті.

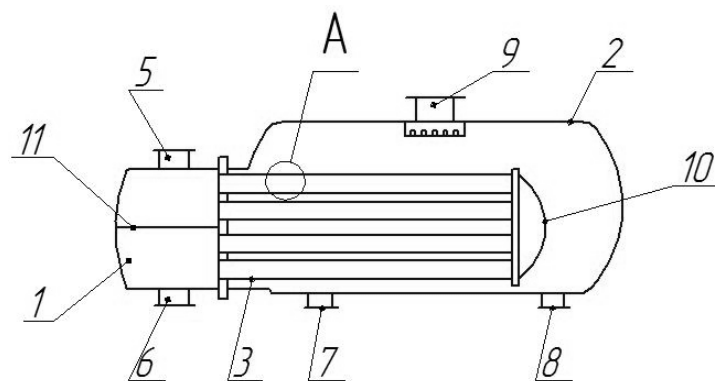


Fig. 1

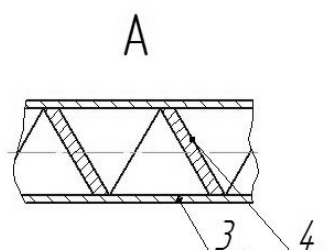


Fig. 2

1 – розподільча камера, 2 – кожух, 3 – теплообмінні труби,
4 – безперервна спіраль, 5,6,7,8,9 – штуцера, 10 – плаваюча головка,
11 – перегородка

Рисунок 1 – Кип'ятильник

Кип'ятильники запропонованої конструкції можуть бути встановлені горизонтально, бути дво-, чотирьох- чи шестиходовими по трубному простору. Вони нескладні у виготовленні та експлуатації, забезпечують ефективний теплообмін між речовинами у трубному та міжтрубному просторах.

Перелік посилань

1. В. Л. Гурвич, Н. П. Сосновский «Избирательные растворители в переработке нефти». Москва, 1953 г. – 320с.
2. Кузнецов А.А., Кагерманов С.М., Судаков Е.М. —Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. Изд. 2-е , пер. и доп. Л.,Химия, 1974 г. – 374 с.
3. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков В.Н. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.

УДК 66,5

ЗБІЛЬШЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТЕПЛООБМІНУ АПАРАТУ ПОВІТРЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

асистент Донець О.Є., студент Пітоня В.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Апарати повітряного охолодження (АПО) – основне технічне обладнання, яке дозволяє вирішити питання охолодження продуктів в нафтопереробній промисловості з найменшим збитком для навколишнього середовища.

В залежності від конфігурації трубного пучка АПО підрозділяються на горизонтальні, зигзагоподібні, шатрові, вертикальні. Для охолодження продуктів з високою температурою замерзання чи вміщуючих гідрати, а також для запобігання їх замерзанню освоєні апарати з системами рециркуляції нагрітого атмосферного повітря.

В даний час сформувались два основних напрями в конструюванні АПО – створення традиційних крупно габаритних апаратів у вигляді окремих вузлів і блочних апаратів, які постачаються декількома блоками максимальної фабричної готовності.

Розроблені нові конструкції АПО, в яких збільшено кількість вентиляторів (до шести) та знижена потужність приводного двигуна. Переваги цих багато вентиляторних АПО перед двома вентиляторними – більш рівномірний обдув теплообмінної поверхні і більш високої точності забезпечення необхідного рівня температури охолоджуваного газу. Також розроблені повітряні холодильники, в яких теплообмінні трубки розміщені під кутом до вертикалі таким чином, що крайні з них змонтовано поблизу протилежних стінок вертикального корпусу, завдяки чому забезпечується їх надійне обтікання повітряним потоком. Розроблена нова конструкція теплообмінної поверхні – із змійовиків з малим радіусом згину. Така конструкція значно перевищує по технічним характеристикам прямотрубі чи пластинчаті конструкції.

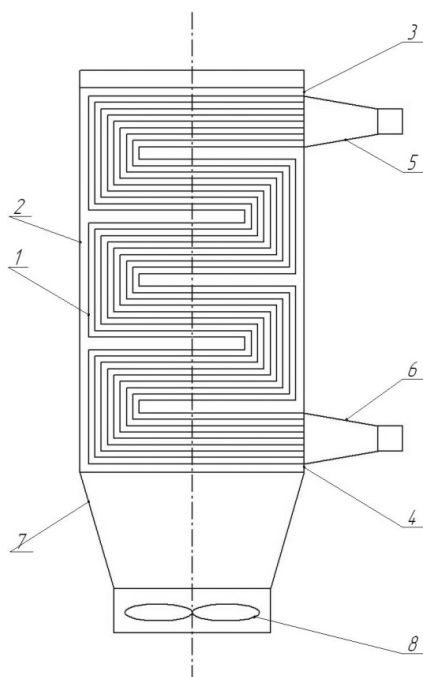
Повітряний холодильник може бути використаний для пересувних паротурбінних апаратів (енергопоїзда), у хімічній промисловості та в будь-якій іншій галузі промисловості, де є потреба в теплообміні.

Проаналізувавши вітчизняні і світові патенти винаходів та корисних моделей на апарат повітряного охолодження, було запропоноване наступне удосконалення: труби «п-подібної» форми будуть замінені «s-подібними», які заповняють внутрішній простір. В результаті використання запропонованого рішення збільшить поверхню теплообміну та інтенсивність теплообміну, при збереженні габаритних розмірів.

Холодильник (рисунок 1) складається з трубок 1, розміщених в корпусі 2 і закріплених в трубних решітках 3 та 4. Трубна решітка 3 з'єднана з паровим колектором 5, а трубна решітка 4 – з компенсаторним колектором 6. Корпус 2 в нижній частині закріплений з дифузorzом 7, всередині якого розміщений вентилятор 8. Трубки 1 оснащені стержневим оребрением, що збільшує ефективність теплообміну.

Холодильник працює в такий спосіб:

Відпрацьований пар поступає в паровий колектор 5 і розходитьcя по трубкам 1 трубного пучка, який охолоджується повітряним потоком завдяки вентилятору 8.



1 – трубки, 2 – корпус, 3,4 – решітки, 5 – паровий колектор,
6 – компенсаторний колектор, 7 – дифузор, 8 – вентилятор

Рисунок 1 – Повітряний холодильник

Вертикальне розміщення трубного пучка дозволяє значно збільшити продуктивність конденсатора. Використання стержневого оребрения дозволяє майже в 2 рази збільшити коефіцієнт теплопередачі зі сторони охолодженого повітря.

Перелік посилань:

1. Касаткин А.Г., Основные процессы и аппараты химической технологии. М., «Химия», 1973.
2. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. Изд. Третье, переработанное и дополненное, «Энергия», М., 1976.

УДК 665.63

УДОСКОНАЛЕННЯ АПАРАТА ПОВІТРЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ У СХЕМІ ОЧИЩЕННЯ МАСЛА ФУРФУРОЛОМ

к.т.н., доц. Степанюк А.Р., студент Подолянець В. А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Очищення масел селективними розчинниками полягає у видаленні смолистих речовин і поліциклічних ароматичних вуглеводнів з метою підвищення індексу в'язкості, зниження коксування, поліпшення кольору і в'язкісно-температурних властивостей мастил. В якості селективних розчинників найчастіше застосовують фурфурол, фенол та N-метілпірролідон. Фурфурол більш ефективний при очищенні фракцій дистилятів зі значним вмістом ароматичних вуглеводнів; фенол і N-метілпірролідон - для очищення залишкових компонентів і сировини з сірчистих нафтопродуктів.

Основною областю використання фуфуролу в нафтовій промисловості є селективна очистка моторних мастил. Такому очищенню підлягають змащуючі масла різної в'язкості, починаючи від найбільш легких дистилятних компонентів автомобільних мастил і закінчуючи в'язкими залишковими компонентами авіаційних та інших моторних масел.

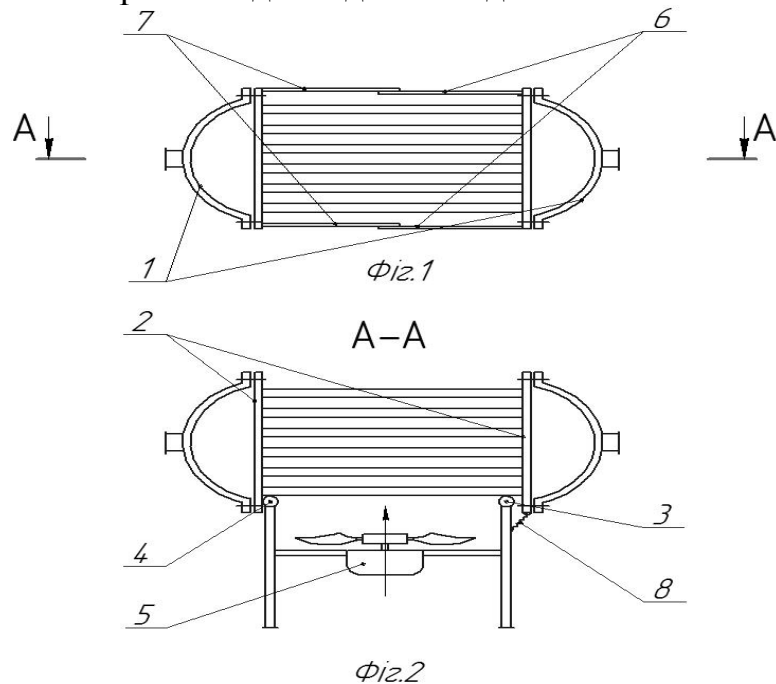
Фурфурол може бути отриманий при кип'ятінні з сірчаною кислотою різних сільськогосподарських відходів (стебла соняшнику, соломи, висівок), а також деревини. При цьому відбувається гідроліз геміцелюлози (одного з полісахаридів клітинних стінок рослини), які утворюються пентози (головним чином, ксилоза) під дією сірчаної кислоти піддаються дегідратації, що веде до утворення фурфуролу. Після виділення кінцевого продукту необхідно його охолодити. Доцільно процеси охолодження проводити у апаратах повітряного охолодження.

Застосування апаратів повітряного охолодження дає ряд експлуатаційних переваг, із яких головними є: зменшення кількості зворотніх теплоносіїв; зменшення затрат роботи на очищення апарата, тобто відсутність накипу та відкладень солей. До недоліків можна віднести можливість втрати герметичності та форми апарату за рахунок різниці температурних деформацій корпусу та трубчатки. Для усунення цих недоліків було запропоновано провести удосконалення апарату.

Схема апарату зображена на рисунку 1.

Горизонтальний апарат повітряного охолодження містить кришки 1, які кріпляться до трубних решіток 2. Бокові кишки 6,7, приєднано до трубних решіток 2, а у місті з'єднання їх лівої частини і правої частини

вони можуть вільно переміщуватись одна відносно іншої. Трубний пучок встановлений на вертикальних стояках з роликами 3 та 4. Ролик 4 жорстко прикріплений до каркасу, а на ролик 3 трубний пучок вільно опирається. Пружина 8 встановлена для прижиму каркаса до роликів та забезпечення кращої стійкості каркасу. Вентилятор 5 встановлений під трубним пучком. При температурному розширенні трубного пучка незакріплена частина може вільно ковзати по ролику 3, окрім того також відбувається переміщення бокових кришок одна відносно одної.



1-кришки; 2-трубні решітки; 3,4-ролик; 5-вентилятор; 6,7-бокові кришки; 8-пружина

Рисунок 1 – Холодильник повітряний

При увімкненому вентиляторі потік повітря обдуває трубний пучок, через теплообмінну поверхню якого відбувається теплообмін між повітрям і прокачуваним по трубному пучку продуктом, при чому за рахунок температурних деформацій трубний пучок подовжується і незакріплений кінець ковзає по ролику.

Перелік посилань:

1. В. Л. Гурвич, Н. П. Сосновский «Избирательные растворители в переработке нефти»
2. additive.spb.ru/purification.html (19.10.2010р)
3. Современные конструкции аппаратов воздушного охлаждения, Обзор - М.: ЦИНТИХИМНЕ- ФТЕМАШ 1979, стр.24-29.
4. Патент RU №2087822, F28 D 7/00, 199

УДК 66.045.12

**ОСНОВНІ ТИПИ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ, ЩО
ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ТЕПЛООБМІНУ ЗА
УЧАСТЮ ВИСОКОВ'ЯЗКИХ РІДИН**

к.т.н., доц. Семінський О.О., студент Резнік Р.Ю.
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

В'язкість або внутрішнє тертя — властивість текучих тіл (рідин і газів) чинити опір переміщенню однієї їх частини відносно іншої. В'язкість рідин – це результат взаємодії внутрішньомолекулярних силових полів, що перешкоджають відносному рухові двох шарів рідини [1].

У технологічних схемах виробництв нафтопереробної, нафтохімічної, хімічної, харчової галузей промисловості важливу роль відіграють теплообмінні апарати для високов'язких рідин. При цьому складність вибору конструкції теплообмінного апарату полягає в тому, що із збільшенням в'язкості рідини збільшується опір її прокачуванню через апарат та зменшується інтенсивність перемішування шарів теплоносіїв, що негативно впливає на теплообмін.

У галузях промисловості, де потрібно нагрівати та охолоджувати в'язкі рідини в широкому інтервалі температур (від -30 до $+450^{\circ}\text{C}$) та при тисках до $6,4$ МПа, застосовують кожухотрубні теплообмінні апарати з нерухомими трубними плитами, апарати з плаваючою головкою, U – подібними трубами та температурним компенсатором на кожусі [1]. Теплообмін в таких апаратах відбувається шляхом непрямого контакту теплоносіїв через трубний пучок, розміщений в кожусі.

Ламельні теплообмінні апарати застосовуються для теплової обробки таких самих середовищ, для яких призначені звичайні кожухотрубні теплообмінні апарати, але порівняно з останніми ламельні апарати більш компактні, теплообмін у них проходить в тонкому шарі рідини через сплюснену стінку, коефіцієнт теплопередачі в $1,5 \dots 2$ рази вищий, ніж в апаратах з круглими трубами.

Для нагрівання та охолодження високов'язких середовищ, що утворюють відкладення, використовують спіральні теплообмінні апарати з відкритими каналами [1]. Теплообмін в таких апаратах відбувається через спіральну стінку. Спіральні апарати відрізняються тим, що корпус має легко відкидні торцеві кришки з гумовим ущільненням, що спрощує механічне очищення поверхні теплообміну.

У випадку теплообміну між високов'язкою рідиною та рідиною з невисокою в'язкістю, можуть бути застосовані пластинчасті теплообмінні апарати. Вони мають велику поверхню теплообміну при малих габаритних

розмірах (до $100...300 \text{ м}^2/\text{м}^3$). Теплообмін в апаратах такої конструкції відбувається через тонкі пластини, встановлені з фіксованими проміжками одна за одною таким чином, що між ними утворюються суміжні канали, в яких рухаються теплоносії. Розбірні пластинчасті апарати можуть бути легко очищені від забруднень [2].

Для швидкого охолодження високов'язких рідин використовують апарати з ротором або скребкові теплообмінні апарати, які відрізняються тим, що поверхня теплообміну, очищується ножами-скребками, що закріплені нерухомо або шарнірно на обертових барабанах.

Ряд технологічних процесів потребують швидкого нагрівання до $120...150^\circ\text{C}$ та охолодження до $70...80^\circ\text{C}$ термічно чутливих в'язких рідин. Такі теплообмінні процеси не завжди вдало реалізуються в теплообмінних апаратах поверхневого типу через утворення відкладень та пригорання до поверхонь, що погіршує умови теплообміну. В таких випадках часто застосовують пароконтактні нагрівальні та вакуумні охолоджуючі пристрої [2]. Поверхнею теплообміну в апаратах даного типу є безпосередньо межа розділу середовищ.

Розглянуті конструкції теплообмінних апаратів, які доцільно використовувати при теплообміні за участю високов'язких рідин. Остаточний вибір конструкції індивідуальний для кожного конкретного виробництва. Порядок розрахунків таких апаратів не відрізняється від розрахунків апаратів для низьков'язких рідин. Особливу увагу потрібно звертати вибір матеріалів, з яких виконують елементи апарату, що контактують з високов'язкими середовищами.

Перелік посилань:

1. Маслов А.М. Аппараты для термообработки высоковязких жидкостей - Л.: Машиностроение, 1980 – 208 с.
2. Пермяков В.А. Теплообменники вязких гидкостей, применяемые на электростанциях - Л.: Энергоатомиздат, 1983 – 176 с.

УДК62-68

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ РОБОТИ ГЕНЕРАТОРА ВИСОКОГО ТИСКУ У АБСОРБЦІЙНОМУ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРІ ІЗ СТУПЕНЕВОЮ РЕГЕНЕРАЦІЄЮ РОЗЧИНУ

асистент Корінчук Д. М., студент Русавський Д.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Актуальність вирішення проблем економічного і раціонального використання наявних ресурсів з одночасним зниженням затрат – це невідкладна вимога сьогодення. Періодичність економічних і енергетичних криз зумовлює необхідність зосередження науково технічного потенціалу над вирішенням зазначеної проблеми.

Аналітичні дослідження показали [4], що широке впровадження теплонасосних, когенераційних і тригенераційних установок для одночасного виробництва теплоти і холоду дозволить підвищити коефіцієнт використання палива до 95% і вище та знизити собівартість виробництва на теплових електростанціях у 2-2,5 рази.

Показники ефективності роботи абсорбційних термотрансформаторів (АТТ) в значній мірі залежать від інтенсивності процесу, який відбувається у випарнику – регенерація розчину LiBr.

Відомо [1-3], що схеми із ступеневими процесами в абсорбері та генераторі дозволяють зменшити незворотність процесів тепло масообміну і розширити зону дегазації розчину, а отже підвищити термодинамічну ефективність АТТ. Цикл АТТ із ступеневою регенерацією розчину характеризується значно вищими енергетичними показниками. Теоретичний тепловий коефіцієнт циклу з двоступеневою регенерацією в 2,5 рази вищий за аналогічний показник одноступеневого циклу. При цьому на 20-30 % скорочується кількість теплоти, що відводиться в навколишнє середовище. Проте реалізація ступеневого процесу пов'язана із значним підвищенням температурного рівня, що приводить до підвищення корозійної активності сорбентів.

Частково зменшити здатність до корозії теплообмінних труб дозволяє використання шару напиленого пористого покриття з корозійностійкого матеріалу. Підвищується корозійна стійкість теплообмінних труб, а пориста структура підвищує кількість активних центрів пароутворення та за рахунок капілярних сил дозволяє рівномірно розподілити по поверхні рідину, що підвищує поверхню теплообміну. Недоліком випарника є недостатня корозійна стійкість труби з шаром напиленого покриття через підвищену щільну та міжкристалічну корозію в місцях контакту напиленого корозійностійкого шару з сталлюю основою труби випарника.

Задачу підвищення корозійної стійкості труби можна вирішити за рахунок нанесення на труби двошарового покриття з зовнішнім шаром із корозостійкого матеріалу (наприклад – корозостійка сталь) під шар напиленого пористого покриття.

Випарник абсорбційної холодильної машини, що складається з корпусу, в середині якого розташовані піддони з патрубками переливу холодоагенту та частково затоплені теплообмінні труби, виконані двошаровими і мають зовнішній шар із корозостійкого матеріалу під шаром напиленого пористого покриття має вищі показники по інтенсивності тепломасообміну. Оптимальна висота шару становити - $h=200\pm 25\text{мкм}$. У найкращому виконанні зовнішній шар виконано з корозійностійкого матеріалу тієї ж марки, що і шар напиленого пористого покриття.

В той же час завдяки застосуванню теплообмінних труб з додатковим шаром із корозостійкого матеріалу підвищується корозійна стійкість теплообмінних труб, що збільшує термін експлуатаційних можливостей апарата.

Сутність корисної моделі пояснюється кресленнями, (рис.1; рис.2 – вид А на рис.1).

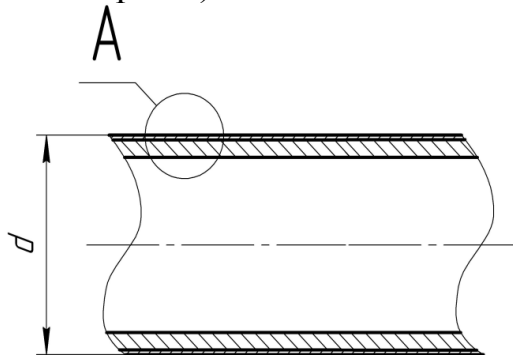


Рисунок. 1- Теплообмінні труби з двошаровим корозостійким покриттям

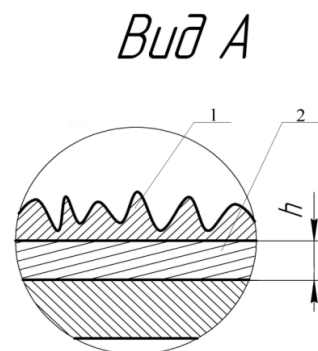


Рисунок. 2 – Шари покриття:

- 1- Зовнішній шар з корозостійкого матеріалу
- 2- Шар пористого напилення
- 3- Шар пористого напилення

Перелік посилань:

1. Г. Н. Данилова, С. Н. Богданов, О. П. Иванов и др.. Теплообменные аппараты холодильных установок. – «Машиностроение», 1973, 238 с.
2. Н. Н. Кошкин, И. А. Сакун, Е. М. Бамбушек. Холодильные машины: Учебн. для вузов по специальности «Холодильные машины и установки» – Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985. – 510 с.
3. А. В. Бараненко, А. В. Попов, Л. С. Тимофеевский, О. В. Волков «Абсорбционные бромистолитиевые преобразователи теплоты нового поколения. Холодильная техника», 2001, № 4. – С. – 18-20.
- 4- А.А. Долінський// Вісник НАН України «Енергозбереження та екологічні проблеми енергетики» – 2006 – N2-С. 24-32

УДК 662.271

**УДОСКОНАЛЕННЯ КОЖУХОТРУБНОГО КОНДЕНСАТОРА ЛІНІЇ
ВИДІЛЕННЯ ПРОПАН-ПРОПЕНОВОЇ ФРАКЦІЇ З
ВУГЛЕВОДНЕВИХ ГАЗІВ.**

ст. викл. Магазій П.М., студент Стариков А.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В Україні постійно є необхідність в виробництві якісних синтетичних розчинників та сировини для виробництва пластмас і каучуків. Ці речовини це пропан та пропен(пропілен).

Пропан є найбільш широко використовуваним в нафтопереробній промисловості розчинником, придатним для всіх трьох основних процесів очистки масел: деасфальтизації, селективної очистки та депарафінізації. Пропан використовується також як холодоагент в холодильних установках, зокрема в депарафінізаційних установках. Пропан-пропіленова фракція призначається для виробництва ізопропілбензолу, акрилової кислоти, ізопропанолу методом каталітичної гідратації, а також як сировину для піролізу.

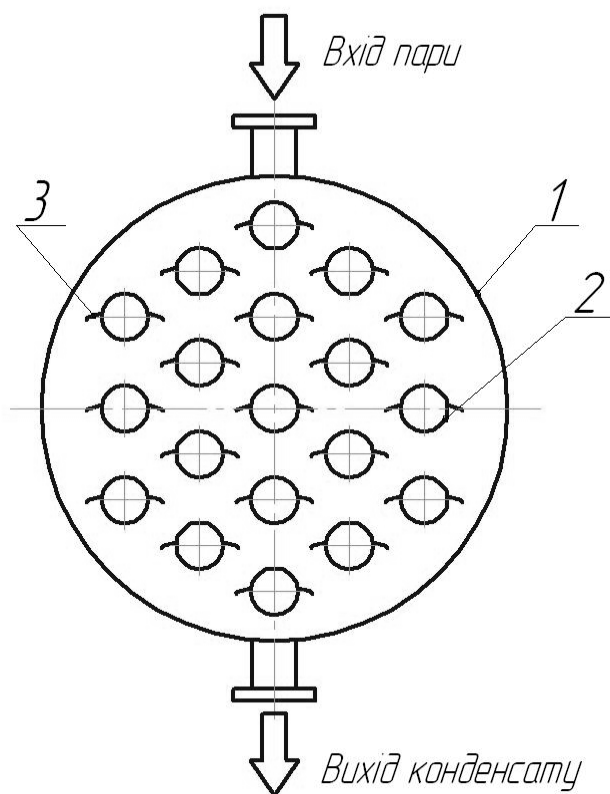
Вилучення пропану і пропілену із природного газу залежно від складу вихідної газової суміші та наступного призначення компонентів, що виділяються з газової суміші здійснюється ректифікацією або ректифікацією в комбінації з процесами абсорбції вуглеводнів рідкими поглиначами (бензином, соляром, маслами) або адсорбції твердими, поверхнево-активними речовинами, в поєднанні з подальшою конденсацією в теплообмінниках з горизонтальним розташуванням теплообмінних труб.

Розглянувши вітчизняні і світові наукові публікації, а також проаналізувавши вітчизняні і світові патенти винаходів на горизонтальний кожухотрубний конденсатор було запропоноване наступне удосконалення: на труби встановлено додаткові ребра, що забезпечує зменшення середньої товщини плівки конденсату, тим самим зменшуючи гідравлічний опір, додаткові ребра збільшують площу поверхні конденсації, що збільшує інтенсивність процесу конденсації. Це забезпечує збільшення ефективності та продуктивності горизонтального конденсатора.

Горизонтальний теплообмінник складається з корпусу 1, двох кришок, двох трубних решіток зі встановленими в них горизонтальними трубами 2. На трубах встановлені додаткові ребра 3, для відводу конденсату.

Пара потрапляє в корпус 1 і розподіляється в міжтрубному просторі конденсатора. При контакті із зовнішньою поверхнею теплообмінних труб,

усередині яких проходить охолоджувальне середовище, пара конденсується і стікає по додатковим ребрам 3 на додаткові ребра 3 інших труб, які розташовані нижче, і в нижню частину конденсатора, де конденсат відводиться.



1 - корпус, 2 - горизонтальні труби, 3 - додаткові ребра
Рисунок 1 – Переріз конденсатора

Конденсатори данної конструкції не можуть бути встановлені вертикально, можуть бути дво-, чотирьох- чи шестиходовими по трубному простору. Вони нескладні у виготовленні та експлуатації, забезпечують ефективний теплообмін між речовинами у трубному та міжтрубному просторах.

Перелік посилань:

1. Гуврич В.Л., Сосновский Н.П. Избирательные растворители в переработке нефти. М.:Ленінград, 1953.
2. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков В.Н. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.

УДК 678. 027. 3

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСА ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ПОЛІЕТИЛЕНУ

к.т.н., доц. Зубрій О. Г., студентка Шафаренко А. П.

Національний технічний університет України

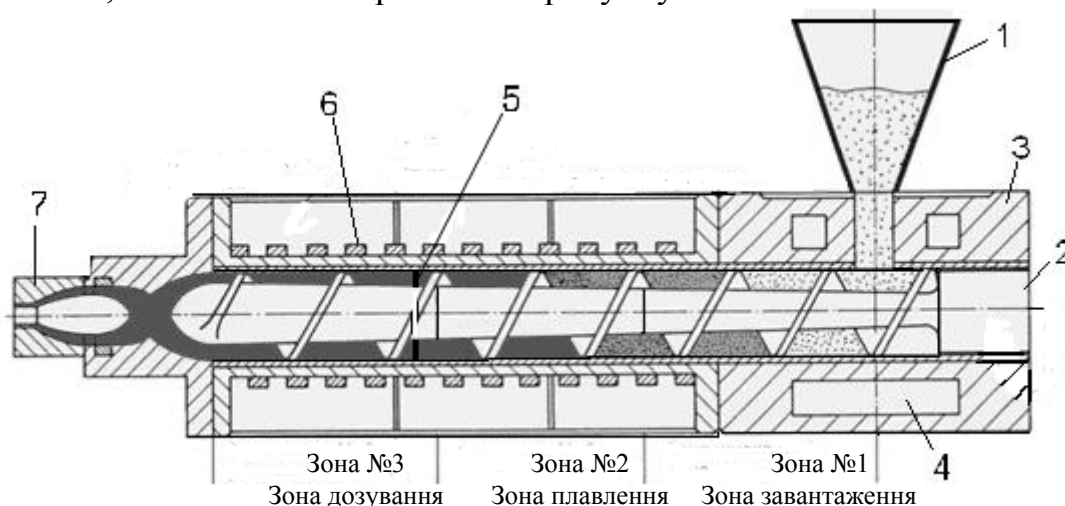
«Київський політехнічний інститут»

На сьогоднішній день все більших обсягів набуває виробництво полімерних труб, які мають значні переваги над металевими: довговічність, висока корозійна стійкість, технологічність їх з'єднання в трубопроводи, мають високі електроізоляційні властивості, еластичність матеріалу і високу механічну міцність, екологічно безпечні і гігієнічні [1].

Перероблення полімерних матеріалів у вироби є складним виробництвом з цілою низкою технологічних процесів, які забезпечують отримання виробу із заданими, відповідно до умов експлуатації, властивостями. При виробництві полімерних труб увага приділяється процесам від яких значною мірою залежить їх якість: підготовка розплаву полімеру, гомогенізація, підтримування відповідної температури та тиску.

У техніці переробки високомолекулярних сполук широкого поширення набули одночерв'ячні преси, так як вони відрізняються універсальністю, достатньою продуктивністю, дешеві у виготовленні та обслуговуванні [2].

Для подальшого аналізу та розрахунку було обрано черв'ячний прес ЧП 90×30, схема якого зображена на рисунку 1.



1– завантажувальний бункер; 2– черв'як; 3– циліндр; 4– порожнина для циркуляції води; 5– перфорований запірний елемент; 6– нагрівач;
7– формуюча головка.

Рисунок 1– Схема черв'ячного преса ЧП 90×60

Поліетилен подається через завантажувальний бункер 1 в зону завантаження, де він захоплюється витками черв'яка 2 і транспортується по більш гарячим секціях циліндра 3 до зони плавлення, де гранули поліетилену починають плавиться, далі розплавлений матеріал гомогенізується і рухається до останньої зони шнека – дозування, де відбувається остаточне змішування розплаву та однорідне дозування його через формуючу головку 7.

Метою проекту є удосконалення конструкції черв'ячного преса для переробки поліетилену, проведення відповідних розрахунків, що підтверджують працездатність апарату.

В зоні гомогенізації запропоновано встановити запірний елемент 5 у вигляді кільцевого диска з отворами для проходження перероблюваного матеріалу. Запірний елемент виконано з двох аналогічних частин, установлених з можливістю повороту одна відносно одної і фіксації в заданому положенні. Це, у свою чергу, надає можливість не лише варіювати ступінь загального поділу потоку перероблюваного матеріалу на більш дрібні потоки, тобто диспергувати його і краще перемішувати, але й регулювати час перебування матеріалу в пресі (наприклад, зі зменшенням прохідного перерізу, тобто збільшенням опору запірного елемента, час перероблення збільшується; при цьому продуктивність екструдера дещо зменшується, проте якість перемішування перероблюваного матеріалу покращується). Використання даного запірного елемента істотно покращить якість перероблення матеріалів широкої номенклатури, а також розширить технологічні можливості екструдера.

Перелік посилань:

1. Рябинин Д. Д., Лукач Ю. Е. Червячные машины для переработки пластических масс и резиновых смесей.– М: «Машиностроение», 1965–357 с.
2. Крыжановский В. К., Кербер М. Л., Бурлов В. В., Паниматченко А. Д. Производство изделий из полимерных материалов.– Спб: «Профессия», 2008–460 с.

УДК 628.5 :66.002.8

ТЕПЛОВИЙ ЕЛЕКТРОНАГРІВАЧ ПОВІТРЯ

ст. викл. Магазій П.М., студент Шворен О.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Електронагрівачі відіграють велику роль у різних галузях сучасної промисловості. Можуть використовуватись у пересувних установках грануляції мінеральних добрив, потрібні для регенерації теплого повітря. Мають перевагу над газовими нагрівачами в місцях де є дефіцит газу, також перевагами електронагрівача в тому, що отриманий теплоносій не містить вологи і шкідливих домішок, які утворюються при згоранні природного газу. Але мають недолік, невеликий строк служби нагрівачих елементів через велику термічну корозію.

В основу покладено задачу вдосконалити електронагрівач, в якому нова конструкція забезпечує меншу корозію нагрівачих елементів. Для цього нагрівачий елемент трубки повинен мати тепловий потік, який змінюється по довжині нагрівачої трубки. На рис.1 зображено електронагрівач та його нагрівачий елемент у розрізі.

Електронагрівач складається з вертикального корпусу 1, з патрубком входу газу 2, патрубком виходу нагрітого газу 3, нагрівачими трубками 4, в яких розташований нагрівачий провідник 6 і кварцовий пісок 7, горизонтальними перегородками 5.

Температура поверхні нагрівача залежить від величини теплового потоку і температури теплоносія. В звичайних електронагрівачах при обтіканні нагрівача, температура збільшується в 10-20 разів, тому і поверхня на виході нагрівачої трубки піддається термічній корозії більше ніж на вході. Якщо крок спіралі нагрівачого провідника електричного струму 6 буде зменшуватися по довжині трубки в напрямку патрубка виходу газу 3, то це допоможе зменшити температуру нагрівачих елементів, на найбільш перегрітих ділянках, біля виходу газу з електронагрівача. Це зменшить термічну корозію, і збільшить строк служби.

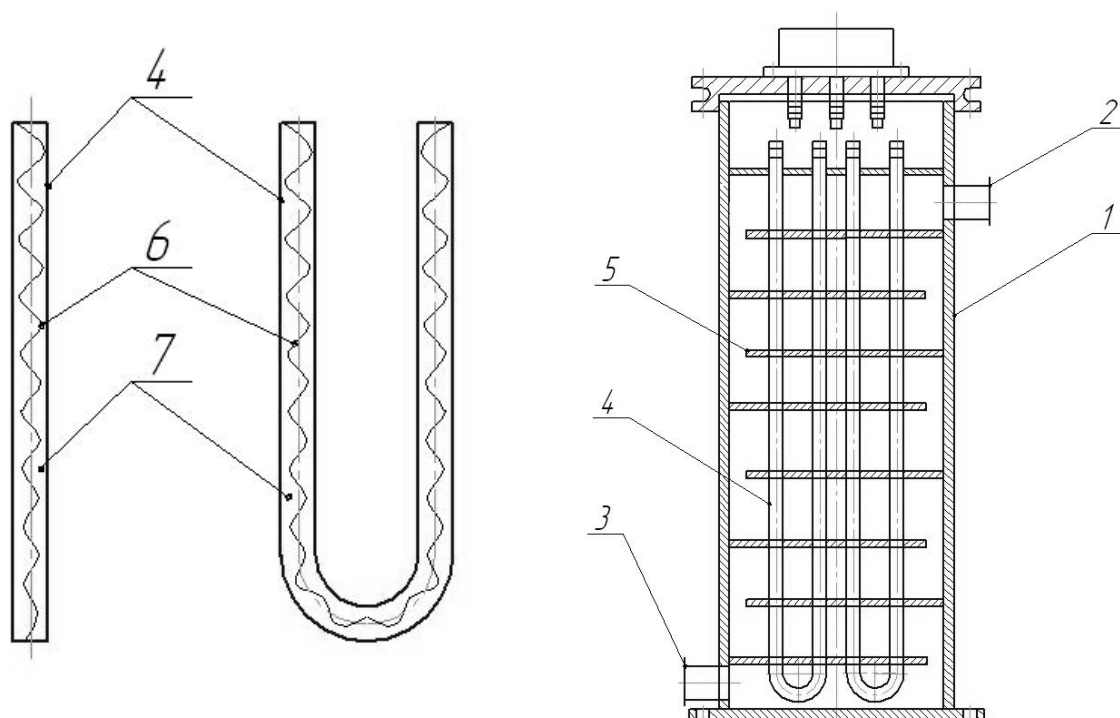


Рис.1

Перелік посилань:

1. Патент Росії №2145044 "Воздухонагреватель"/авт.винах. Муранов Е.Н., Родовиков А.Я., Сотсков В.Г.
2. Лебедев П.Д. "Теплообменные, сушильные и холодильные машины". М.: Энергия, 1972.

УДК 665.642.26

ПАРОГЕНЕРАТОР СЕРЕДНЬОГО ТИСКУ У ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СХЕМІ ВІСБРЕКІНГУ

к.т.н., доц. Степанюк А.Р., студент Ячний Я.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

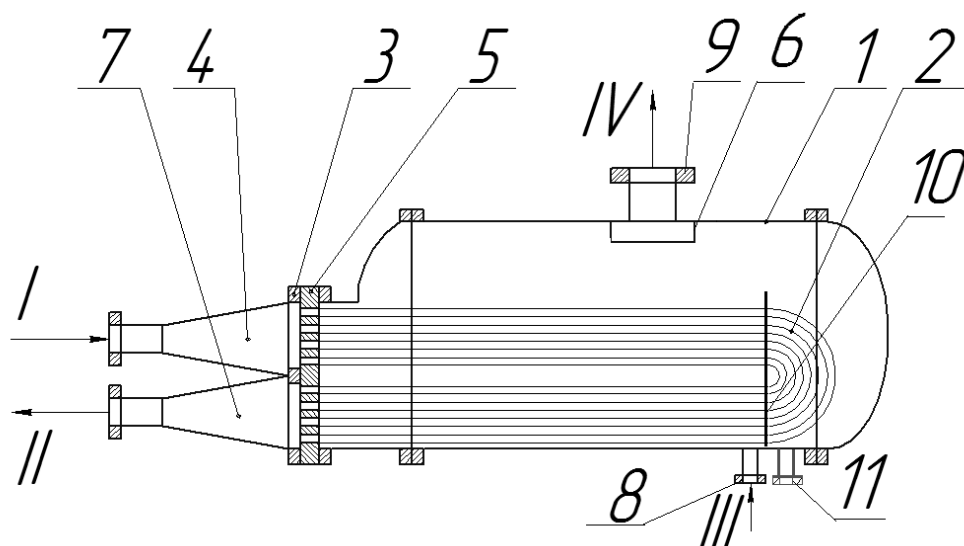
Мазут М100 – дуже важливий вид нафтового палива, яке використовується у якості котельного палива в енергетиці, хімічній промисловості та інших галузях господарства. Його виготовляють з продуктів прямої перегонки нафти із залученням крекінг залишків, екстрактів, гудронів, напівгудронів, асфальтосмолистих речовин та інших важких продуктів переробки нафти [1].

Одним з поширених технологічних процесів отримання котельного палива є вісбрекінг (легкий крекінг) [1]. Установка вісбрекінгу з вакуумним блоком призначена для зниження в'язкості сировини - гудрону з установок вакуумної перегонки за рахунок процесу термічного крекінгу в м'яких умовах. Зниження в'язкості дозволяє зменшити кількість високоякісних дистилятів, яку необхідно додавати до вісбрекінг-залишку для отримання товарного продукту - мазуту М 100 [3].

Парогенератор, що встановлений у технологічній схемі, генерує водяну пару для потреб виробництва та охолоджує залишок вісбрекінгу з температури 237°C до 210°C.

Парогенератор, який використано на пілотній установці вісбрекінгу ІНХП ВАТ «Укрнафтохімпроект», має деякі недоліки, оскільки його розподільча камера не забезпечує рівномірний розподіл теплоносія по теплообмінним трубкам та наявність місцевих гідравлічних опорів, такі як поворот, раптове розширення, раптове звуження. У основу вдосконалення покладена конструктивна зміна розподільчої камери шляхом встановлення конфузора на вході та дифузора на виході з трубного простору парогенератора. Таким чином, це забезпечить рівномірний розподіл теплоносія за рахунок рівномірного збільшення діаметра по довжині конфузора, а також зменшить місцеві гідравлічні опори. Сутність удосконалення показана на рисунку 1.

Парогенератор працює наступним чином. Вода, яку необхідно випарити, поступає через вхідний штуцер 8 в середину апарата, де випарюється. Частина рідини, яка не випарувалася, через переливний пристрій 10 відводиться через штуцер 11. Пара середнього тиску відводиться через штуцер 9. Теплоносій (залишок вісбрекінгу) подається через штуцер з конфузоровим 4 до трубного пучка 2 і відводиться через штуцер з дифузоровим 7.



потоки: I – гарячий залишок вісбрекінгу, II – холодний залишок вісбрекінгу, III – вода, IV - пара середнього тиску.

1- корпус, 2- трубний пучок, 3- розподільча камера, 4- конфузор, 5- трубна решітка, 6- сепаратор, 7- дифузор, 8- вхідний штуцер, 9- штуцер відводу пари, 10- переливний пристрій, 11-штуцер відводу не випаруваної води.

Рисунок 2 – Схема парогенератора

Встановлення конфузора 4 та дифузора 7 дозволить рівномірно розподілити потік теплоносія по теплообмінним трубкам та зменшить гідравлічний опір парогенератора.

Перелік посилань:

1. Справочник нефтепереработчика: Справочник / Под ред. Г.А.Ластовкина, Е. Д. Радченко и М. Г. Рудина. – Л.: Химия, 1986. – 648 с.,ил.
2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1971г.-484 с.
3. Л.Г. Воронін, А.Р.Степанюк, Л.І. Ружинська – «Методика розрахунків теплообмінних апаратів для нафтопереробних виробництв»

УДК-621

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМУ ОБСЛУГОВУВАННЯ АСУ НА ЯКІСТЬ ЇЇ РОБОТИ

студент Бобонич І.С.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Надійність — властивість технічних об'єктів зберігати у часі у встановлених межах значення всіх параметрів, необхідних для виконання технічних (технологічних та ін.) функцій в заданих режимах і умовах застосування. Під техн. об'єктами розуміють пристрої, прилади, механізми, машини, комплекси обладнання, буд. конструкції і споруди, технологічні операції і процеси, системи зв'язку, інформаційні системи, автоматизовані системи управління технологічними процесами тощо. Методи теорії і практики надійності базуються на застосуванні апарата теорії ймовірностей і випадкових процесів, математичної статистики, моделювання.

В процесі експлуатації в наслідок навантаження елементи поступово зношують ся та виходять з роботи спроможного режиму, тобто відбувається так званий стан відмови.

В системах автоматичного контролю та регулювання необхідна безперервність роботи, а як наслідок висока надійність. Адже, в більшості випадків, при виходженні з ладу одного елемента зупиняє свою роботу вся система автоматичного керування, а як наслідок зупиняється весь процес виробництва, що призводить до суттєвих економічних втрат. Для запобігання подібних ситуацій та задля забезпечення безперервного функціонування виробництва в цілому застосовується так зване резервування. Під резервуванням мається на увазі дублювання у схемах автоматичного контролю елементів з найбільшою інтенсивністю відмов, таким чином, що при виходженні одного елемента, в роботу відразу ж включається резервний елемент, а поки система працює з резервним елементом, відбувається ремонт елемента, який відмовив.

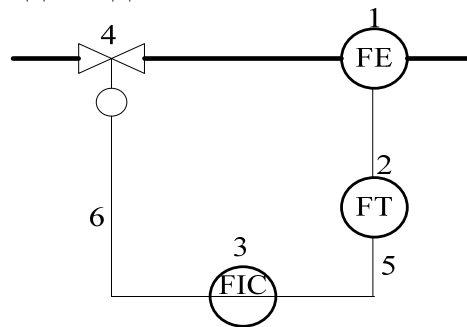
Обслуговування може бути декількох видів: з прямим, зворотним та з назначеним пріоритетом. Режим обслуговування визначає в якому порядку будуть відновлюватись об'єкти у випадку виходу з ладу декількох елементів.

Метою даної роботи є дослідження впливу режиму обслуговування на якість роботи системи, на прикладі контуру регулювання витрати, з резервуванням виконавчого механізму та кабелю довжиною 50 м, який з'єднує виконавчий механізм з вторинним приладом.

Задачею цієї роботи являється:

- Визначення найдоцільнішого варіанту резервування елементів системи та вибір найкращого режиму обслуговування;

Згідно до ФСА системи наведеної на рисунку 1, необхідно зарезервувати 4 та 6 елементи, з інтенсивностями відмов $\lambda_4 = 2 \cdot 10^{-4}$ та $\lambda_6 = 10^{-4}$ відповідно.



1-витратомір; 2-пристрій дистанційної передачі; 3-станція керування з індикацією; 4-виконавчий механізм; 5,6-кабель довжиною 50 метрів
Рисунок 1. ФСА об'єкту

З вищенаведеної ФСА легко помітно, що при такому зв'язку між елементами, відмова одного з них призведе до відмови системи в цілому. Враховуючи попереднє твердження, структурно-логічна схема системи буде послідовною (рисунк 2).

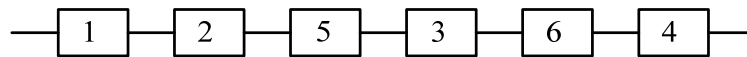
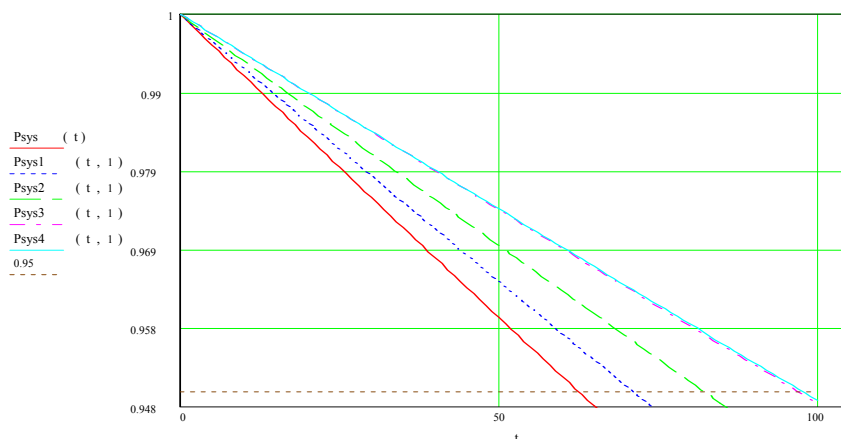


Рисунок 2. Структурно - логічна схема системи згідно до рисунку 1

Після досліджень та обрахунків, було визначено, що ймовірність безвідмовної роботи системи із загальним резервуванням елементів 4 та 6 та ймовірність безвідмовної роботи системи з послідовним резервуванням елементів являється найбільш високою..



$P_{sys}(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи системи, без резервування; $P_{sys1}(t, 1)$ – з резервуванням кабелю при кратності резервування 1; $P_{sys2}(t, 1)$ – з резервуванням виконавчого механізму при кратності резервування 1; $P_{sys3}(t, 1)$ – із загальним резервуванням групи елементів 4 та 6 при кратності резервування 1; $P_{sys4}(t, 1)$ – з послідовним резервуванням елементів 4 та 6 при кратності резервування 1; 0.95 обмеження інтервалу ймовірності безвідмовної роботи; t – час;

Рисунок 3. Графік ймовірності безвідмовної роботи системи з резервуванням групи елементів 4 та 6

Якщо ж виходити з графіків наведених на рисунку 3, суттєвої різниці між інтенсивностями безвідмовної роботи систем із загальним резервуванням елементів 4 та 6 та з послідовним резервуванням елементів не має, але варіант з послідовним резервуванням елементів 4 та 6, у випадку відмови, дає змогу видаляти окремо виконавчий механізм і окремо замінювати кабель, що спрощує ремонт та монтаж, отже він є у всіх варіантів резервування він є найбільш доцільним. Структурно-логічну схему системи з послідовним резервуванням елементів 4 та 6, наведено на рисунку 4.

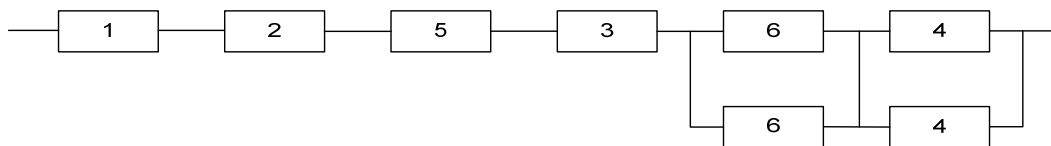
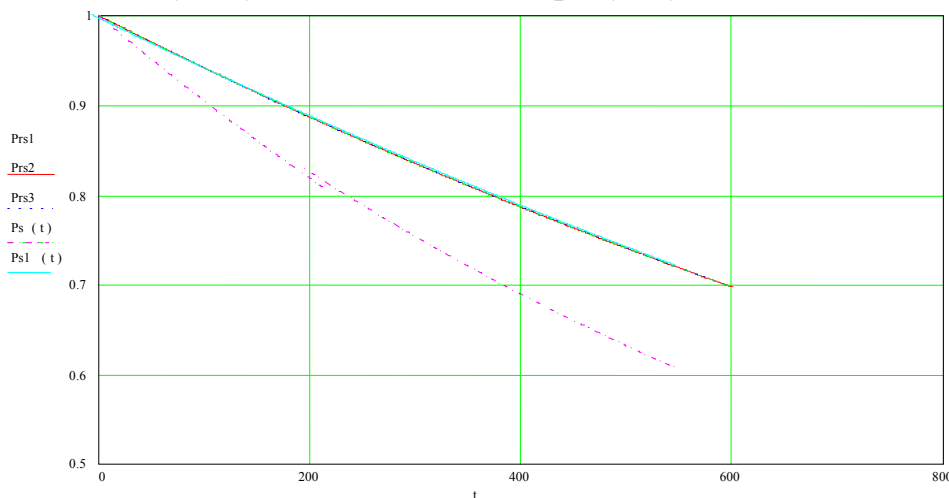


Рисунок 4. Структурно-логічна схема системи з послідовним резервуванням елементів 4 та 6

Графіки ймовірності безвідмовної роботи резервованої системи при різних видах обслуговування наведені на рисунку 5.



Prs1 - система з прямим пріоритетом обслуговування; Prs2 - система з зворотним пріоритетом обслуговування; Prs3 - система з першим пріоритетним елементом обслуговування; Ps - нерезервована система, що не обслуговується; Prs1 - резервована система, що не обслуговується;

Рисунок 5. Ймовірність безвідмовної роботи систем з різними видами обслуговування та резервуванням

Як видно з графіків, наведених на рисунку 5, за рахунок того, що стан відмови системи – поглинальний, різниці між режимами обслуговування не має. Отже для більш глибокого дослідження впливу режиму обслуговування, потрібно, щоб стан відмови системи був відновлювальним.

СЕКЦІЯ 4

**«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ
БІОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

УДК 66.048.3

МАСООБМІННА КОЛОНА ДЛЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ НАФТИ

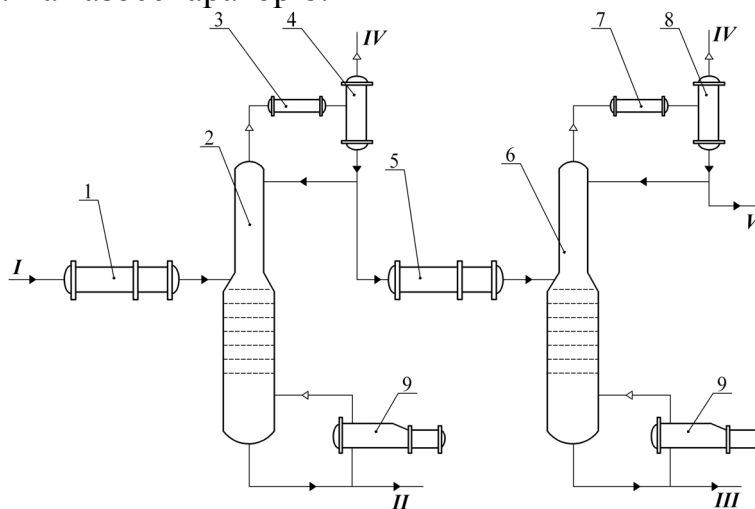
к.т.н., доц. Лукашова В.В., студент Ан Г.Ю.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Стабілізація нафти – це процес видалення із нафти залишкової кількості вуглеводневих газів і легких рідких фракцій, які не видалилися після первинної дегазації сирової нафти. У стабільній нафті вміст розчинених газів не більше 1-2%.

В установці стабілізації нафти (рисунок 1) початкова нафта нагрівається в теплообміннику 1 до 200-250°C і надходить у масообмінну колону 2, з якої відводяться вуглеводневі гази і пари легкого бензину в конденсатор-холодильник 3, та подаються в газосепаратор 4. Газ, що не конденсувався у газосепаратор, спрямовуються на подальшу переробку (наприклад: вилученні сірки), а рідка фаза частково повертається в колону ректифікації 2 для зрошування. Інша частина рідкої фази проходить теплообмінник 5, де нагрівається, та подається в масообмінну колону 6. З колони 6 вуглеводневі гази послідовно подаються в конденсатор-холодильник 7 та газосепаратор 8.



1, 5 – теплообмінники; 2, 6 – колони ректифікаційні;
3, 7 – конденсатори-холодильники; 4, 8 – газосепаратори; 9 – підігрівачі
I – початкова нафта; II – стабільна нафта; III – стабільний газовий бензин; IV – сухий газ; V – зріджена пропан-бутанова фракція

Рисунок 1 – Схема установки для стабілізації нафти

В газосепараторі відбувається розділення на сухий газ, що відводиться з верхньої частини газосепаратора, та зріджену пропан-бутанову фракцію, яка відводиться з нижньої частини газосепаратора.

Частина пропан-бутанової фракції повертається в колону 6 для зрошування, решта спрямовується в збірник. Із колон (після теплообмінників та холодильників) відбираються відповідно стабільна нафта і бензин. Підігрів нижньої частини колон здійснюється за рахунок нагрівання оборотної частини стабільної нафти у нагрівачах 9 перегрітою парою.

У масообмінних ректифікаційних колонах 2 та 6, для промислового процесу стабілізації нафти, широко використовуються колонні апарати з клапанними тарілками, перевагою яких є забезпечення стабільних гідродинамічних і масообмінних характеристик за рахунок саморегулювання вільного перетину для проходу газу (пари) при зміні його швидкості в апараті. Оскільки, діапазон робочих режимів клапанних елементів є обмеженим, лишається актуальним пошук конфігурації контактних пристроїв, що забезпечать високу інтенсивність масопередачі в умовах широкого діапазону зміни витрат газової та рідинної фаз.

Метою даної роботи є розробка контактних елементів, що забезпечуватимуть інтенсивний масообмін за робочих умов процесу стабілізації. Поряд із типовими елементами контактних пристроїв, проаналізовано інноваторські розробки. Перспективним з точки зору організації процесу та новизни є напрям виконання контактних елементів рухомими.

Авторами запропоновано ряд нових конструкцій контактних пристроїв (рисунок 2), що мають можливість самовільного руху за рахунок руху газового та (або) рідинного потоку.

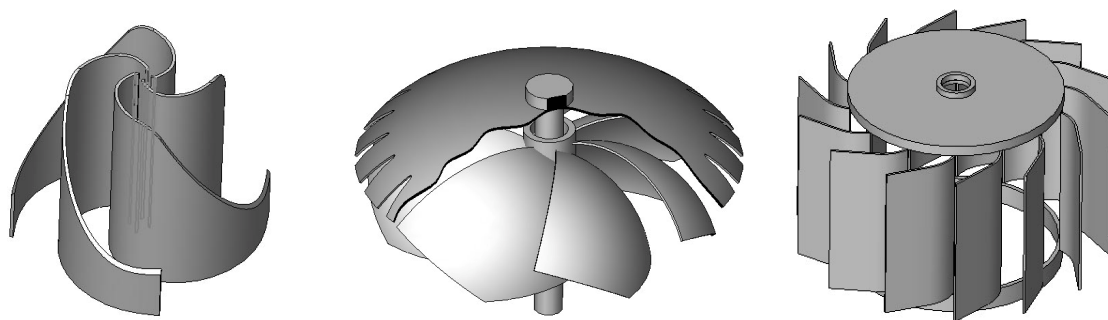


Рисунок 2 – Пропоновані конструкції контактних елементів

Виконання таких контактних пристроїв із обертовими елементами дозволить підвищити турбулізацію потоків та забезпечить інтенсивну масо передачу за умов значних витрат газової та рідинної фаз, що мають місце у промисловому процесі стабілізації нафти.

УДК 621.187

ВДОСКОНАЛЕННЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА

ст. викл. Магазій П.М., студент Безгін М.М.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

При проектуванні та конструюванні теплообмінних апаратів необхідно в максимально можливій степені задовільнити багатосторонні вимоги, що пред'являються до теплообмінників. Основні з них: дотримання умов протікання технологічного процесу: високий коефіцієнт теплопередачі, низький гідравлічний опір апарату, доступність поверхні теплопередачі для чистки, технологічність конструкції з точки зору її виготовлення.

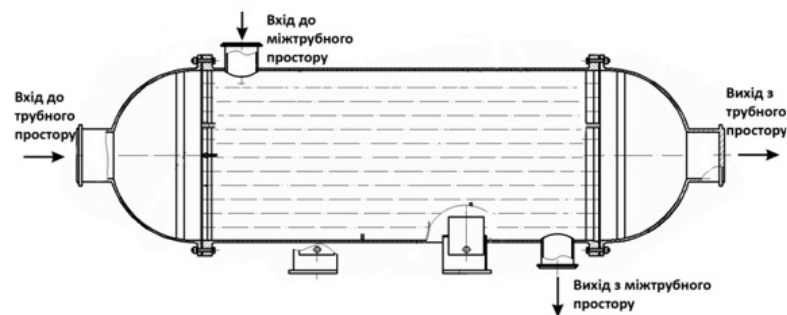


Рис. 1 Кожухотрубний теплообмінник

Кожухотрубні теплообмінні апарати є найбільш вживаними практично в усіх галузях промисловості, що зумовлено простотою та надійністю конструктивних рішень, доступністю і технологічністю матеріалів, застосовуваних, як при виконанні, так і при ремонті. Теплообмінник характеризується легкістю проведення монтажу і запуску в експлуатацію, легкістю в обслуговуванні і надійністю в роботі. У кожухотрубних теплообмінних апаратах досягаються досить великі співвідношення поверхні теплообміну до об'єму та маси апарату. Конструктивні особливості дозволяють застосовувати цей тип майже у всіх випадках, включаючи гранично низькі або високі температури і тиску, великі градієнти температур при випаровуванні та конденсації, а також при використанні сильно забруднених корозійноактивних теплоносіїв. Винятком не буде й охолоджувальна система валків каландру, чий вимоги цілком задовільняє характеристика кожухотрубних апаратів.

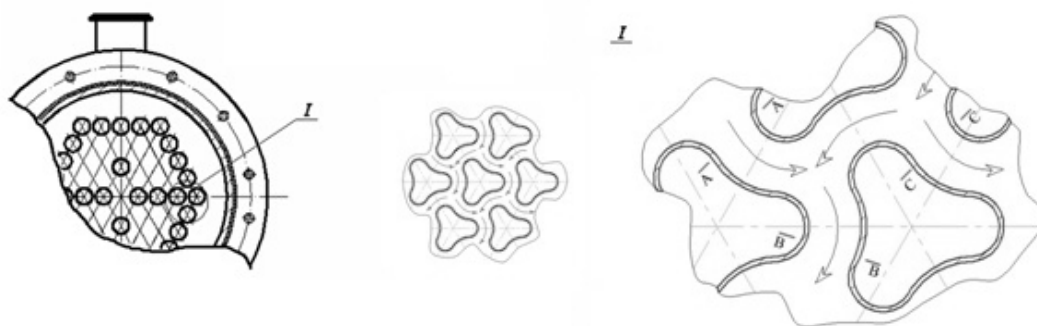


Рис.2 Розташування труб в апараті

В таких теплообмінниках теплообмін створюється між двома рідинними теплоносіями чи систем газ-рідина, що не змішуються і може використовуватись в енергетичних та теплообмінних установках.

Теплообмін лімітується значенням коефіцієнтів теплопередачі. Конструктивна заміна форми труб з появою рельєфності дозволяє збільшити коефіцієнт теплопередачі завдяки руйнуванню пристінного шару рідини, що протидіє процесу теплопередачі, також рельєфність труб значно збільшує площу теплообміну на одиницю об'єму апарату. А надання запропонованим трубам спіральності по всій довжині дозволяє їй турбулізувати потік, що збільшує коефіцієнт тепловіддачі всередині трубок. Запропонована конструкція дозволяє зменшити габаритні розміри теплообмінника, так як раціональніше використовується розташування трубок в теплообмінному апараті.

Перелік посилань:

1. Жуков В.П., Барочкин Е.В. «Системный анализ энергетических тепломассообменных установок». - Іваново: ІГЄУ - 2009 р.
2. Казанцев В.И., Багон В.Д. «Инновационный подход к применению теплообменного оборудования на ТЭС». - Електр.— 2005 р.
3. Лисицин Н.В. «Синтез и оптимизация систем теплообмена». - Хім. промисловість. – 2003 р.

УДК 66.045.126

ПЛАСТИНЧАСТИЙ ТЕПЛООБМІННИК НА ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА БРОВАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ

асистент Гулієнко С.В., студент Безручко О.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

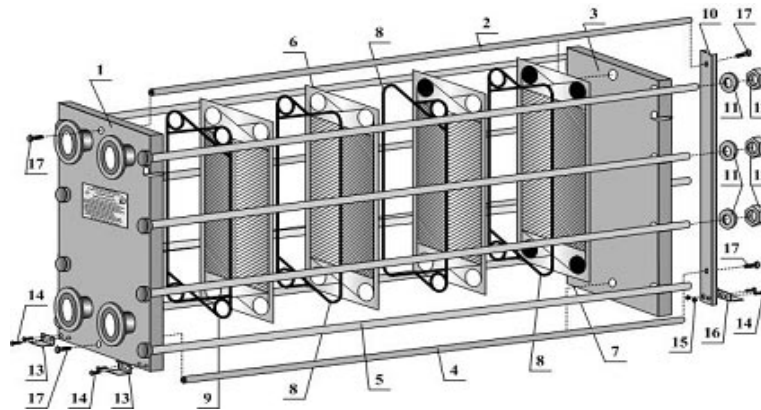
Теплообмінні апарати призначені для здійснення процесу передачі теплоти від гарячого теплоносія (гріюча сторона) до холодного (сторона, що нагрівається) між середовищами “вода-вода”, “пара-вода” тощо. Застосовують теплообмінні апарати в хімічній, нафтопереробній, харчовій та інших галузях промисловості. [1]

Прагнення інтенсифікувати процеси конвективного теплообміну та створити найтехнологічніші у виготовленні та економічні теплообмінні апарати призвело до швидкого удосконалення їх конструкцій, виготовлених з листового прокату.

Одними з найбільш прогресивних теплообмінних апаратів в цей час є пластинчасті теплообмінники, складальні одиниці та деталі яких повністю уніфіковані і виготовляються переважно штампуванням та зваркою. Це створює можливості економічного масового виготовлення цих апаратів при мінімальній металоємкості. У пластинчастих теплообмінниках теплообмін здійснюється через тонку стінку, що розділяє два теплоносії. В основному використовуються для нагріву води в системах опалювання і гарячого водопостачання житлових, адміністративних і промислових будівель.

На сьогодні конструкція пластинчастих теплообмінників є однією з найефективніших у області рішення задач теплообміну (рисунк 1).

Принцип роботи пластинчастого теплообмінника досить простий. При стягуванні пакету пластин утворюється ряд каналів, по яких протікають рідини що беруть участь в процесі теплообміну. Всі пластини пластинчастого теплообмінника в пакеті однакові, тільки розгорнуті одна відносно іншої на 180 градусів. Така установка пластин в пластинчастому теплообміннику забезпечує чергування гарячих і холодних каналів. У процесі теплообміну рідини рухаються, частіше всього, назустріч один одному, і гаряча рідина передає тепло через стінку пластини. У місцях їх можливого перетікання знаходиться подвійне гумове ущільнення, що виключає змішування рідин. Такий принцип побудови пластинчастого теплообмінника дозволяє його швидко модифікувати, як у бік збільшення кількості пластин, і тим самим збільшити потужність пластинчастого теплообмінника, так і легко відремонтувати його у разі виходу з ладу ущільнення або теплообмінної пластини. [2]



1 - плита нерухома, 2 - направляюча верхня, 3 - плита нажимна, 4 - направляюча нижня, 5 - болт стяжний, 6 - пластина проміжна, 7 - пластина кінцева, 8 - прокладка проміжна, 9 - прокладка кінцева, 10 - стійка, 11 - шайба стяжного болту, 12 - гайка стяжного болту, 13 - куточок кріплення плити, 14 - болт, 15 - гайка, 16 - куточок кріплення стійки, 17 - болти кріплення верхньої і нижньої направляючої.

Рисунок 1 – Схема пластинчастого теплообмінника

Переваги пластинчастого теплообмінника при вживанні в харчовій і інших галузях промисловості:

- Зручність очищення і експлуатації;
- Можливість зміни конфігурації пластинчастих теплообмінників при змінах в технологічному процесі;
- Ефективна робота;
- Висока теплоефективність дозволяє отримати економію за рахунок зниження поверхні теплопередачі;
- Малий внутрішній об'єм знижує час запуску і витрати на експлуатацію;
- Немає необхідності в складних методах контролю, таких як рентген, ультразвук і інші методи неруйнівного контролю;
- Відсутність рухливих частин виключає вібрацію і скорочує обслуговування;
- Менші капітальні витрати в порівнянні з кожухотрубчатими теплообмінниками;
- Компактна конструкція економить простір;
- Зниження витрат за термін експлуатації;

Перелік посилань:

1. Справочник по теплообменникам: В 2-х т. Т. 2 / Пер. с англ. под ред. О. Г. Мартыненко и др.— М.: Энергоатомиздат, 1987.— 352 с: ил.
2. Барановский Н. В., Коваленко Л. М., Ястребенецкий А. Р. Пластинчатые и спиральные теплообменники. М., «Машиностроение», 1973, 288 с.

УДК 66.048.3

МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ МАСООБМІННИХ АПАРАТІВ ПРОЦЕСУ РЕКТИФІКАЦІЇ БІНАРНОЇ СУМІШІ

к.т.н., доц. Лукашова В.В., студент Валуйскова С.С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Дослідження технічного рівня та огляд конструктивних рішень основних елементів масообмінних апаратів показали, що у промисловості існує тенденція до переважного застосування колонних апаратів, де поверхня контакту утворюється у процесі руху фаз при безперервній подачі обох фаз.

Для розрахунку процесу масообміну у колонних апаратах проаналізовано розповсюдженні методи визначення числа одиниць переносу: графічний метод, аналітичний метод, методи чисельного та графічного інтегрування.

Графічний метод використовують, якщо на ділянці, яка відповідає одному «ступеню», лінія рівноваги не суттєво відхиляється від прямої. Цей метод дає найменш точні результати.

Метод графічного інтегрування відносно простий, проте не забезпечує необхідної точності для апаратів промислового призначення. Суть цього методу полягає в тому, що будують криву залежності підінтегральної функції або від аргументу та знаходять площу, яка обмежена цією кривою, віссю абсцис та вертикалями, які проведені через точки, абсциси яких дорівнюють межах інтегрування. Ця площа дорівнює інтегралу, тобто числу одиниць переносу.

Аналітичний метод визначення числа одиниць переносу вважається найбільш точним. Зазвичай його використовують, якщо крива рівноваги виражена математичним рівнянням, тоді інтеграл буде знаходитись у загальному вигляді і для числа одиниць переносу можна отримати аналітичний вираз. Але при складному вигляді залежності $Y^*=f(X)$ визначення інтегралу зумовлює певні ускладнення, що робить цей метод не зручним для практичного використання.

При розрахунку масообмінних процесів важливо мати раціональну основу для вибору таких параметрів, як тип обладнання, конструкція масообмінних елементів, співвідношення витрат газової та рідкої фаз, висота апарата, опір газовому потоку. Усі ці фактори мають бути враховані у економічному балансі [1].

Опір насадкових колон може бути меншим за опір тарілчастих колон, тому їх використання поширене у процесах, що відбуваються під розрідженням. Для проведення процесів масообміну, які супроводжуються

коливаннями температури навколишнього середовища, рекомендовані до використання тарілчасті колони, оскільки періодична зміна діаметра корпусу апарату, що відбувається внаслідок температурних деформацій може призвести до руйнування керамічних насадкових елементів (або хордової насадки). Також тарілчасті колони рекомендовані для забезпечення процесу масообміну при великому числі одиниць переносу (або теоретичних тарілок), або за умов значної швидкості рідини (продуктивності за рідкою фазою).

Під час вибору ректифікаційної колони необхідно враховувати, що тарілчасті колони малого діаметру значно дорожчі від відповідних насадкових колон, проте зі збільшенням діаметру вартість насадкових колон зростає набагато швидше. Приблизно можна вважати, що вартість насадкової колони зростає пропорційно квадрату діаметра. А, отже, за межами деякого граничного значення, використання тарілчастих колон повинно бути більш економічним.

Під час визначення вартості колони для попередньої економічної оцінки процесу необхідно враховувати не тільки тип тарілки та діаметр апарата, але і вплив числа тарілок, відстані між тарілками і таких особливостей конструкції, які суттєво впливають на вартість виготовлення (можливість знімання тарілок, конструктивне оформлення дисперсійних пристроїв).

Для обґрунтованого вибору типу та розмірів масообмінних тарілчастих колон процесу безперервної ректифікації бінарної суміші розроблено програму інженерного розрахунку, що дозволяє визначати число теоретичних ступенів зміни концентрації за методом Мак-Кеба–Тіле, у якому здійснене припущення, що пар у випарнику і на кожній тарілці, де він утворюється знаходиться із рідиною у рівноважному стані. Для врахування відхилення від прийнятих ідеальних умов контактування вводиться коефіцієнт корисної дії тарілки, який визначається за конфігурацією та геометричними параметрами контактних пристроїв.

Перелік посилань:

1. Дж. Пери. Справочник инженера-химика: в 2 т. / [Перевод с англ. под ред. Жаворонкова Н.М.] – М.: Химия, 1969 – т. 2. – 640 с.

УДК 621.565.45

ОСОБЛИВОСТІ КОНДЕНСУВАННЯ ПАРІВ НА ЗОВНІШНІЙ ПОВЕРХНІ ТРУБИ

асистент Гатілов К.О., студент Васильєв Р.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

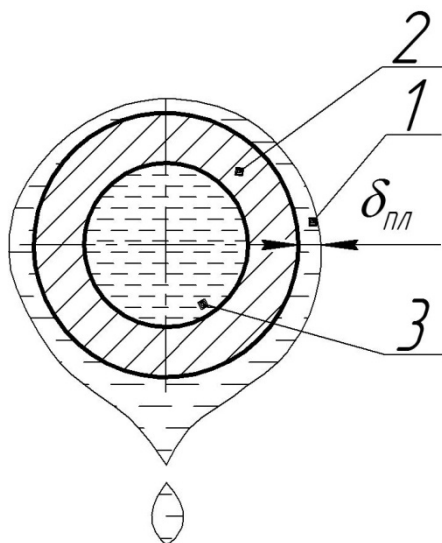
Конденсатор займає важливу роль в тепловій установці так, як пари фреону при тиску 1,26 МПа і температурі 90°C охолоджуються до 70°C і конденсуються, підігріваячи при цьому воду. Температура води в конденсаторі на вході 46°C, а на виході з нього 70°C, що дозволяє цією теплою забезпечити опалення живильних або споживчих приміщень у зимовий період.

Метою даної роботи є розробка конструкції і проектування конденсатора для фреонотеплонасосної установки МНТХУ 200/26. В роботі має бути виконано вибір конструкції конденсатора, параметричний розрахунок та вибір основних розмірів апарата [1].

Метою удосконалень конструкції конденсатора є інтенсифікації процесу теплообміну шляхом внесення змін в конструкції конденсатора так, щоб відбувалась турбулізація потоку парів фреону. Зменшення або уникнути утворення термічного опору на трубах конденсатора у вигляді шару сконденсованого фреону 1, навколо труби 2 (рис. 1). Товщина плівки $\delta_{пл}$, яка утворюється на трубах конденсатора впливає на термічний опір, що засвідчує приведена формула:

$$R = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_{пл} \cdot m^2 \cdot K}{\lambda_{пл} \cdot B_T},$$

де α_1 - коефіцієнт тепловіддачі при нагріві, $\frac{B_T}{m^2 \cdot K_T}$; α_2 - коефіцієнт тепловіддачі при конденсації, $\frac{B_T}{m^2 \cdot K_T}$; $\delta_{ст}$ - товщина стінки труби, м; $\lambda_{ст}$ - коефіцієнт теплопровідності стінки труби, $\frac{B_T}{m \cdot K}$; $\delta_{пл}$ - товщина плівки утворена конденсатом, м; $\lambda_{пл}$ - коефіцієнт теплопровідності плівки, $\frac{B_T}{m \cdot K}$.



1 - шар сконденсованого фреону; 2 - труба; 3 - вода

Рисунок 1 – Труба конденсатора «фреон-вода»

Краплини, що сконденсувались падають на наступні труби, тим самим збільшують товщину плівки конденсату. Це призводить до значного збільшення термічного опору.

В даній установці конденсатор виконує важливу роль в охолодженні і конденсуванні фреону, завдяки цьому забезпечується безперервна робота установки. Так як особливість даного конденсатора є реалізація різної поверхні теплообміну відповідно до необхідного теплового навантаження в «зимовий» та «літній» режим роботи установки, необхідно провести подвійний параметричний розрахунок.

Перелік посилань:

1. Васильєв Р.О., Гатілов К.О. Конденсатор модульної теплонасосної установки МНТХУ 200/26 / Збірник тез доповідей VII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, асистентів і молодих вчених: «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів», листопад 2010р. С.74-75.

УДК 665.63

**УДОСКОНАЛЕННЯ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ У СХЕМІ
СЕЛЕКТИВНОЇ ОЧИСТКИ МАСЛЯНОЇ СИРОВИНИ
ФУРФУРОЛОМ**

асистент Донець О.Є., студент Зубатюк В.О.
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

Основним процесом технології виробництва масел є селективне очищення масляних дистилатів. Цей процес істотно поліпшує температурно-в'язкісні властивості. При селективній очистці масляної фракції в якості розчинника використовується фурфурол. Додаванні до фурфуролу у кількості 20-30% N-метилпірролідону дозволяє збільшити вихід рафінату.

Фурфурол – це в'язка безбарвна рідина яка отримується реакцією соляної і бромогідритної кислот. Він легко розчиняється в полярних органічних розчинах, але майже не розчиняється у воді і алканах. Це важко летюча рідина з температурою кипіння 161,7 °C.

Селективне очищення фурфуролом складається з таких процесів, як регенерація фурфуролу з екстрактного та рафінованого розчинів, екстракція та деаерація сировини. Для проведення процесів необхідне підведення холодоагенту та відведення його з міжтрубного простору.

При очистці масла фурфуролом має відбутись велика кількість процесів охолодження. Тому найкращим варіантом для охолодження фурфуролу є використання кожухотрубного теплообмінника.

Теплообмінник кожухотрубний - це теплообмінник, який призначений для охолодження рідких холодоносіїв. Рідкий холодоагент в таких конструкціях подається через трубки, а холодоносій (охолоджувана рідина) - в міжтрубний простір.

За результатами патентного огляду за аналог прийнято кожухотрубний теплообмінник зображений на рисунку 1.

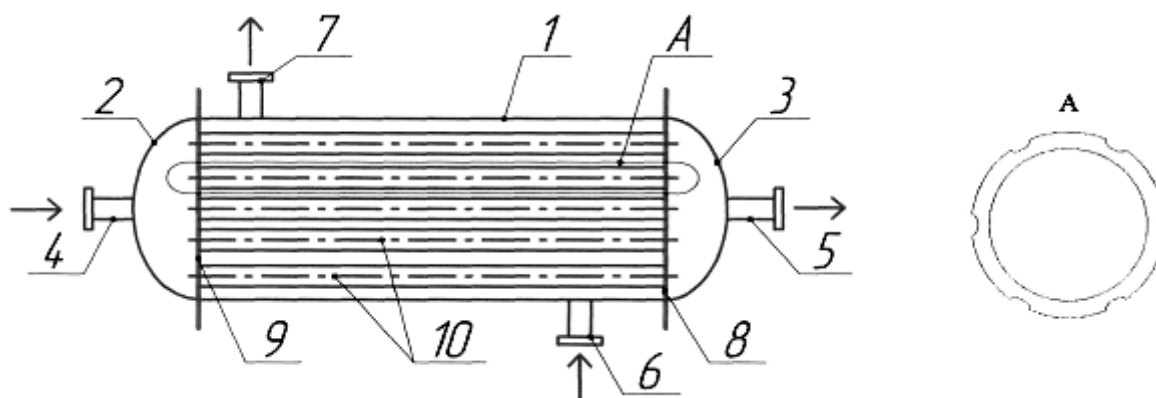


Рисунок 1. Схема кожухотрубного теплообмінника

Кожухотрубний теплообмінник містить кожух 1, дві кришки 2 і 3, штуцер 4 і 7, а також дві трубні решітки 8 і 9 із закріпними в них теплообмінними трубами. На зовнішній поверхні кожної теплообмінної труби по всій її довжині зроблені кільцеві канавки.

Теплоносій надходить у штуцер 4, протікає по трубах 10, де охолоджується і виводиться через штуцери 5. Холодний теплоносій потрапляє через штуцер 6 в міжтрубний простір де підігрівається і відводиться через штуцер 7.

Перевагою цього апарату є нове виконання теплообмінних труб, тобто на зовнішній поверхні кожної теплообмінної труби по всій її довжині виготовляють кільцеві канавки. Це забезпечує турбулізацію потоку, яка сприяє збільшенню коефіцієнта охолодження, підвищує інтенсивність охолодження, а відповідно підвищується й ефективність роботи теплообмінника.

Недоліком є фіксовані решітки які не витримують значне теплове навантаження.

Результатом патентного огляду буде отримання патенту на корисну модель.

Перелік посилань:

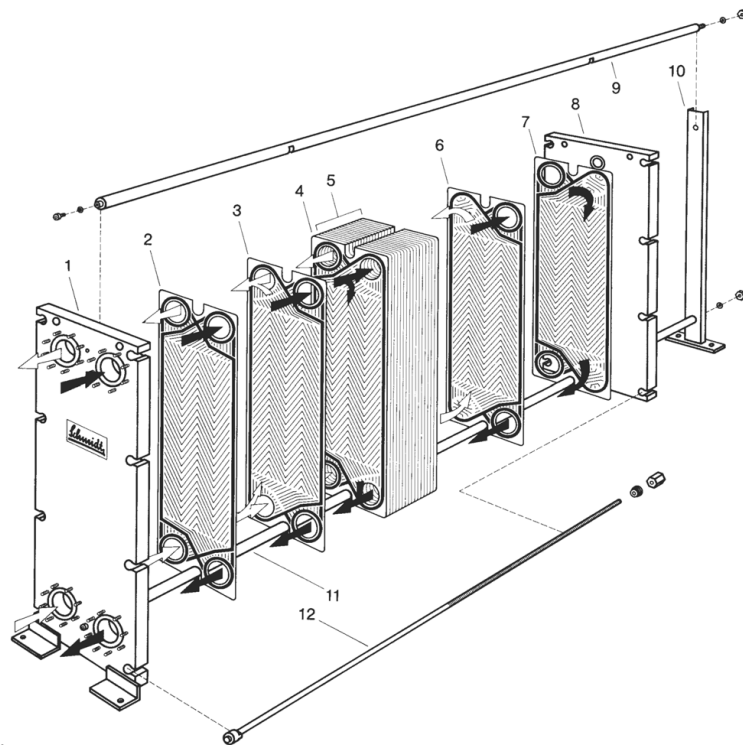
1. <http://www.xumuk.ru/geterocicles/0023.html>
2. Касаткін А. Г. «Основні процеси і апарати хімічної технології.» Москва, 1971.

УДК 66.045.126

ПЛАСТИНЧАСТИЙ ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ПИВА

асистент Гулієнко С.В., студент Куценко А.І.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Пластинчастий теплообмінник SIGMA M 26 NAL використовується на лінії виробництва пива, а саме у системі утилізації низькопотенційної енергії холодоагенту пивного сусла. На сьогодні питання про ощадливе використання енергії та ресурсів є дуже важливим для всіх виробництв, а використання ефективних теплообмінних апаратів у системах утилізації низькопотенційної енергії дозволить відібрати залишки енергії у холодоагенту пивного сусла, для подальшого її використання. Для такої цілі як найкраще підходять пластинчасті теплообмінники



1 - Незнімна плита з портами; 2 - Перша пластина; 3,6 - Лівобічна пластина; 4,7 - Правобічна пластина; 5 - Пакет пластин; 8 - Знімна плита; 9 - Верхня несуча направляюча; 10 - Кінцевий затиск; 11 - Нижня несуча направляюча; 12 - Напрямна з стопорними гайками

Рисунок 1 - пластинчастий теплообмінник SIGMA M 26 NAL

У робочому положенні пластини щільно притиснуті одна до одної і утворюють канали. Кожна пластина пластинчастого теплообмінника з ущільненнями прокладена окремим ущільненням. Ущільнення в теплообміннику дозволяють продуктам проходити через пакет пластин, не змішуючись між собою. Кожна пластина теплообмінника прокладена двома кільцевими і двома ущільненнями контуру. Винятки становлять пластини, встановлені відразу за лицевими плитами

Два з чотирьох отворів у пластині забезпечують підведення і відведення гарячого або холодного середовища до каналу. Два інших отвори, додатково ізольовані малими контурами прокладки запобігають змішання (перетікання) гарячого і холодного середовищ. Для попередження змішування середовищ в разі прориву одного з малих контурів, у прокладки передбачені дренажні пази.

Просторова звивиста течія рідини в каналах сприяє турбулізації потоків, а протиток між гарячим і холодним середовищами сприяє збільшенню рушійної сили (різниці температур) і, як наслідок, інтенсифікації теплообміну при порівняно малих витратах енергії на подолання гідравлічних опорів. Така організація потоку сприяє зменшенню забруднень поверхні теплообміну, зокрема відкладенню накипу.

Технічні характеристики:

Об'єм – 16л

Кількість пластин – 31

Площа тепловіддачі – 7.6 м²

Продуктивність – 351.64 кВт

Товщина пластин – 0.6мм

Максимальний Допустимий тиск – 6 бар

Перелік посилань:

1. Барановский Н.В., Коваленко Л.М., Ястребенецкий А.Р. Пластинчатые и спиральные теплообменники
2. Кунце В. Технология солода и пива / В. Кунце, Г. Мит. - СПб.: Профессия, 2001.

УДК 637.232.14.001

СЕПАРАТОР ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ ЕМУЛЬСІЙ

доц., к.т.н. Зубрій О.Г., студент Левчук І.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Емульсія - дисперсна система, яка складається щонайменше з двох практично взаємно нерозчинних фаз, в яких і дисперсна фаза і дисперсне середовище – рідини. Розділення емульсій відноситься до технологічних процесів, які використовуються в різних галузях промисловості: в хімічній для розділення, в біотехнології і фармації в процесах культивування мікроорганізмів, розробки нових терапевтичних препаратів і лікарських засобів, в харчовій - розділення молочних продуктів.

Темою дипломної роботи обрано сферу переробки харчових продуктів, а саме молока та молочних продуктів його обробки. Найважливіші процеси, які виконують над молоком в апаратах є очистка, розділення, теплообмін, пастеризація.

В Україні молочна промисловість високорозвинена. До її складу входять підприємства молочної промисловості по виробництву тваринного масла, вершків, цільномолочної продукції, молочних консервів, сухого молока, сирів, морозива, казеїну тощо.

Суттєвою задачею є більш повне використання сільськогосподарської сировини. Найбільш активні розробки ведуться в напрямку інтенсифікації та удосконалення технологічних процесів.

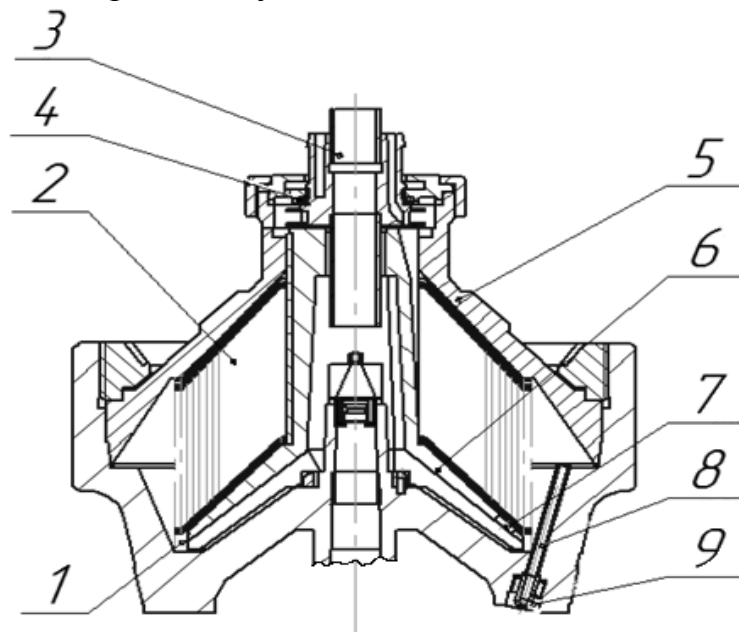
Одним з основних і найбільш розповсюджених процесів переробки молока є сепарація [1,2]. Виконується очистка молока, жирова складова, що є вихідною речовиною для подальшої переробки. Сьогодні сепаратори використовуються у всіх сферах переробки молока, таких як сепарація теплого і холодного молока, сироватки, пахти, нормалізація і очистка молока. До складу молока входять білки, жири, вуглеводи, вітаміни, ферменти, гормони, мікроелементи, неорганічні солі, імунні тіла та гази. Мінеральні солі знаходяться в іонно- і молекулярно-дисперсному та колоїдному стані, а молочний цукор – в молекулярно-дисперсному стані. В колоїдно-дисперсному стані знаходиться білок молока, жир молока – в стані емульсії чи суспензії. Розмір основних частин в колоїдному стані неоднаковий.

Конструкція барабану сепаратора теплого молока представлена на рисунку 1.

Емульсія надходить в сепаратор через вхідну трубу 3 і через отвір 7 в тарілотримачі 6 і кільцеву щілину 1 направляється в пакет тарілок 2. Видалений в міжтарілочний простір шлам скидається в шламовий простір

І по нахиленим каналам видається через сопла 9 у вигляді концентрата в збірник. Освітлений фугат по зовнішнім каналам тарілкотримача піднімається вгору і вільним зливом виходить із ротора в верхній приймач зі спіральним каналом 4 в горловині кришки 5.

В зонах виходу концентрату в нахилені канали утворюються вихрові потоки, які сприяють місцевому ерозійному зносу кришки і каналів. Для запобігання зносу корпусних деталей в кришку ротора встановлюють диски з твердих сплавів, а в нахилених каналах розміщують захисні труби 8, які замінюють по мірі їх зносу.



1-кільцева щілина, 2-пакет тарілок, 3-вхідна труба, 4-спіральний канал, 5-кришка, 6-тарілкотримач, 7-отвори, 8-захисні трубки, 9-сопло
Рисунок 1-Схема сепаратора для розділення теплого молока

Метою даної роботи є вдосконалення конструкції, виконання розрахунків які підтверджують ефективність роботи і працездатність апарата.

Перелік посилань:

1. Шкоропад Д. Е., Новиков О. П. Центрифуги и сепараторы для химических производств. — М.: Химия, 1987. — 256 с.
2. Лукьянов Н. Я. Теория и расчет молочных сепараторов.—М.: Пищевая промышленность, 1977. — 73 с.

УДК.637.132.2.001

КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ БІОТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

к.т.н., доц. Зубрій О.Г. студент Лисенко Д.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Теплообмінні процеси широко використовуються в різних галузях промисловості: хімічній, нафтопереробній, біотехнологічній, харчовій, фармацевтичній, та ін. В залежності від особливостей проведення процесу теплообмінні апарати застосовують для нагріву, охолодження, випарювання, конденсації.

Теплообмінні пристрої можуть прислужуватись для підтримання температурного режиму тих чи інших процесів: проведенні хімічних реакцій, інтенсифікації розчинення речовин, кристалізації, фільтрації.

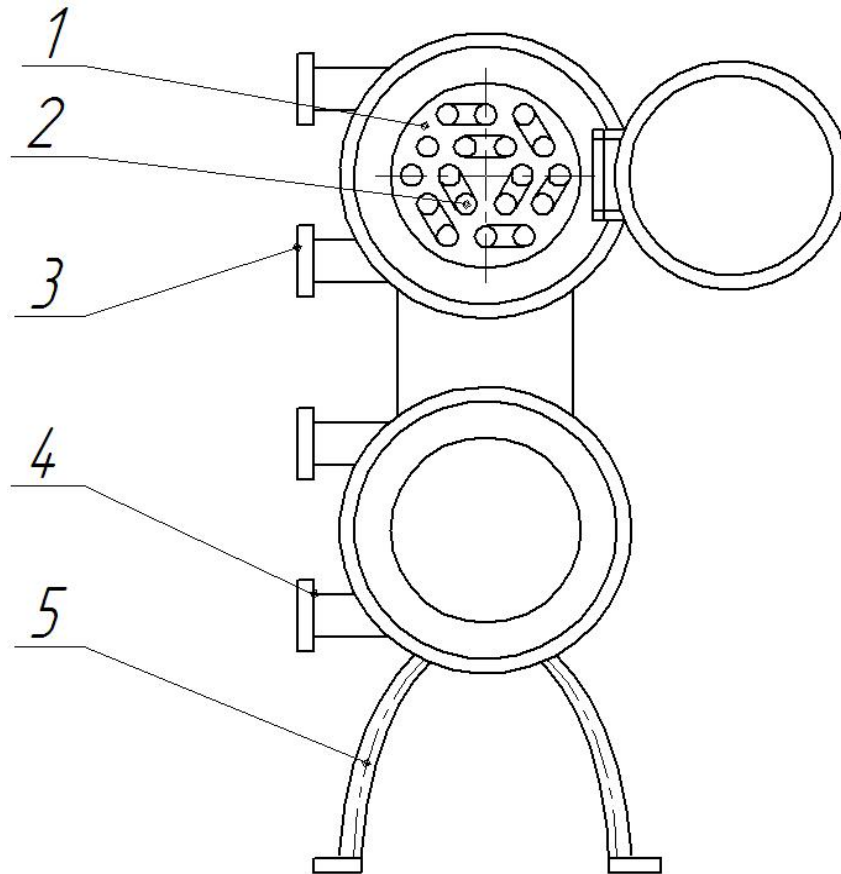
В біотехнологічній, харчовій та фармацевтичній галузях теплообмін використовується для надання продукції властивостей без яких вона не може бути використана. внаслідок можливої шкоди. Такими тепловими процесами є термічна пастеризація та стерилізація для знищення шкідливих мікроорганізмів, які завжди є в продуктах переробки [1]. Температура культуральної рідини при цьому підвищують до 90-130°C. Оскільки продукція, здебільшого, термолабільна, то є необхідність швидкого нагріву (термоудару).

В кожухотрубних апаратах висока інтенсивність процесу досягається використанням водяної пари, яка подається у міжтрубний простір та високими швидкостями рідини у трубах [2,3]. Короткі труби (1-1,2м) також сприяють підвищенню загального коефіцієнта тепловіддачі за рахунок більшого впливу початкової ділянки труби. Невелика довжина трубного пучка сприяє, крім того можливості контролю стану їх внутрішньої поверхні.

Для інтенсифікації тепловіддачі до рідини використовують також витискачі, що розміщуються в трубах. Рідина рухаються в тонкому кільцевому зазорі між стінкою труби та витискачем.

В даній роботі буде розроблено теплообмінний апарат, для нагріву та пастеризації. За базову модель взяті апарати пастеризаційної теплообмінної установка (ПТУ), яка застосовується в молокопереробній промисловості. Передбачені розрахункові та конструктивні розробки та перевірка, щодо використання труб овального перетину і вдосконалення роземних з'єднань.

Ескіз апарату представлено на рисунку 1.



1- трубна решітка, 2- трубчатий простір, 3-штуцер підведення пари,
4- штуцер відведення конденсату, 5- опори.

Рисунок 1. Схема кожухотрубного теплообмінника

Метою дипломного роботи є модернізація теплообмінного обладнання, що використовується в молокопереробній промисловості.

Перелік посилань:

1. ДСТУ 2212:2003 Молочна промисловість. Молоко та молочна продукція. Терміни та визначення. К.: Держстандарт України. 2004 III, 22с.
2. Волчков И.И. "Теплообменные аппараты для молока и молочной продукции. М: Пищевая промышленность, 1972. 216с.
3. Панин Г.П. Примеры расчета аппаратов оборудования мясной и молочной промышленности Учеб. пособие. СПб: ЛТИХП, 1991.-46с.

УДК 665.63

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА УСТАНОВКИ
СЕЛЕКТИВНОГО ОЧИЩЕННЯ МАСЛЯНОЇ СИРОВИНИ
ФУРФУРОЛОМ.**

асистент Донець О.Є., студент Логінов К.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Процес селективного очищення є одним з основних процесів виробництва нафтових масел тому, що дозволяє істотно поліпшити найважливіші експлуатаційні властивості масел: стабільність проти окислювання й вязкісно-температурні властивості. Процес заснований на вибірному добуванні з нафтової масляної сировини за допомогою спеціально підібраних розчинників таких небажаних компонентів, як з'єднання сірки й азоту, поліциклічні ароматичні й нафто-ароматичні вуглеводні з короткими бічними ланцюгами, неграничні вуглеводні й смолисті речовини. Як селективні розчинники найчастіше застосовують фурфурол, фенол і N-метилпірролідон. Фурфурол більш ефективний при очищенні дистилятних фракцій зі значним вмістом ароматичних вуглеводнів.

Фурфурол — важкокипляча (161,7 °C) рідина, щільністю 1,16 г/см³. Легко розчиняється в більшості полярних органічних розчинників, але лише незначно розчинний як у воді, так і в алканах. Фурфурол може бути отриманий при кип'ятінні з сірчаною кислотою різних сільськогосподарських відходів (стеблів соняшника, соломи), а також деревини. При цьому відбувається гідроліз геміцелюлози (одного з полісахаридів клітинних стінок рослини) пентози, що утворюються (головним чином, ксилоза) під дією сірчаної кислоти піддаються дегідратації, що веде до утворення фурфуролу. Фурфурол відганяється разом з парами води.

Селективне очищення фурфуролом включає такі процеси як деаерація сировини, екстракція, регенерація фурфуролу з екстрактного та рафінованого розчинів. Для проведення процесів, зокрема процесу регенерації селективного розчинника, необхідне підведення або відведення водяної пари. Для вказаних цілей у сучасній хімічній промисловості використовують теплообмінники різних конфігурацій. На основі аналізу з'ясовано, що оптимальним рішенням є парогенератор з «плаваючою насадкою» та паровим простором. Задача апарату - підведення водяної пари в колону регенерації фурфуролу з водних розчинів.

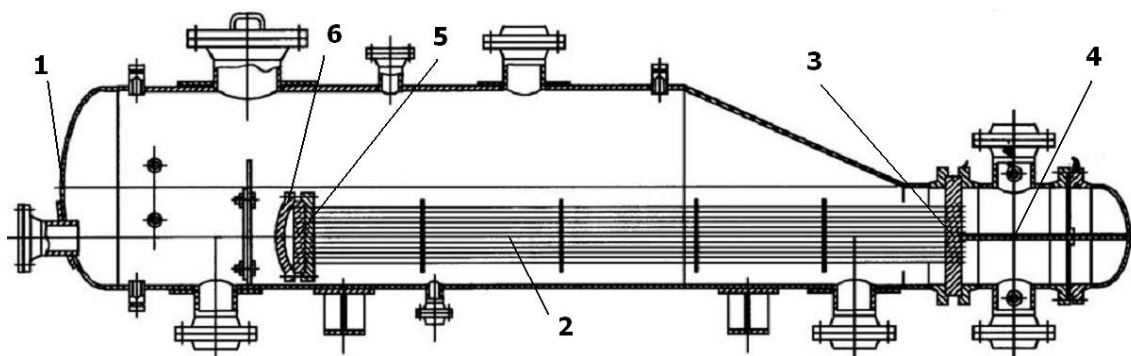


Рисунок 1. Схема парогенератора

У парогенераторах із «плаваючою насадкою» теплообмінні труби закріплені у двох трубних решітках, одна з яких нерухомо пов'язана з корпусом, а інша має можливість вільного осьового переміщення. Останнє виключає можливість температурних деформацій кожуха й труб.

Перевагами даного апарату є підвищена витривалість при температурних навантаженнях $140\text{ }^{\circ}\text{C} - 400\text{ }^{\circ}\text{C}$, що виключає можливість деформацій, та кращі умови очистки трубного пучка за рахунок знімної насадки.

Парогенератор складається з кожуха 1 і трубного пучка 2. Трубна решітка 3 з'єднана фланцевим з'єднанням з кожухом і розподільною камерою 4. Рухлива трубна решітка 5 встановлена усередині кожуха вільно й утворює разом із приєднаною до неї кришкою 6 «плаваючу насадку». При нагріванні й подовженні трубок «насадка» переміщується усередині кожуха.

Перелік посилань:

1. Касаткін А. Г. Основні процеси і апарати хімічної технології. Видавництво «Хімія», Москва, 1971.
2. <http://www.xumuk.ru/geterocicles/0023.html>
3. <http://paht.vector-study.ru/apparat/teplo/kozuhotrub-page4.html>

УДК 62-68

ОСОБЛИВОСТІ ВИПАРОВУВАННЯ ХОЛОДОАГЕНТІВ В ВИПАРНИКАХ ЗАТОПЛЕНОГО ТИПУ

асистент Гатілов К.О., студентка Сахнюк А.О.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Холодильна машина являє собою пристрій, який слугує для перенесення теплоти з нижчого температурного рівня на вищий. Вирішення цієї задачі реалізується за допомогою зворотнього термодинамічного циклу, який здійснюється холодоагентом. Власне холодильна машина здійснює відведення теплоти від охолоджуваних об'єктів, що мають температуру нижчу, ніж навколишнє середовище, і передачу цієї теплоти до останніх. Основними теплообмінними апаратами холодильних машин є випарники і конденсатори.

Випарник призначений для відводу теплоти від охолоджуваного середовища, яке циркулює між випарником і об'єктом охолодження та віднімає від нього теплоту. Маса конденсатора і випарника складає більшу частину маси холодильної машини, що впливає на її вартість. Теплообмінні апарати мають великий вплив на енергетичні характеристики холодильної машини. Так як поверхня апаратів не може бути занадто великою, температура конденсації в холодильній машині повинна, бути вище температури навколишнього середовища, а температура кипіння - нижче температури охолоджуваного об'єкту. Це призводить до зовнішньої незворотності термодинамічного циклу та до енергетичних втрат. Цю незворотність можна зменшити, збільшуючи поверхні теплообмінних апаратів, однак при цьому зростають витрати на холодильну машину.

Прагнення знизити зовнішню незворотність призводить до необхідності застосування невеликих температурних напорів і відповідно невисоких густин теплового потоку. Це разом з низькими тисками кипіння у випарнику, щодо високих тисків у конденсаторі і з несприятливими тепло-фізичними властивостями холодоагентів призводить до малих коефіцієнтів тепловіддачі та теплопередачі у випарниках.

Вивчення процесів теплопередачі в холодильних апаратах і пошук їх ідеальних конструктивних форм, є вкрай актуальним завданням холодильної техніки. Випаровування в вільному об'ємі є малоефективним, так як при цьому реалізуються малі коефіцієнти теплопередачі. Обсяг міжтрубного простору значно більше обсягу труб, тому для заповнення випарника потрібна велика кількість холодоагента.

Якість роботи випарника визначається інтенсивністю теплопередачі в ньому, що є однією з найголовніших характеристик. Тому виникає завдання покращити роботу і характеристики теплопередачі у випарнику затопленого типу. У вільному об'ємі можливе плівкове і бульбашкове кипіння. Збільшення α при бульбашковому кипінні може бути досягнуто зі зниженням ΔT та конструктивною реалізацією відведення бульбашок з нижчих рівнів через бокові зони, щоб не відбувалось їх злиття на верхньому рівні. Зниження температури ΔT призведе до падіння Q або буде вимагати збільшення площі теплообміну F , тому стає актуальною задача конструктивно реалізувати покращені умови теплообміну.

УДК 665.63

УДОСКОНАЛЕННЯ ПАРОВОГО КОНДЕНСАТОРА У СХЕМІ ОЧИЩЕННЯ МАСЛА ФУРФУРОЛОМ

к.т.н., доц. Степанюк А.Р., студент Синицький О.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Одним з основних процесів традиційної технології виробництва нафтових масел є селективна очищення масляних дистилятів. Нині селективна очищення масляних дистилятів проводиться з використанням в якості виборчого розчинника фурфурол.

Фурфурол або furfuraldehyde (C_4H_3OCHO), в'язка, безбарвна рідина яка має приємний ароматний запах; при взаємодії з повітрям вона набуває темний коричневий колір. З сполук, що входять до складу нафтових фракцій, найбільш розчиняються у фурфурол ароматичні вуглеводні, слабо розчинні парафінові вуглеводні і найгірше розчиняються асфальтно-смолисті сполуки. При звичайних температурах до 30-40 °С в фурфурол добре розчиняються тільки ароматичні вуглеводні, які у фракціях нафти, киплячих нижче 350-400 °С.

Фурфурол отримується реакцією соляної і бромогідритної кислот на ксилозу та інші пентози. Доступним джерелом фурфуролу є рослинна сировина, що містить пентози, як-то: деякі види деревини, лушпиння і солома вівса, рису та інших злаків, волокна конопель, серцевина вичавленої цукрової тростини та т.ін. Гідроліз пентозів і відгін утвореного фурфуролу проводиться нагріванням рослинного матеріалу з розбавленою соляною чи сірчаною кислотами, рідше використовуються азотна та фосфорна кислоти.

Екстрактний розчин проходить через теплообмінник, де він попередньо нагрівається паром, потім поступає у екстрактну відпарну колону, що працює під надлишковим тиском 0,1-0,2 кг/см². Пара надходить під нижню тарілку екстрактної колони та відкачується насосом. Екстракт відбирається насосом та потрапляє до холодильника де охолоджується водою. Пари фурфуролу з екстрактної відпарної колони надходять до конденсатора і конденсуються.

При очистці масла фурфуролом проходить велика кількість процесів нагрівання, охолодження та конденсації. Виходячи з того, що різниця температур між теплоносіями велика, доцільно брати горизонтальний кожухотрубний конденсатор.

Головна задача апарату є конденсація фурфуролу водою перед подачею до в колону відгонки фурфуролу. Розроблюваний апарат стоїть

після екстрактної відпаної колони, там відбувається конденсація фурфуролу і при конденсуванні фурфурол відводиться в колону відгонки фурфуролу.

З метою інтенсифікації процесу теплообміну в запропонованому кожухотрубному конденсаторі в міжтрубному просторі встановлено повздовжні перегородки.

Схема одного з таких апаратів зображена на рисунку 1.

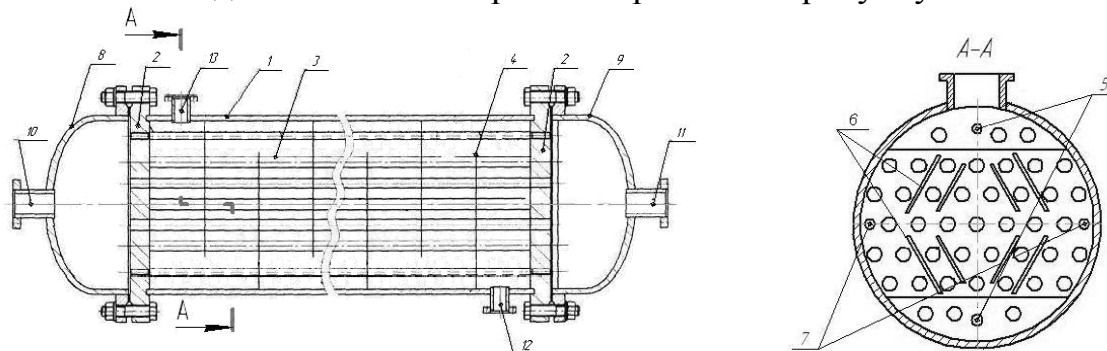


Рисунок 1. Схема конденсатора.

Конденсатор складається з кожуха 1 в якому розміщені трубні решітки 2 з пучком теплообмінних труб 3. Перегородки 4 з сегментними вирізами кріпляться на стяжках 5. Між перегородками 4 встановлюємо повздовжні перегородки 6, які вставляються в наскрізні отвори поперечних перегородок через всю довжину теплообмінника. Кришки 8 і 9 кріпляться за допомогою фланцевого з'єднання.

Теплообмінник також містить штуцери 10 і 11 для підведення і відведення гарячого теплоносія і штуцери 12 і 13 для підведення і відведення відповідно холодного теплоносія.

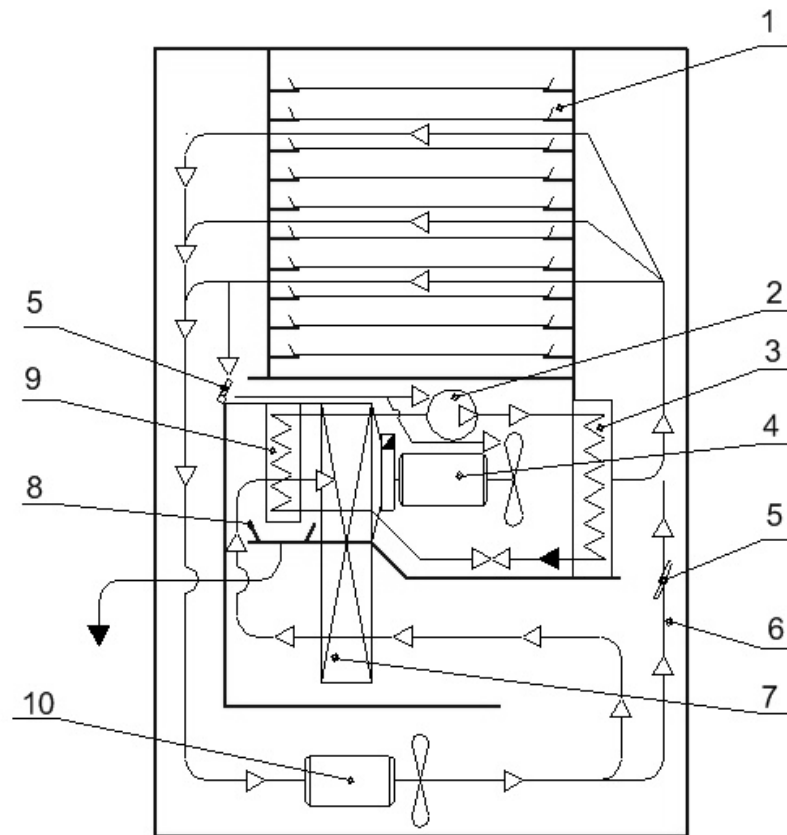
Гарячий теплоносій надходить в теплообмінник через штуцер 10, протікає по трубах 3, де охолоджується, і виводиться через штуцер 11. Холодний теплоносій потрапляє через штуцер 13 в міжтрубний простір де підігрівається і відводиться через штуцер 12.

УДК 664.8.047

СУШИЛЬНА ШАФА ДЛЯ СУШКИ МАТЕРІАЛІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

асистент Гулієнко С.В., студент Франк О.І.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Дана сушильна шафа (рисунок 1) призначена для сушки матеріалів рослинного походження (термолабільних матеріалів). Вона складається з металевого каркасу облицьованого з зовні ламінованою водостійкою фанерою, внутрішня поверхня якої теплоізолювана матеріалом Пенофол.



1-сушильна камера; 2-компресор; 3-конденсатор; 4-напірний і рециркуляційний вентилятори; 5-шибер; 6-ТРВ; 7-регенеративний теплообмінник; 8-конденсатозбірник; 9-випарник; 10-циркуляційний вентилятор

Рисунок 1 – Принципова схема тепло насосної сушарки

Сушильна шафа умовно розділена на два відсіки: технологічний та агрегатний. Технологічний відсік призначений для сушіння дослідних матеріалів, облаштований полицями для розміщення піддонів та

прозорими дверцятами для завантаження та нагляду за процесом сушіння. Агрегатний відсік призначений для встановлення теплонасосного агрегату.

Зневоджувальний матеріал розміщується на піддонах і завантажується в технологічний відсік сушарки. Під час роботи потік сушильного агента прямує в технологічний відсік сушарки і проходить над зневоджувальним матеріалом. При контакті з матеріалом сушильний агент зволожується та охолоджується. Відпрацьований сушильний агент з технологічного відсіку прямує до агрегатного відсіку сушарки, де розподіляється на два потоки, перший з яких прямує до контуру тепловологісної обробки і послідовно, за допомогою відцентрового вентилятора, проходить зону випаровування рекуперативного теплообмінника, випарник холодильного агрегату та зону конденсації рекуперативного теплообмінника. В результаті сушильний агент проходить процеси охолодження, зневоднення та нагріву. Зкраплена на зовнішній поверхні випарника волога стікає до конденсатозбірника і вилучається з сушарки. Зневоднений потік змішується з потоком повітря і прямує до конденсатора теплового насосу, де нагрівається до заданої температури і подається знову в контур циркуляції сушильного агента. Тепловологісні параметри сушильного агента в сушарці задаються за допомогою приладу «Измеритель-регулятор МТ2», положення шибєрів в контурі, тепловологісної обробки повітря та зміни витрат теплоносія за допомогою головного та додаткових циркуляційних вентиляторів.

За мету поставлено підвищити ефективність вилучення вологи з відпрацьованого сушильного агента.

Перелік посилань:

1. Патент України 41890, МПК S26 B09/06 Сушільна шафа / Зубрій О.Г., Мікульонок О.І., Назаренко К.М., заявл 09.02.2009, опубл. 10.06.2009 р.

СЕКЦІЯ 5

**«ОБЛАДНАННЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЗАОЩАДЖУЮЧИХ І
ЕКОБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ХОЛОДИЛЬНИХ І ХІМІЧНИХ
ВИРОБНИЦТВ»**

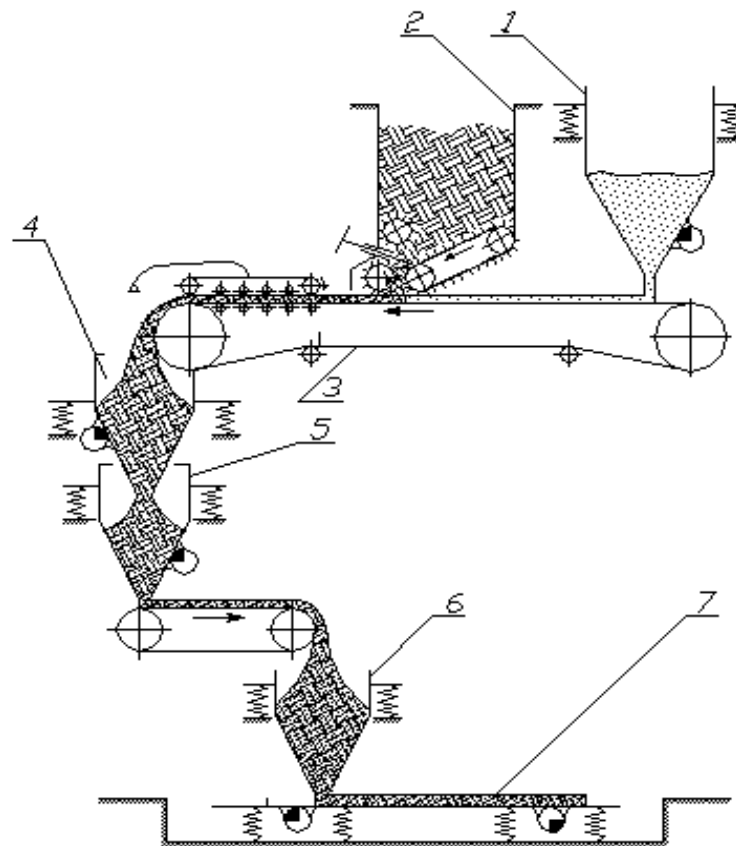
УДК 532.137: 666.97

УДОСКОНАЛЕННЯ УСТАНОВКИ ВІБРОЕКСТРУЗІЇ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

к.т.н., доц. Андреев І.А., студентка Демченко Г.В.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Початковою стадією процесу змішування фібр з цементно-піщаним розчином при віброекструзії фібробетону є формування тонкого шару розчину і змочування цим розчином фібр шляхом їх занурення у шар цементно-піщаного розчину на транспортері 3 (Рисунок 1).



1- дозатор-живильник цементного розчину; 2- дозатор-живильник грубого мінерального волокна; 3- транспортер; 4-5- віброекструдери, що змішують; 6-формуючий віброекструдер; 7-готовий виріб

Рисунок 1- Схема установки віброекструзії фібробетонних виробів

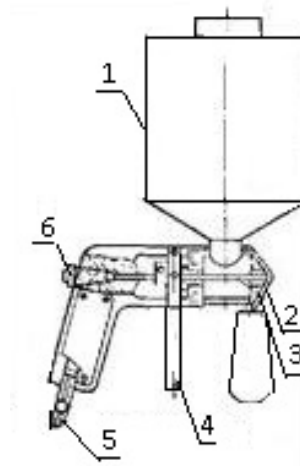
Авторами з метою удосконалення процесу віброекструзії було запропоновано у пристрої для одержання шару цементно-піщаного розчину 1 направляючі канали виконати у вигляді зрізаних конусів, що

значно зменшить металоємність дозатора-живильника. При цьому конічні канали, порівняно з плоскими, забезпечують більш рівномірний розподіл деформацій зсуву по перерізу каналу. Це, у свою чергу, покращує процес додаткового змішування цементно-піщаного розчину при його плинні у направляючих вставках, а отже і властивості розчину по всьому його об'ємі.

З метою повного змочування цементно-піщаним розчином фібр після часткового занурення фібр у шар цього розчину частину розчину перед завантаженням віброекструдера 4 необхідно подавати на змочування сухої поверхні фібр. Це підвищує рівномірність розташування фібр у розчині порівняно з відомими способами, покращує змішування в процесі віброекструзії, а отже і якість виробів, які формуються.

Змочування сухої поверхні фібр перед подачею суміші у віброекструдер можна здійснити за допомогою пістолета-розпилювача для нанесення цементних розчинів (рисунк 2). Апарат розпилює основу із цементних мас з наповнювачами у вигляді піску різноманітного розміру повітрям, що подається в камеру та виходить через сопло діаметром до 10 мм.

Продуктивність пістолета - розпилювача 90 – 100 м²/год; тиск повітря – 0,2 – 0,3 МПа, об'єм бачка – 3 л; маса – 2,2 кг.



1 – бачок; 2 – сопло; 3 – запорна трубка; 4 – курок; 5 – штуцер подачі повітря; 6 – повітряний клапан.

Рисунок 2 - Пістолет – розпилювач для нанесення цементних розчинів

В результаті проведених досліджень авторами були подані дві заявки на патенти України на корисні моделі.

УДК 66.045

НОВІ КОНСТРУКЦІЇ СПІРАЛЬНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ

доц., к.т.н. Андреев І.А., студентка Будзинська С.М.

Національний технічний університет України

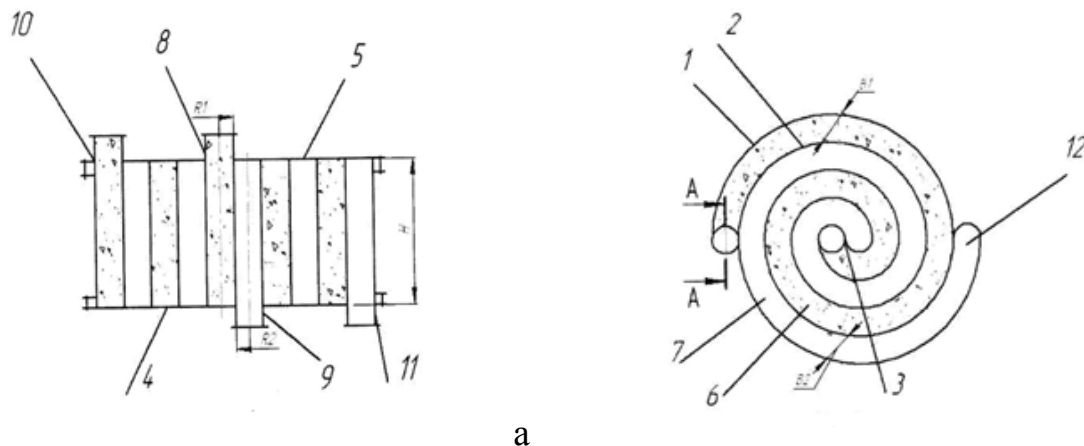
«Київський політехнічний інститут»

Для нагрівання або охолодження забруднених рідин з високою в'язкістю найбільш ефективними є спіральні теплообмінники, які характеризуються компактністю і малим гідравлічним опором порівняно з теплообмінними апаратами інших типів. Конструкція такого апарата дозволяє проводити порівняно легке очищення каналів.

Авторами запропоновані нові конструкції спіральних теплообмінників, які характеризуються меншим гідравлічним опором, що, у свою чергу, сприяє зниженню забруднюваності внутрішньої поверхні апарата і потужності, яка необхідна для прокачування теплоносіїв.

Конструкція теплообмінника [1] ефективна за умови незначної продуктивності, коли середні швидкості течії теплоносіїв у патрубках і спіральних каналах не дуже різняться (рисунк 1).

Гідравлічний опір зменшується при переході теплоносіїв з патрубків у спіральні канали і навпаки, апарат не має проміжних камер.

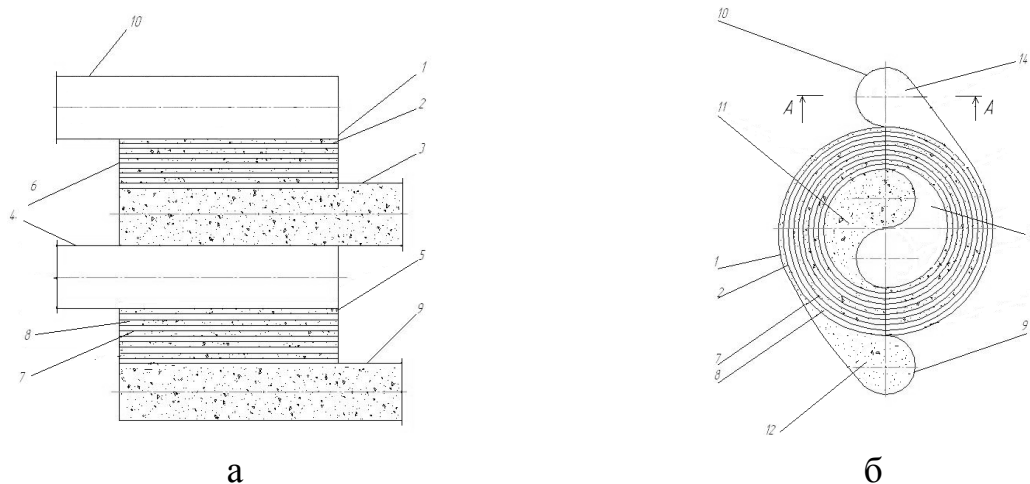


1, 2 - металеві листи, 3 - S-подібна перегородка, 4, 5 - плоскі кришки, 6, 7 – канали, 8, 9, 10, 11 – патрубки, 12 - діаметральний виріз.

Рис. 1 – Поздовжній (а) і поперечний (б) розрізи першого спірального теплообмінника

Для апаратів більшої продуктивності пропонується на відміну від теплообмінника [2] в місцях з'єднання патрубків підведення й відведення теплоносіїв зі спіральними каналами відповідні патрубки виконати у вигляді напівтруб у поперечному перерізі, а спіральні канали такими, що збільшуються по ширині до розмірів внутрішніх діаметрів відповідних

патрубків [3] (рисунк 2). В результаті усуваються різкі звуження (розширення), що дозволяє здійснити плавний перехід теплоносіїв з патрубків у спіральні канали (і навпаки), значно зменшити гідравлічний опір апарата.



1, 2 - металеві листи, 3, 4, 9, 10 – патрубки, 5,6 – кришки, 7, 8 - спіральні канали, 11, 12, 13, 14 - розширення

Рис. 2 – Поздовжній (а) і поперечний (б) розрізи другого спірального теплообмінника

Пропоновані конструкції спіральних теплообмінників дозволяють зменшити гідравлічний опір апаратів і використовувати більш в'язкі і забруднені теплоносії.

Останню конструкцію теплообмінника пропонується використовувати при очищенні газу від двоокису вуглецю для охолодження розчину моноетаноламіну, який має відносно високу в'язкість (коефіцієнт динамічної в'язкості становить $19 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$).

Перелік посилань:

1. Патент 56204 Україна МПК (2011.01) F28D 7/00. Спіральний теплообмінник / Андреев І.А., Крук Г.В., Трубчик С.М.; заявник і патентовласник вони же. — № u201006227; заявл. 21.05.10; опубл. 10.01.2011, Бюл. № 1.
2. Патент 53318 Україна МПК (2009) F28D 7/00. Спіральний теплообмінник / Андреев І.А., Крук Г.В., Трубчик С.М.; заявник і патентовласник вони же. — № u201000261; заявл. 13.01.10; опубл. 11.10.2010, Бюл. № 19.
3. Заявка на патент № u201102158 МПК (2011.01) F28D 7/00. Спіральний теплообмінник / Андреев І.А., Будзинська С.М.; заявник і патентовласник вони же; заявл. 24.02.11.

УДК 66.023

**ВДОСКОНАЛЕННЯ ХОЛОДИЛЬНИКА ДИСПЕРСНИХ
МАТЕРІАЛІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СУЛЬФАТУ
АЛЮМІНІЮ**

к.т.н, ст. викл. Собченко В.В., Інститут газу НАН України
студент Богатир А.С.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Очищений технічний сульфат алюмінію призначений для очистки води господарсько-питної та промислового значення, використання в паперово-целюлозній, текстильній і інших галузях промисловості [1].

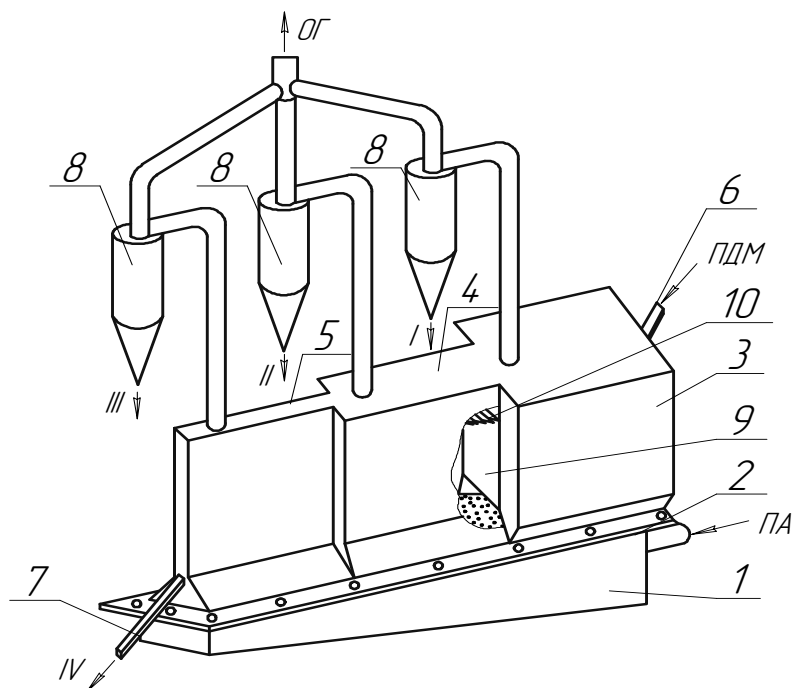
Інститутом газу НАН України розроблена схема виробництва сульфату алюмінію, яка включає: підготовку пульпи, гранулювання сульфату алюмінію в грануляторі киплячого шару, повернення рециркуляту в гранулятор, охолодження гранул в холодильнику дисперсних матеріалів з можливістю класифікації, осадження фракцій матеріалу в циклонах, складування [2].

Сформовані гранули, маючи високу температуру, в межах 200-250°C, можуть злипатися в бункері. Тому, перед вивантаженням в бункер, є необхідність їх охолодження. Цей процес відбувається в холодильнику.

В технологічній лінії виробництва сірчанокислового алюмінію для охолодження гранул готового продукту використано холодильник дисперсних матеріалів псевдозрідженого шару.

На основі проведених авторами досліджень, було поставлено задачу вдосконалення апарату псевдозрідженого шару, таким чином, щоб при вивантаженні мати можливість класифікувати матеріал, що охолоджується та полегшити вивантаження крупної фракції.

Поставлена задача вирішується тим, що в апараті псевдозрідженого шару зроблені додаткові стінки, які дозволяють поділити робочу камеру на три зони з змінними швидкостями на рівні верхньої частини апарату таким чином, щоб у першій зоні вивантажувалась дрібна фракція, у другій - середня фракція, в третій зоні, через вивантажувальний пристрій, – крупна фракція (рис.1).



1- підрешітна камера; 2- газорозподільна решітка; 3,4,5- робочі камери, відповідно, дрібної, середньої та крупної фракції; 6,7- завантажувальний та вивантажувальний пристрій, відповідно; 8-циклони; 9 - вертикальна поперечна перегородка між секціями; 10- жалюзійная решітка; I, II, III и IV – вивантаження дрібної, середньої та крупної фракції; ПА – псевдозріджений агент; ПДМ – полідисперсний матеріал.

Рис. 1 Схема апарату псевдозрідженого шару:

Таким чином, використання запропонованого апарату для обробки сипких матеріалів у псевдозрідженому шарі, розширює технологічні можливості апарату за умови відносно простих конструкцій та забезпечує ефективне оброблювання найрізноманітніших матеріалів.

Перелік посилань:

1. Обзор рынка сульфата алюминия в СНГ—Москва, 2008.
2. Ю.И. Хвастухин, Н.К. Когута. Гранулирование и обжиг в псевдосжиженном слое.-К.: Наукова думка, 1988.

УДК 66.083

ВИПАРНИК-СМОЛОВІДОКРЕМЛЮВАЧ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОДЕРЖАННЯ ВОДНЮ ІЗ КОНВЕРТОВАНОГО ГАЗУ

асистент Гатілов К.О., студент Богдан І.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Регенерація розчину МЕА відбувається в апараті колонного типу – десорбері. Регенований розчин МЕА з температурою 100°C через фільтри надходить в теплообмінник, де віддає свою теплоту насиченому розчину МЕА, а потім з температурою 40°C подається у верхню частину десорбера за допомогою насоса. Розчин МЕА розганяється у випарнику-смоловідокремлювачі, де відбувається очищення кубового залишку від продуктів розпаду, окиснення та осмолення МЕА та неорганічних домішок.

Метою цієї роботи є проектний вибір випарника-смоловідокремлювача для безперервного видалення кубового залишку, розгонки частини розчину моноетаноламіна (МЕА), що циркулює, та очистки від продуктів розпаду, окиснення та осмолення МЕА та неорганічних домішок, що викликають корозію та ерозію апаратури.

Для забезпечення якісної регенерації, в десорбері необхідно дотримуватись чітких температурних режимів, що визначають стан рівноваги та, як наслідок, рушійну силу масообміну.

Введення МЕА вже нагрітим, стабілізує роботу десорбера, зменшуючи гідравлічний опір, та реалізується природна циркуляція потоку МЕА. Щоб не відбулася миттєва конденсація парів в десорбері, теплоносій перегрівается у випарнику.

У випарній камері I відбувається ізотермічне випарювання МЕА L_2 ($T_{21}=\text{const}$), з безперервним відводом кубового залишку W_2 . У камері перегріву II відбувається перегрів парів МЕА G_2 , з температури T_{21} до T_{22} , для забезпечення природної циркуляції парів МЕА (рисунок 1).

Перегріта пара G_1 поступає у камеру перегріву II де охолоджується за рахунок віддачі тепла парам МЕА, $T_{11}>T_{12}$, а у випарній камері I $T_{12}=\text{const}$, відбувається її конденсація теплоносія L_1 .

Для реалізації цього процесу необхідно врахувати:

- Необхідна розробка оригінальної конструкції теплообмінника;
- Процес теплообміну ускладнений подвійним фазовим переходом;
- Підбір технологічних параметрів, які б забезпечили велику інтенсивність при малому гідравлічному опорі.

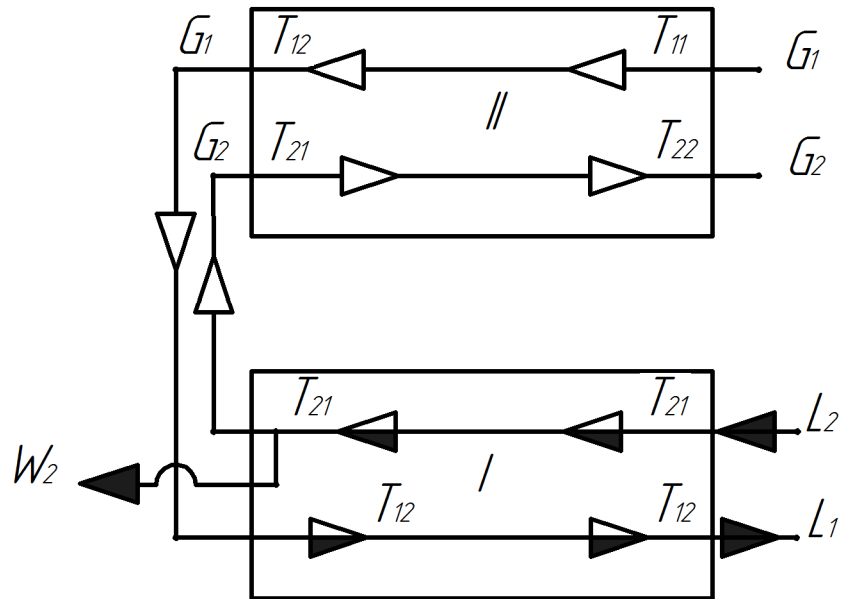


Рисунок 1- Схема матеріальних потоків двокамерного
випарника-смоловідокремлювача

Задачею є конструктивне оформлення запропонованого технічного рішення при реалізації двостадійного нагріву розчину МЕА з безперервним видаленням кубового залишку. Розробка оригінальної методики розрахунку випарника з підбором оптимальних технічних параметрів реалізації процесу.

УДК 621.1.016

УДОСКОНАЛЕННЯ КОЛЕКТОРНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА

к.т.н., доц. Рябцев Г.Л., студентка Зімодра К.І.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

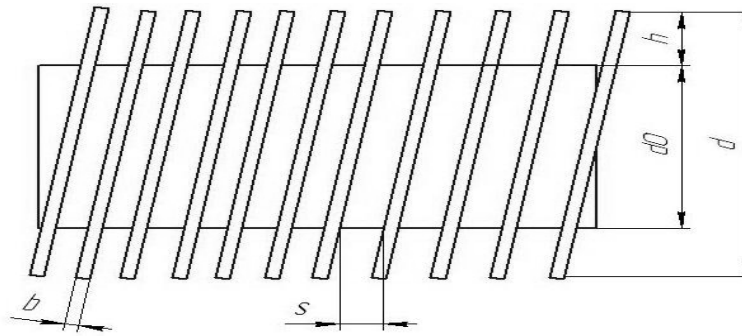
Процеси теплообміну широко застосовують у технологічних процесах нафтогазопереробної галузі. Інтенсивністю та ефективністю функціонування нагрівників і холодильників, їхньої економічності та надійності визначається енергоємність одержуваної продукції. На сьогодні цей показник становить 0,89 кг умовного палива на \$1 валового внутрішнього продукту, що приблизно в 2,5...3,0 раза вище світового рівня й не забезпечує конкурентоспроможності вітчизняної продукції. Це пояснюється експлуатацією застарілого устаткування, яке системно не оновлюється, і відсутністю цілеспрямованої побудови та реалізації сучасних концепцій інтенсифікації та оптимізації процесів теплообміну. Враховуючи внесок нафтогазоперероблення в економіку, проектування та впровадження сучасного енергоефективного теплового устаткування в цій галузі є актуальною проблемою.

Метою роботи є вдосконалення теплообмінника установки для переробки газових конденсатів на фракції моторного палива шляхом підвищення інтенсивності теплообміну в ньому завдяки розвиненню теплообмінної поверхні з боку меншого коефіцієнта тепловіддачі. Результатом є зниження вартості переробки газового конденсату.

Удосконалений теплообмінник є елементом малогабаритної стаціонарної установки для переробки газових конденсатів у фракції моторного палива і використовується для охолодження 0,082 кг/с бензинової фракції, що надходить із ректифікаційної колони первинної перегонки в трубний простір теплообмінника від 120° до 45 °С. У міжтрубному просторі при цьому рухається повітря, що нагнітають розташованими під трубами вентиляторами високого тиску.

Раніше як холодоагент у таких теплообмінниках використовували воду. Проте очищена технічна вода є дорогим ресурсом, а використання сирі води суттєво зменшує міжремонтний термін служби холодильника внаслідок утворення на теплообмінній поверхні шару нерозчинного осаду з низькою теплопровідністю. Тому для охолодження бензинової фракції було запропоновано застосувати апарат повітряного охолодження. Проте при цьому інтенсивність тепловіддачі від стінки теплообмінного елемента до холодоагенту суттєво зменшилася, оскільки коефіцієнт тепловіддачі від води до стінки виявився щонайменше на порядок більшим, аніж від повітря до стінки.

Щоб інтенсифікувати тепловіддачу з боку меншого (обмежувального) коефіцієнта тепловіддачі теплообмінник було вдосконалено шляхом розвинення теплообмінної поверхні за рахунок гвинтового оребрения (рис. 1).



d – діаметр оребреної труби, d_0 – діаметр труби біля основи ребра,
 h – висота ребра, s – крок ребер, b – товщина ребра

Рисунок 1 – Гвинтове оребрення

Оребрення дозволило утворити максимально розвинену поверхню теплообміну, а виконання його гвинтовим – краще спрямувати потік холодоагенту, уникнути застійних зон, підвищити швидкість потоку повітря і збільшити його турбулізацію. За літературними даними встановлено, що форма поперечного перерізу ребра не відіграє визначальної ролі в підвищенні енергетичної ефективності оребрених труб, а коефіцієнти тепловіддачі за різних перерізів ребра суттєво не відрізняються. Тому форму ребра було обрано виходячи з технологічних умов оребрення.

Поверхню теплообмінника виконано біметалевою. Враховуючи вартість матеріалу, корозійну стійкість, пластичні властивості, як матеріал ребер обрано дюралюміній. Оскільки надто високі й тонкі ребра в умовах експлуатації заминаються, обрано найприйнятніші розміри оребреної поверхні: діаметр оребреної труби – 58 мм; діаметр труби біля основи ребра – 25 мм; висота ребра – 16,5 мм; крок ребер – 2,5 мм; товщина ребра – 0,5 мм. Спосіб кріплення ребер – гаряче цинкування. Таке виконання оребрення дозволило також зменшити теплові втрати завдяки максимальному поглинанню теплової енергії за тривалого впливу високої температури.

Проведено відповідні розрахунки на забезпечення працездатності, міцності, надійності й довговічності апарата.

Після аналізу процесу теплопередачі та проведення попередніх досліджень виконано ескізний проект і виконано попередні розрахунки апарата повітряного охолодження колекторного типу. Проведено аналіз патентних і науково-технічних документів із метою встановлення основних напрямів модернізації існуючих і створення нових апаратів повітряного охолодження

Надалі робота буде спрямована на підбір вентилятора для забезпечення циркулювання холодоагенту в міжтрубному просторі, а також іншого допоміжного обладнання. Будуть розроблені необхідні рекомендації з монтажу та експлуатації проектного апарата, правила безпеки для обслуговуючого персоналу.

УДК 621.783

ВДОСКОНАЛЕННЯ ШАХТНОЇ ПЕЧІ СПУЧЕННЯ ПЕРЛІТУ

к.т.н., ст. викл. Собченко В.В., Інститут газу НАН України

студент Конончук О.А.

Національний технічний університет України

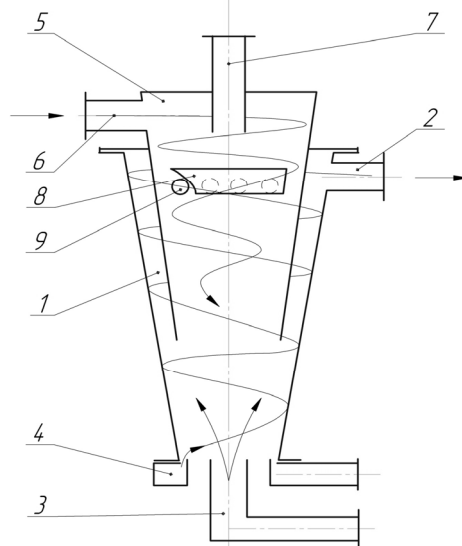
«Київський політехнічний інститут»

Шахтні печі широко застосовуються в промисловості обробки дрібних дисперсних матеріалів, в тому числі для виготовлення спученого перлітового піску [1].

Для виробництва спученого перліту з закритою пористістю використовують сучасну двостадійну технологію [2, 3] розроблену НДІБМВ та ІГ НАН України, в якій використовується шахтна вертикальна трубчата піч спучення перліту.

В ході дослідження роботи печі було зроблено висновок про те, що велика кількість невикористаної енергії пічних газів відводиться з апарату.

З метою більш повного використання цієї енергії було змінено конструкцію отворів внутрішньої частини обичайки печі. Шляхом зміни форми отворів ми досягли того, що частина пічних газів, потрапляючи до внутрішньої частини печі, частково передає свою теплову та кінетичну енергію перлітовому піску. Наслідком цього є дозавихрення потоку матеріалу, що збільшує час перебування матеріалу в зоні термopідготовки та інтенсифікує процес його нагріву, що в свою чергу, дозволяє зменшити теплові затрати на термopідготовку матеріалу за межами печі.



- 1 - зовнішній корпус, 2 - вихідний патрубок спученого матеріалу,
3 - паликовий пристрій, 4 - пристрій для подачі вторинного повітря,
5 - внутрішній корпус, 6 - патрубок подачі сировини, 7 - патрубок
відводу повітря, 8 - козирок, 9 - модернізовані отвори

Рис.1 Схема вертикальної печі спучення

Перелік посилань:

1. Кривенко П.В., Пушкарева К.К., Кочевих М.О. Заповнювачі для бетону.-К., 2001.-400с.
2. А.А. Андреев, Л.В. Алексеева, Ю.И. Хвастухин и др. Патент Украины №26223 «Способ получения вспученного перлита» - Бюл. №4,19.07.1999.
3. Алексеева Л.В. Технологические особенности производства вспученного перлита из сырья различных месторождений // Строительные материалы и изделия. - 2005. - №6. - С.25-29.

УДК [661+631.8] (075.32)

ПРОЦЕС ОТРИМАННЯ КОНЦЕНТРОВАНОЇ АЗОТНОЇ КИСЛОТИ

к.т.н., доц. Швед М.П., студент Круц О.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Для одержання азотної кислоти з аміаку в промисловості донедавна використовували три схеми: 1) під атмосферним тиском; 2) під підвищеним тиском і 3) комбіновані, у яких окислення аміаку відбувається під атмосферним тиском, а окислення оксиду азоту й абсорбція NO_2 водою - під підвищеним тиском.[1]

Незважаючи на менші витрати платини, системи виробництва кислоти під атмосферним тиском у даний час застосовуються все рідше через низьку продуктивність, громіздкість апаратури і значні капіталовкладення. Сучасні енергоощадні установки, що працюють під підвищеним тиском (від 0,2 до 1 МПа), і комбіновані розроблені за принципом енерготехнологічних схем, де передбачено більш повне використання низькопотенційної теплоти.

Принципова технологічна схема одержання азотної кислоти під підвищеним тиском наведена на Рис. 1.

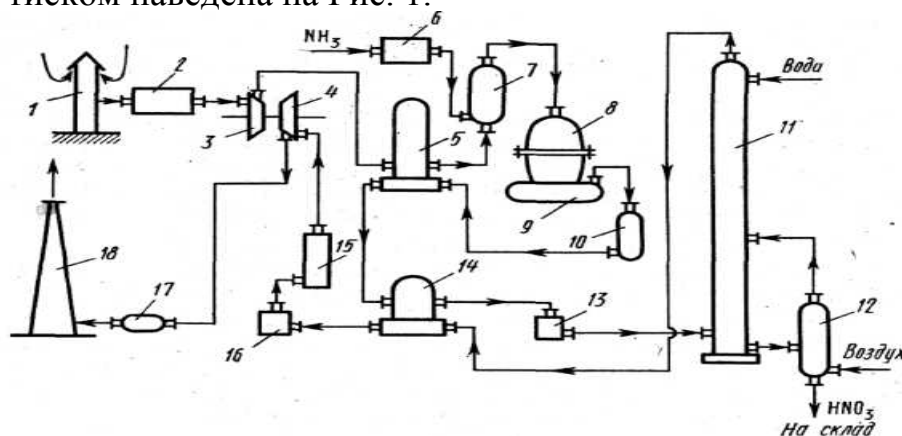


Рис. 1. Принципова технологічна схема одержання розведеної азотної кислоти під підвищеним тиском (0,73 МПа)

1 - повітрязабірна труба; 2 - повітроочисник; 3 - газовий компресор; 4 - газова турбіна; 5 - підігрівач повітря; 6 - випарник аміаку; 7 - змішувач з фільтром; 8 - контактний апарат; 9, 17 - казан-утилізатор; 10 - окислювач з фільтром; 11 - абсорбційна колона; 12 - обдувна колона; 13 - холодильник-конденсатор; 14 - підігрівач хвостових газів; 15 - реактор каталітичного очищення; 16 - камера згоряння; 18 - вихлопна труба

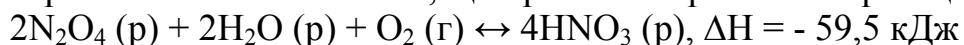
Атмосферне повітря після відповідного очищення надходить у компресор 3, який приводиться в рух газовою турбіною 4. У компресорі повітря стискається до тиску 0,73 МПа, нагріваючись при цьому до 135°C , і надходить далі в підігрівач повітря 5, де його температура підвищується до 250°C за рахунок теплоти нітрозних газів, які виходять з окислювача 10. У змішувачі 7 повітря змішується з газоподібним аміаком, яке надходить сюди з випарника аміаку 6. Аміачно-повітряна суміш, що

утворилася, далі надходить у контактний апарат 8, де при температурі близько 900 °С на Pt-Rh-Pd-каталізаторі відбувається окислення аміаку. Нітрозні гази, що містять 9,0- 9,5% окису азоту, надходять у казан-утилізатор 9, де відбувається охолодження газів до необхідної температури з утворення пари. Далі гази надходять в окислювач 10, у якому окислюються до діоксиду азоту. Охолоджені в підігрівачі повітря 5, підігрівачі хвостових газів 13 і холодильнику-конденсаторі 12 до температури близько 45 °С нітрозні гази надходять в абсорбційну колону 11, яка зрошується протипотоковим струменем води. Оскільки абсорбція NO₂ водою екзотермічна, абсорбційні тарілки мають змієвидні холодильники. Отримана азотна кислота надходить в обдувну колону 12, де за допомогою гарячого повітря з готової азотної кислоти відбираються обдуванням розчинені у ній нітрозні гази, що подаються в абсорбційну колону. Хвостові гази, пройшовши систему каталітичного очищення викидаються в атмосферу.

В установках такого типу ступінь перетворення аміаку в азотну кислоту досягає 98-99%, а концентрація кислоти - 60-62%. Приведена схема дозволяє одержати лише розведену азотну кислоту. Для виробництва вибухових речовин, деяких пластичних мас, барвників потрібна концентрована (98%) кислота, яку можна одержати або концентруванням розведеної азотної кислоти або прямим синтезом.

Відгоном води з розведеної азотної кислоти можна одержати лише 68%-ний розчин, оскільки саме така концентрація відповідає азеотропній суміші HNO₃—H₂O. Подальше концентрування проводять із застосуванням водовіднімаючих засобів, таких, наприклад, як 92-94%-на концентрована сірчана кислота. У якості водозабираючого засобу може використовуватися також нітрат магнію.

В даний час значне застосування знаходить прямий синтез концентрованої азотної кислоти, що протікає за рівнянням реакції



Поглинання димера діоксиду здійснюється розведеною азотною кислотою, що містить близько 45% води. Ця операція здійснюється в автоклаві при 90 °С і 5 МПа. В автоклаві виходить так званий нітроолеум HNO₃* nNO₂, що містить до 25% NO₂. Після обдувки діоксиду азоту і виходить 97-98%-на азотна кислота.

Таким чином удосконалення процесу отримання азотної кислоти йде по шляху зниження витрати платини на каталізатори та більш повне використання низькопотенційної теплоти окремих стадій.

Перелік посилань:

1. Справочник азотчика, т.1. М.: Химия, 1986
2. Атрощенко В.І., Каргин С.І. Технологія азотної кислоти. М.: Хімія, 1970. 496с.

УДК 66.047.57

ВДОСКОНАЛЕННЯ АПАРАТУ СУШКИ ПЕРЛІТУ

д.т.н., проф. Мікульонюк І.О., студент Луценко І. В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

к.т.н. Собченко В.В.

Інститут газу НАН України

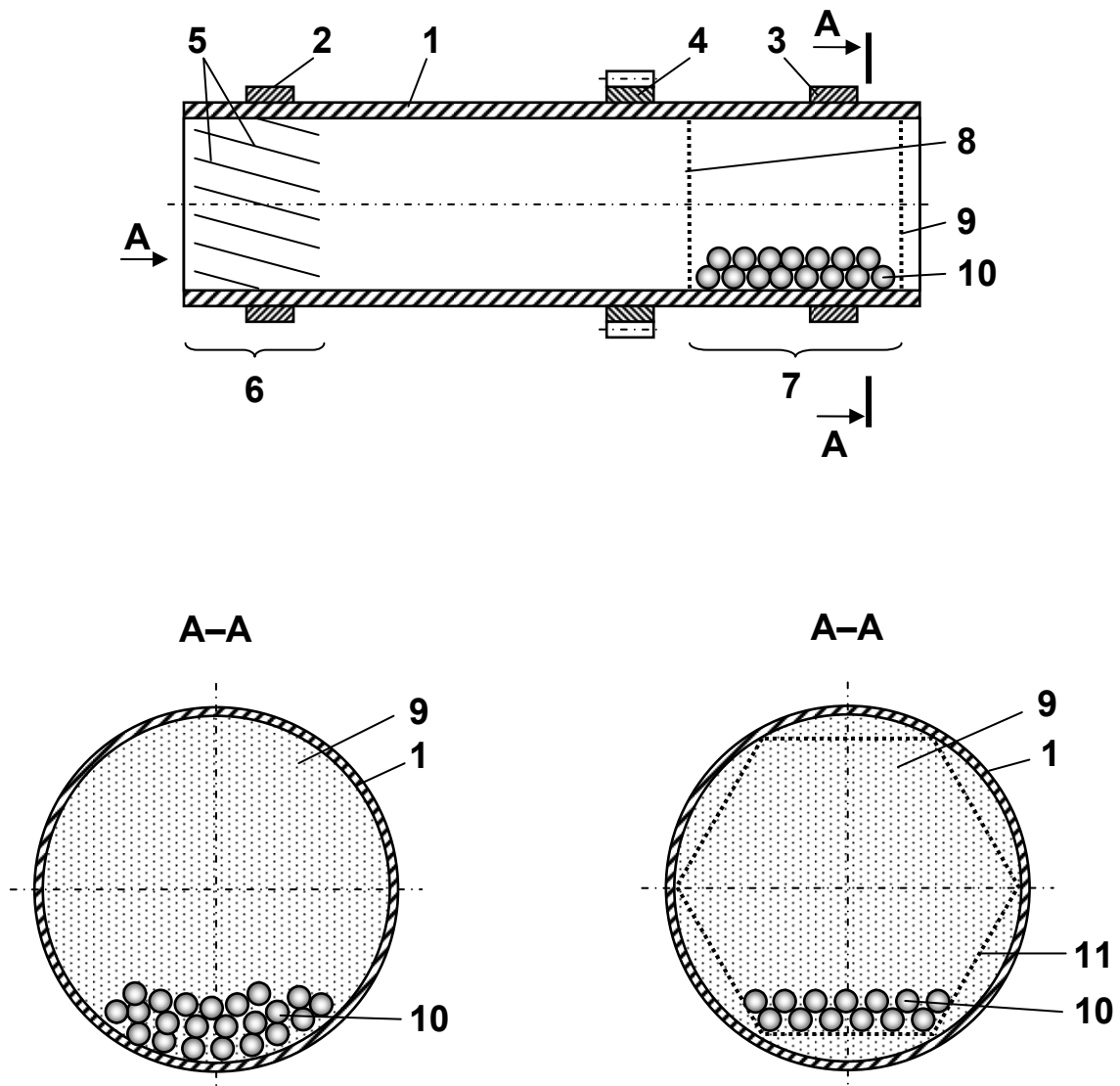
Спучений перліт - штучний пористий матеріал, який одержують спучуванням при температурі 800...1050 °С вулканічних водовмісних стекло: перліту, вітрофіру, пехштейну і обсидіану. Після видобутку на кар'єрах кускову перлітову сировину перед транспортуванням піддають подрібнюванню на фракції. Подрібнення важливий етап, оскільки необхідно отримати рівномірний склад сировини для подальшого якісного виробництва перліту. Технологія одержання перліту передбачає такі операції: сортування; подрібнення; фракціонування сировини на фракції: 0...3 мм, 3...7 мм, 7...12 мм; сушка; термopідготовка; спучування та складування [1].

Для отримання якісного перліту, з метою використання його в будівництві, визначено, що при спучуванні перліту вологість має становити до 3 %. Це запобігає утворенню відкритої пористості в кінцевих гранулах. Саме тому перед випалюванням сировину піддають попередній сушці для видалення вільної, або слабозв'язаної води в сушильному барабані, малій обертовій печі або апараті псевдозрідженого шару [2].

В якості об'єкту модернізації розглядається сушильний барабан, конструкція якого обумовлена розміром зерен, що сушаться, необхідними характеристиками заповнювача та температурним режимом обробки.

Барабанні сушарки мають довжину 4–30 м і діаметр 0.1–3.2 м, встановлюються під кутом 2–6° до горизонту і обертається із швидкістю 0.5 – 8 об/хв. Швидкість руху газів у барабані не перевищує 2,5–3 м/с для уникнення надмірного пиловинесення. Рух матеріалів і топкових газів всередині сушильного апарата може бути протитечійним і протитечійним.

Після проведення літературного та патентного пошуку було визначено основні напрямки вдосконалення барабанної сушарки перліту, в основу яких покладено розробку барабану барабанної сушарки, у якому є можливість забезпечення ефективного руйнування агломератів частинок оброблюваного матеріалу, які можуть утворюватися в результаті сушіння. Це досягається за рахунок того, що на розвантажувальній ділянці корпус по довжині перекрито перфорованими дисками, між якими розміщено молотильні тіла.



1- циліндричний корпус; 2,3 –бандажи; 4- вінцева шестерня; 5- насадка; 6- завантажувальна ділянка; 7- розвантажувальна ділянка; 8,9- перфоровані диски; 10- мольні тіла; 11- обичайка

Рис.1- Вдосконалена схема барабанної сушарки

Перелік посилань:

1. Кривенко П.В., Пушкарева К.К., Кочевих М.О. Заповнювачі для бетону. - К., 2001. – 400с.
2. Костогрыз К.П., Хвастухин Ю.И., Алексеева Л.В. Термоподготовка сырья в псевдоожигенном слое – средство регулирования качества перлитового песка // Строительные материалы и изделия. – 2005. - № 6. - С.17-21

УДК 66.023

ВДОСКОНАЛЕННЯ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОЇ РЕШІТКИ ГРАНУЛЯТОРА КИПЛЯЧОГО ШАРУ ВИРОБНИЦТВА СУЛЬФАТУ АЛЮМІНІЮ

к.т.н., ст. викл. Собченко В.В., Інститут газу НАН України
студент Негода О.А.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Сірчаноокислий алюміній – коагулянт в комунальному господарстві, який використовується для очищення води господарсько-питного та технічного призначення, але найчастіше застосовується в паперовій, текстильній та інших галузях промисловості. Інститутом газу, спільно з ІЗНХ НАН України розроблені технологічні схеми виробництв сірчаноокислого алюмінію, які частково реалізовані на ВАТ СумиХімПром [1].

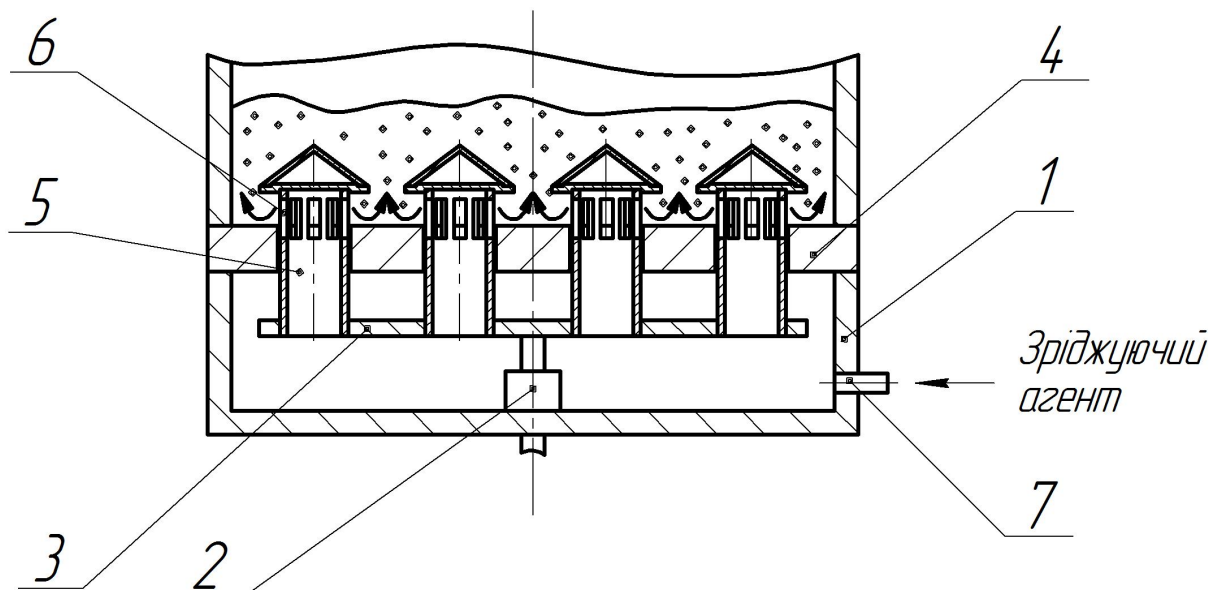
У відповідних схемах для формування готової продукції у вигляді гранул використано гранулятор киплячого шару.

Після проведення літературного та патентного пошуку було з'ясовано, що основними напрямками модернізації конструкції гранулятора, використаного в схемі, є вдосконалення газорозподільної решітки цього апарату [2].

Газорозподільні решітки повинні відповідати наступним вимогам [2]:

- запобігати просипанню матеріалу до підрешіткового простору;
- мати низький гідравлічний опір;
- не мати застійних зон на її поверхні;
- по можливості, регулювати витрату зріджуючого агенту, що підвищує її універсальність.

Нами були запропоновані наступні шляхи вдосконалення газорозподільної решітки гранулятора: нижні кінці напрямних опор ковпачків 5 ковпачкової газорозподільної решітки жорстко закріплені в пластині 3, яка з'єднана з механізмом переміщення 4. Крім того отвори 6 для виходу зріджуючого агента в ковпачках 5 виконані у вигляді прямокутників, більша сторона яких розташована вздовж вертикальної осі ковпачка і розміщені по периметру напрямних опор.



1-нижня частина корпусу гранулятора; 2-механізм переміщення;
3-пластина; 4-подина; 5-ковпачки; 6-отвори для виходу зріджуючого
агента; 7-підвідний канал.

Рисунок 1- розріз газорозподільної решітки апарату з киплячим шаром.

Ці вдосконалення дозволяють регулювати площу живого перетину газорозподільної решітки, що в свою чергу дасть можливість оброблювати матеріали широкого діапазону фракцій, не утворюючи застійних зон. Також, в разі раптової зупинки подачі зріджуючого агента, шляхом опускання пластини з ковпачками в крайнє нижнє положення, унеможливлється просипання матеріалу до підрешіткової зони.

Запропоновані вдосконалення підвищать універсальність та ефективність ковпачкової газорозподільної решітки і відповідно, роботи гранулятора.

Перелік посилань:

1. Обзор рынка сульфата алюминия в СНГ—Москва, 2008—11 с.
2. Ю.И. Хвастухин, Н.К. Когута. Гранулирование и обжиг в псевдосжиженном слое.-К.: Наукова думка, 1988, с.139-140,

УДК 669.183.217.4:662.614.2

УДОСКОНАЛЕННЯ РЕКУПЕРАТОРА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СИОПОРУ

д.т.н., доц. Мікульонок І.О., студент Орайло О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

к.т.н., ст. викл. Собченко В.В.,

Інститут газу НАН України

У виробництві будівельних матеріалів головну роль відіграє якість продукту. На сьогоднішній день на вітчизняному ринку теплоізоляційних матеріалів представлено якісну продукцію і власного виробника. Одним з представлених теплоізоляційних матеріалів є сиопор – штучний пористий теплоізоляційний матеріал.

Для забезпечення належної якості сиопору та економії енергетичних витрат була розроблена двухстадійна схема його виробництва, суть якої полягає в попередній просушці матеріалу.

В основу технології одержання сиопору покладена низькотемпературна термообробка в апараті з псевдозрідженим шаром подрібнених частинок сиоліту (напівфабрикат, який одержують із кремнеземистої природної сировини(у вигляді трепелу) та каустичної соди) з початковою вологістю близько 40 % [1,2]. До складу двухстадійної схеми виготовлення сиопору входить рекуператор для підігріву повітря що надходить в сушарку-поризатор.

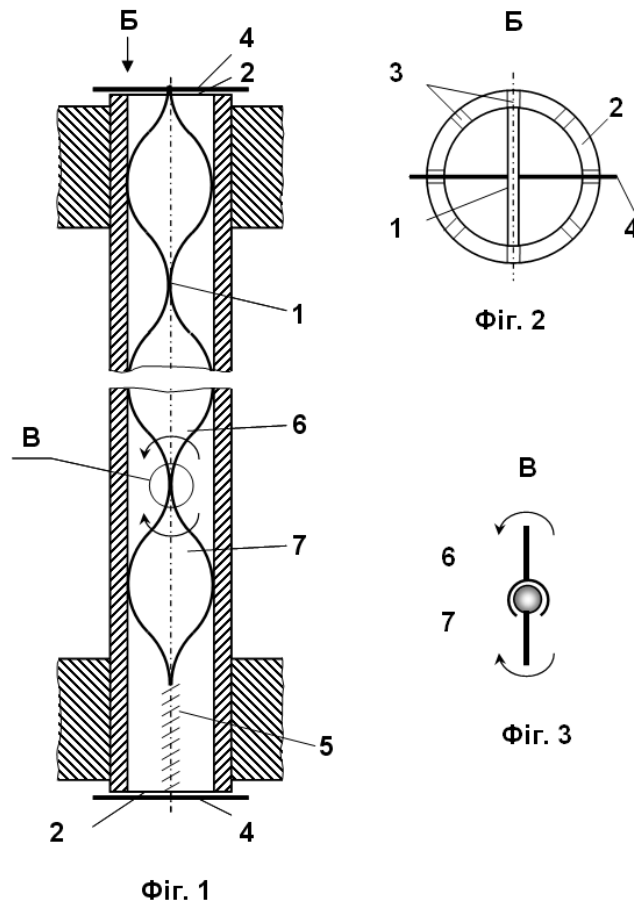
Рекуперативні теплообмінники - це апарати безперервної дії, принцип роботи яких полягає в передачі тепла від нагрітого середовища, через розподільчу стінку, до середовища що нагрівається. Рекуперація теплоти забезпечує економію палива, розширює можливість їх використання.

По використаному матеріалу рекуператори розрізняються на металеві та керамічні. Керамічні рекуператори мають низьку герметичність, по конструкції їх поділяють на апарати з трубчатих елементів та з керамічних блоків.

Металеві рекуператори мають відносну компактність, яка при однаковій тепловій ефективності в 6-8 разів більше, ніж керамічних. Рівень підігріву повітря в металевих рекуператорах залежить від матеріалів, що використовуються для їх виробництва.

Удосконалення рекуператора технології виробництва сиопору полягає в покращенні теплопередачі від димових газів до повітря шляхом збільшення швидкості турбулентного потоку теплоносія в трубному просторі (димових газів). В трубний простір поміщено

спіральну стрічку 1 (фіг. 1, 2) за допомогою розташованих у радіальних заглибинах 3 (фіг. 1, 2) поперечних стрижнів 4 (фіг. 1, 2), один з яких з'єднано зі спіральною стрічкою за допомогою пружини розтягу 5 (фіг. 1), кожна спіральна стрічка складається з окремих шарнірно з'єднаних між собою секцій 6, 7 (фіг. 1, 3). Кінці стрічки зафіксовано відносно торців 2 (фіг.1, 2) теплообмінної труби, на яких виконані радіальні заглиблення.



Перелік посилань:

1. Хвастухин Ю.И., Эйне И.А., Когута Н.К., Роман С.Н., Собченко В.В. Получение в псевдоожигенном слое пористого материала – сиопора // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2002. – №5. – С.19–24.
2. Хвастухин Ю.И., Собченко В.В., Когута Н.К., Роман С.Н. Тепло- и массообмен при термообработке и вспучивании в псевдоожигенном слое// Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2005. – №4. – С.48–52.

УДК 661.938(083)

**МОДЕРНІЗАЦІЯ КИП'ЯТИЛЬНИКА СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА
ВОДНЮ З КОНВЕРТОВАНОГО ГАЗУ**

к.т.н., доц. Зубрій О.Г., студентка Фільова М.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Воднева енергетика розглядається багатьма фахівцями саме як засіб досягнення завдань глобальної енергетичної революції, й тому в розвинутих країнах світу їй приділяється значна увага та виділяються значні кошти на розвиток і впровадження її технологій.

Найбільш відомі технології одержання водню базуються на хімічному, термотехнічному процесах та електролізі води, але вони мають такі головні недоліки, як використання високо потенційної енергії з витратами викопного палива і відповідно значним забрудненням довкілля. Недоліком електролізу води є значний рівень споживання електроенергії. Електролітичний водень є найбільш доступним, але більш коштовним продуктом. Сьогодні у світі найбільше розповсюдження отримала технологія виробництва водню або суміші водню з іншими газами шляхом конверсії природного газу - метану, але при цьому майже половина початкового обсягу газу витрачається на проведення ендотермічного процесу конверсії.

Процес розділення газової суміші, з метою виділення водню, включає такі стадії як середньо температурної та низькотемпературної конверсії окису вуглецю, охолодження конвертованого газу та розгонки газового конденсату, абсорбції двоокису вуглецю та регенерації розчину моноетаноламіна, ділянка охолодження, ділянка глибокої осушки водню, збору парового конденсату та зберігання азоту.

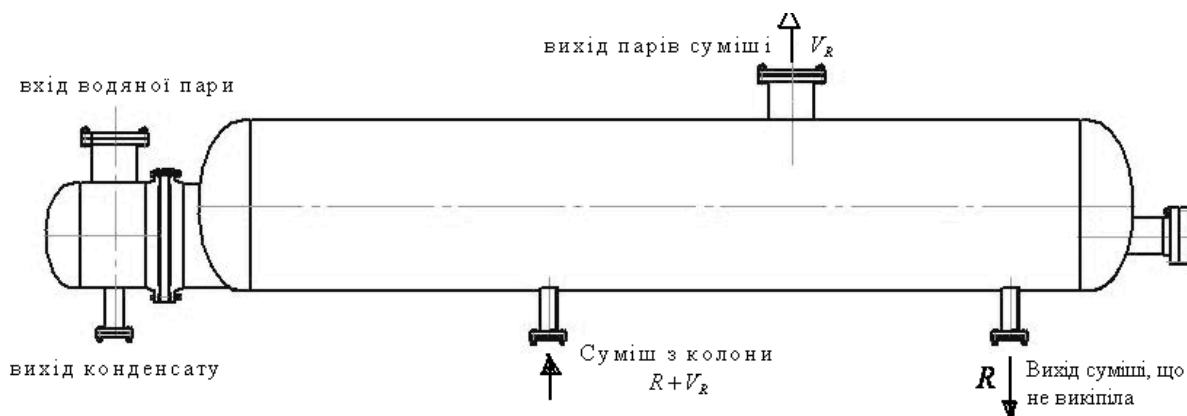
Масообміні блоки потребують теплообмінного обладнання, такого як теплообмінники, конденсатори, випарники, холодильники та кип'ятильники.

Кип'ятильники, в залежності від їх призначення, виготовляють вертикально кожухотрубним, з горизонтальною нагрівальною камерою для нагрівання концентрованих розчинів, а також розчинів що кристалізуються, плівкові апарати, з однією або двома нагрівальними камерами. В даній роботі розглядається горизонтальний апарат. Перевага цього кип'ятильника полягає в тому, що в ньому можна встановити додатковий сепаратор для відокремлення парових краплин.

Не зважаючи на те, що кип'ятильники використовуються багато років, їх удосконалення не залишається без уваги. Про що свідчать аналіз

вітчизняних і світових наукових публікацій, патентів, винаходів та корисних моделей.

Кип'ятильник складається з розподільчої камери, з'єднаної з кожухом, теплообмінних трубок, штуцерів, плаваючої головки. Розподільча камера розділяється перегородкою.



Кип'ятильник працює наступним чином. Кипіння розчину в такому апараті проходить в між трубному просторі. В трубному просторі камери рухається гріюча пара. Вторинна пара видаляється зверху корпуса апарата, пройшовши бризко-уловлювач, а випарений розчин – крізь штуцер в нижній частині конічного дна корпуса апарата.

Метою даної роботи є удосконалення конструкції кип'ятильника, розробка конструкції для технологічної схеми, проведення розрахунків конструкції, які підтверджують її працездатність.

Перелік посилань:

1. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков В.Н. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.
2. Основные процессы и аппараты химической технологии. Под ред. Ю.И. Дытнерского - М: Химия 1991.
3. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин – М.: Химия, 1971. – 763с.

УДК 66.045.122

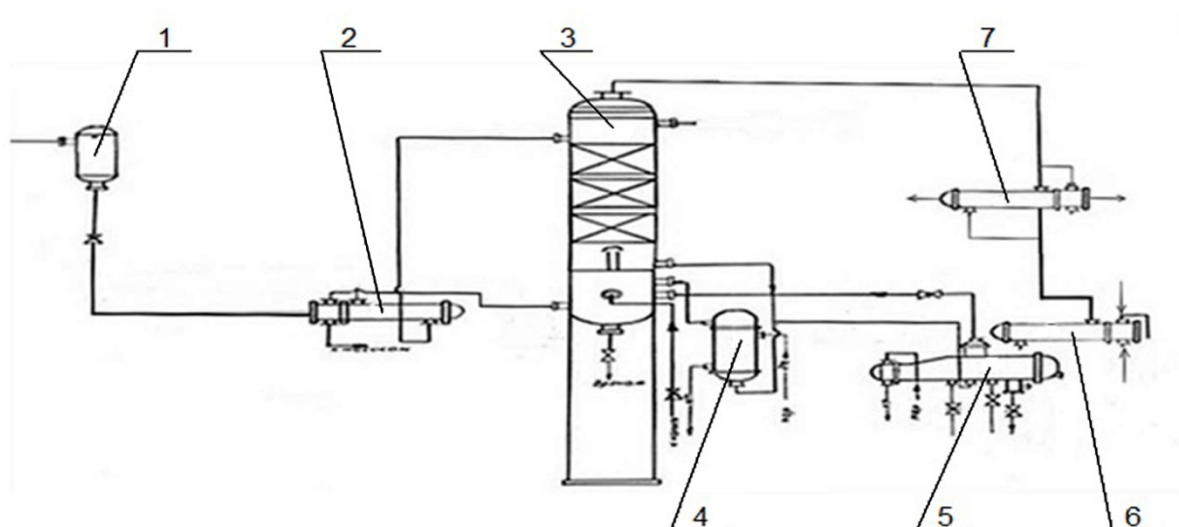
МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДВОСТОРОННЬОГО ВІДВЕДЕННЯ ТЕПЛА

асистент Гатілов К.О., студентка Черняк І.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В схемі ділянки десорбції моноетаноламіну (МЕА) виробництва водню (рисунок 1) для забезпечення теплових режимів та якості отримання готового продукту необхідно дотримуватись температурних режимів [1].



1 – ємність МЕА; 2 – теплообмінник; 3 – десорбер; 4 – кип'ятильник;
5 – смоловідокремлювач; 6 – холодильник; 7 – конденсатор

Рисунок 1 – Схема ділянки десорбції МЕА виробництва водню

При цьому для підвищення ефективності та зменшення розмірів теплообмінного обладнання (теплообмінник 6, рисунок 1) доцільно інтенсифікувати теплообмін шляхом розробки оригінальної конструкції теплообмінного апарата. Разом з тим, гідродинамічна обстановка, що створюється, має забезпечувати максимальні значення коефіцієнта тепловіддачі при мінімальному гідравлічному опорі.

Створення м'яких умов для охолодження органічного компонента (МЕА) покращить ефективність теплообміну за рахунок меншої зміни теплофізичних властивостей в перерізі каналу. Це можливо забезпечити шляхом двостороннього відведення тепла від МЕА. При цьому виникають наступні проблеми:

– перерозподіл рушійної сили по внутрішньому і зовнішньому контуру теплообмінника (рисунок 2): $\Delta T_{2-3} = T_{p2} - T_{p3}$ та $\Delta T_{21} = T_{p2} - T_{p1}$;

– визначення коефіцієнтів тепловіддачі для трубного простору (речовина I), кільцевому простору (речовина II) і міжтрубному простору (речовина III, рисунок 2); який процес при цьому буде лімітуючим; інтенсифікація теплообміну;

– визначення щільності теплового потоку та розрахунок поверхні теплообміну по внутрішньому та зовнішньому контуру: q_{23} та q_{21} .

Для цього має розробитись оригінальна методика розрахунку коефіцієнтів тепловіддачі по кожному простору із підбором оптимальних гідродинамічних режимів, які б забезпечили максимальну щільність теплового потоку та мінімальну площу теплообміну.

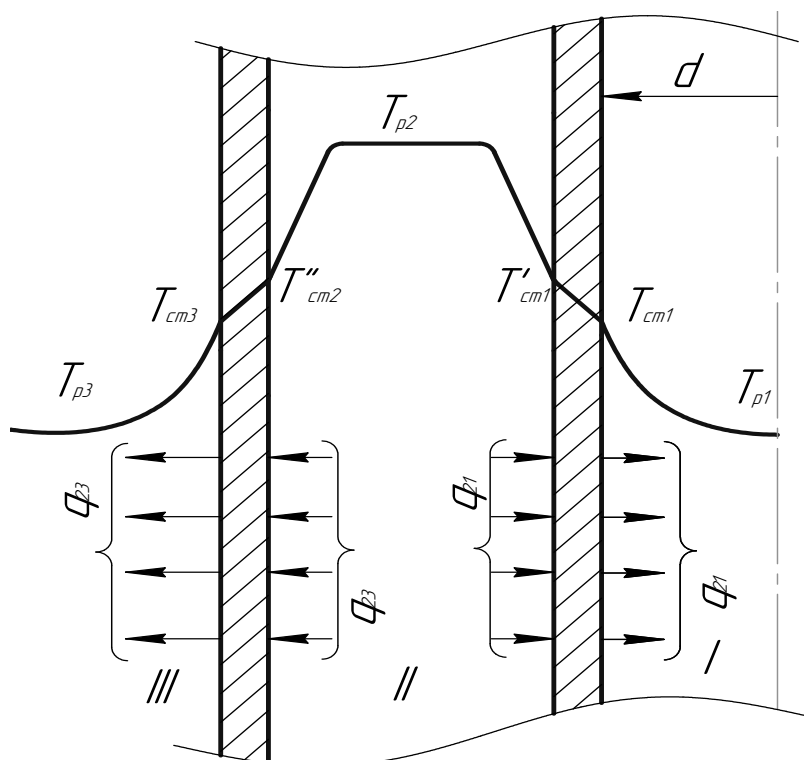


Рисунок 2- Схема розподілу температур при двосторонньому відведенні тепла

Результати роботи можна буде використати для вдосконалення теплообмінного обладнання, яке використовується під час виробництва водню.

Перелік посилань:

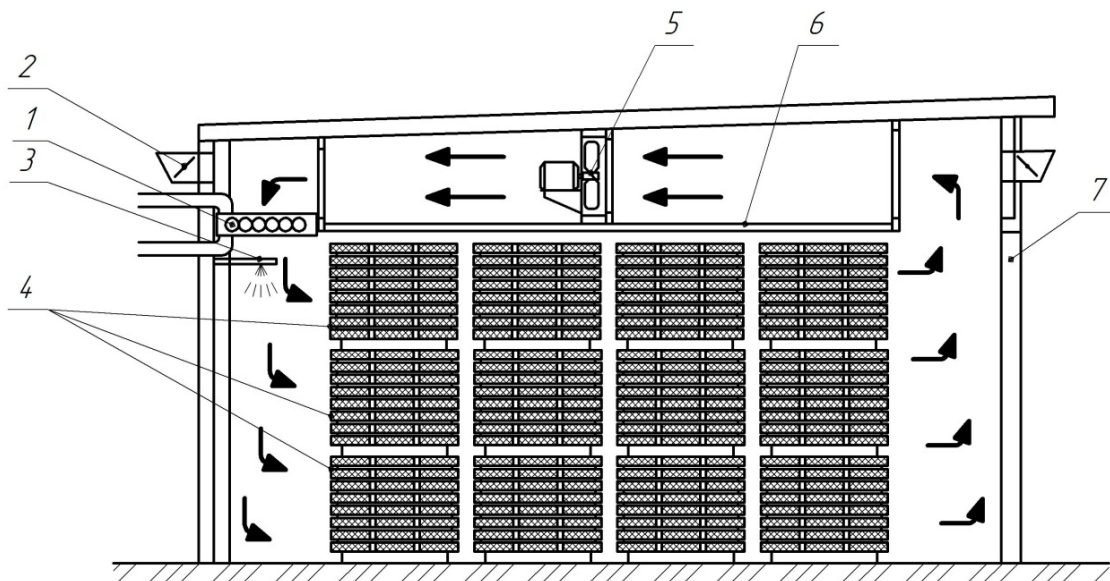
1. Гатілов К. О., Черняк І. В. Теплообмінник охолодження моноетаноламіну ділянки десорбції технологічної схеми отримання водню // Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів. Частина 2. – Київ 2010. – С 123-124.

УДК 664.8.047

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОХОЛОДЖЕННЯ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ

к.т.н., доц. Лукашова В.В., студент Шпиль І.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Для сушіння пиломатеріалів широко застосовують конвективні сушарки періодичного типу. Конвективна сушарка (рисунок 1) складається з теплоізовованої камери у яку завантажуються штабелі пиломатеріалів 4, через двері 7. Сушильна камера розділена перегородкою 6 на сушильний простір та циркуляційний канал. Циркуляція сушильного агента (повітря) у сушарці здійснюється за допомогою осьових вентиляторів 5, а нагрівання агенту забезпечує блок пластинчастих калориферів 1. Регулювання витрат рециркулюючого повітря забезпечується автоматичним шибером 2. Для забезпечення необхідних параметрів сушильного агента (вологості) передбачено вузол зволоження сушильного агента 3.



1 – блок пластинчастих калориферів; 2 – автоматичний шибер регулювання витрат повітря; 3 – зволожувач; 4 – штабелі пиломатеріалів; 5 – блок осьових вентиляторів; 6 – перегородка; 7 – двері
Рисунок 1 – Конвективна сушарка для сушіння пиломатеріалів

Час сушіння пиломатеріалів складається із часу попереднього нагрівання матеріалу, часу сушіння (виділяють стадії: постійної швидкості – сушіння вище точки насичення волокон; проміжне нагрівання; видалення зв'язаної вологи – сушіння нижче точки насичення волокон) та часу охолодження висушеного матеріалу. При цьому процеси прогріву та охолодження мають відбуватися в умовах повільної зміни температури сушильного агента, щоб уникнути деформування та розтріскування пиломатеріалів. Тому при виборі режимів нагрівання та охолодження різних видів деревини значну увагу приділяють моделюванню процесів теплообміну.

Моделювання процесу теплопровідності проведено з метою визначення температури сушильного агента (повітря), що забезпечуватиме повільну зміну температури шарів пиломатеріалів. За умову розрахунку прийнято, що локальна різниця температур між шарами матеріалу (10 мм) не повинна перевищувати 5°C (для крихких порід).

Розрахунок проведено ітераційним методом. При цьому методом скінчених різниць за неявною схемою розв'язується рівняння нестационарної теплопровідності:

$$\rho C \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda_x \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda_y \frac{\partial T}{\partial y} \right),$$

де ρ – густина деревини, кг/м³; C – теплоємність Дж/(кг·К); λ_x, λ_y – теплопровідність у поздовжньому та поперечному перетині, Вт/(м·К);
за умови на поверхнях виробу:

$$\alpha(T - T_c) = \lambda \frac{\partial T}{\partial r},$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м²·К); T_c – температура сушильного агента, °C.

Оскільки коефіцієнт тепловіддачі залежить від перепаду температур, його задано функцією:

$$\alpha = f(T_c - T_n),$$

де T_n – температура на поверхні пиломатеріалу.

Результат обчислень – поле температури виробу. У програмі розрахунку передбачено умову перевірки різниці температури всіх сусідніх точок: якщо $|T_{i,j} - T_k| \geq 5$, тоді здійснюється повернення на попередній крок по часу і знижується температура сушильного агента T_c .

Розрахунок продовжується до умови: температура у центральній точці виробу нижча за задану температуру охолодження.

Таким чином програма розрахунку дозволяє моделювати процес тепловіддачі та обирати обґрунтовані параметри сушильного агента для забезпечення відповідної якості пиломатеріалів.

СЕКЦІЯ 6

**«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ
УПРАВЛІННЯ ОБЛАДНАННЯ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО
ВИРОБНИЦТВА»**

УДК 676.05

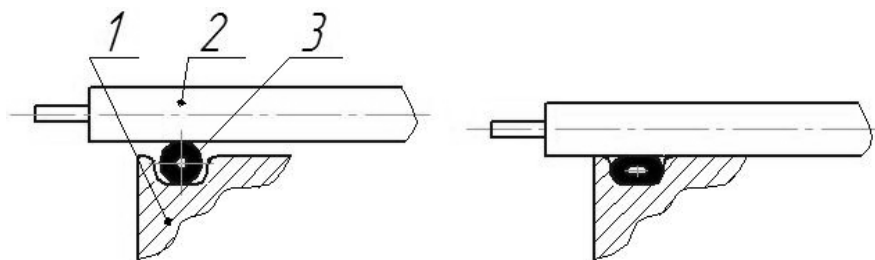
НАКАТ ПЕРИФЕРИЧНИЙ

к.т.н., проф. Марчевський В.М., студент Мулярська О.М.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Периферичний накат призначений для намотування картонного полотна на тамбурний вал і має механізм розгону тамбурного валу, який призначений для надання тамбурному валу однакової швидкості з циліндром наката.

Оскільки при контакті тамбурного валу з циліндром наката він безпосередньо перекочується по поверхні циліндра наката, то в момент розгону виникає прослизання між контактуючими поверхнями. Прослизання між циліндром наката і тамбурним валом неминуче призводить до погіршення їх поверхні. Також недоліком є те, що внаслідок проковзування в трансмісійній передачі швидкість тамбурного валу відрізняється від швидкості циліндра наката, що призводить до частих обривів полотна в момент заправки і збільшення холостих ходів машини.

В даному проекті зазначена мета досягається тим, що на периферичний накат картоноробної машини встановлюється циліндри наката, який містить два кільцевих паза (рисунок 1) на поверхні обох його кінців, а пристрій для розгону тамбурного валу виконано у вигляді двох еластичних ємностей для з'єднання з джерелом тиску, встановлених в кільцевих пазах. Дана еластична ємність виконана з мікропористої гуми. Таким чином коли тамбурний вал притискається власною вагою до еластичних кільцевих ємностей за рахунок тертя між валом і ємностями вал починає обертатися. Незабаром швидкості циліндра наката і валу стають рівними, після чого прийомні важелі повертаються і тамбурний вал починає контактувати з циліндром наката, стискаючи еластичні ємності.



1 – циліндр наката; 2 – тамбурний вал; 3 – еластична ємність
Рисунок 1 – Схема кільцевих пазів

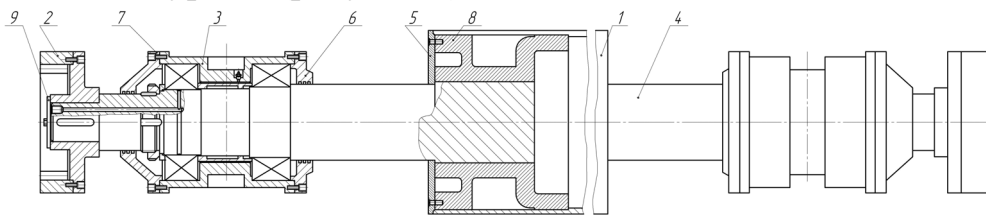
У наслідок використання такого наката досягається повна синхронізація обертання тамбурного валу і циліндра наката, що виключає обрив полотна і підвищує надійність роботи наката.

УДК 676.05

НАКАТ ПЕРИФЕРИЧНИЙ

к.т.н., проф. Марчевський В.М., студент Соломяннікова Т.М.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Периферичний накат в складі машини забезпечує безперервне приймання паперового полотна з машини, охолодження, часткове зволоження і намотування паперу в рулони на спеціальний вал, що називається тамбурним (рисунок 1).



1 – вал; 2 – муфта; 3 – корпус; 4 – труба; 5, 6, 7 – кришка; 8, 9 – цапфа
Рисунок 1 – Тамбурний вал

Через те що в процесі експлуатації тамбурні вали не одноразово кидають, їхня поверхня деформується. Це призводить до погіршення щільності намотки паперового полотна в рулони, а також зменшується їх термін роботи. Для вирішення цієї проблеми пропонується покрити поверхню тамбурних валів шаром спеціального пластику. Завдяки цьому поверхня тамбурного валу при ударах не буде деформуватися і це забезпечить рівномірну щільність намотування по всій ширині паперового полотна. А термін експлуатації валу збільшиться в 2 рази.

В папероробній машині, яка працює на швидкості 1000 м/хв виникає проблема перезаправки паперу. Традиційно перезаправка полотна в накаті відбувається за допомогою канатиків, проте при таких високих швидкостях такий спосіб неможливий[1]. Тому в проекті розроблено спосіб заправки з автоматичним обривом паперового полотна за допомогою зубчатого шабера та повітряних сопел, які будуть подавати папір на новий тамбурний вал. Такий спосіб обриву дає можливість усунути виникнення браку, при перезаправці паперу та підвищує безпеку праці на накаті, бо виключає безпосереднє втручання людини в процес намотки.

В даному проекті для покращення роботи накату було встановлено шабер, для автоматичного обриву полотна та повітряні сопла, що забезпечить легкість заправлення паперового полотна без впливу на швидкість. Та замінено звичайний тамбурний вал на вал з пластиковим покриттям, що забезпечить тривалий термін роботи та рівномірну щільність намотування.

Перелік посилань:

1. Примаков С. Ф., Барбаш В. А. Технология бумаги и картона: Учебное пособие для вузов. – М.: Экология, 1996. – 304 стр.

УДК 676.05

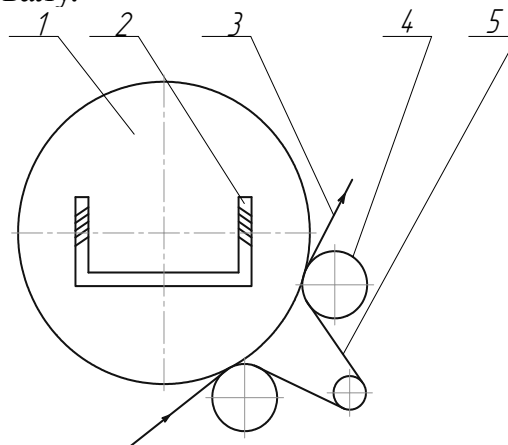
ГАРЯЧИЙ ПРЕС ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ

асистент Улітько Р.М., студент Іванов О.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Сушильна частина – одна з найважливіших частин папероробної машини. Її характеристики відіграють важливу роль у поліпшенні кінцевої якості паперу та картону, а також зменшенні енерговитрат при виробництві. Кінцева сухість паперового полотна після сушильної частини є найважливішим фактором. Модернізація сушильної частини з метою підвищення кінцевої сухості полотна і зменшення витрат на процес є дуже актуальною задачею.

Метою даної роботи є розробка ефективного гарячого пресу сушильної частини папероробної машини з розробкою жолобчатого вала для видалення води з паперового полотна перед сушінням.

В дипломному проекті представлений гарячий прес (рис.1) з розробкою жолобчатого вала.



1 - гарячий прес; 2-індуктор; 3-паперове полотно; 4-жолобчатий вал; 5-сукно.

Рисунок 1. Схема гарячого пресу КРМ з індуктивним нагрівом

На даному етапі виробництва, в Україні переважає система нагрівання гарячого преса парою. Ця технологія економічно доцільна. Але можливо поліпшити процес зневоднення полотна, якщо встановити жолобчатий вал, що і виконано в проекті. Встановлення індуктора всередину верхнього вала значно знижує втрати тепла в навколишнє середовище.

Перелік посилань:

1. Чичаев В.А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства в двух томах. Том 2. «Бумагоделательные машины» - М.»Лесная промышленность» 1981-264 с.
2. Эйшлин И.Я. Бумагоделательные и отделочные машины. – М. «Лесная промышленность». 1970.

УДК 676.03

ХОЛОДИЛЬНА ЧАСТИНА КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ З РОЗРОБКОЮ ХОЛОДИЛЬНОГО ЦИЛІНДРА (ХРОМОВАНОГО)

асистент Зайцев С.В., студент Апанасенко А.Ю.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Для охолодження полотна паперу та картону перед його надходженням до каландру в кінці сушильної частини встановлюють один або декілька холодильних циліндрів, охолоджуваних проточною водою. Поряд з охолодженням полотна з 90 -70° до 60-50°С на холодильних циліндрах відбувається також його зволоження за рахунок осадження вологи, що конденсується на стінках холодильних циліндрів із навколишнього повітря, температура якого вище температури зовнішньої поверхні циліндра. вологість полотна після холодильних циліндрів підвищується на 1,5–2,5 %. Це надає картону більшу пластичність та сприяє кращому ущільненню та підвищенню його гладкості при проходженні через каландр, а також зменшує наелектризованість картону. Наелектризовані листи паперу пристають один до одного, що ускладнює роботу друкарських машин.

Для охолодження обох сторін картону зазвичай встановлюють два холодильних циліндра: один в нижньому ряді, а другий в верхньому. Іноді обмежуються встановленням в верхньому ряді одного холодильного циліндра, охолоджуючого та зволожуючого сіткову, менш гладку сторону полотна картону. Лицьову сторону в цьому разі охолоджують за допомогою картоноведучого пружинного валика, розташованого між сушильною частиною та каландром.

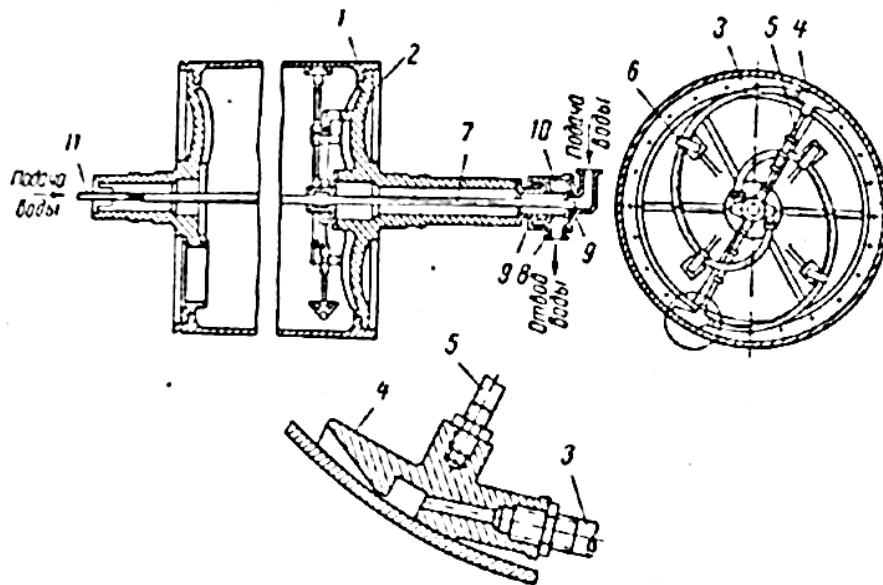
Для покращення процесу зволоження картону іноді холодильне сукно, що охоплює верхній циліндр, зволожують за допомогою сприску. В цьому разі охолоджуються та зволожуються обидві сторони картону :сіткова – від холодильного циліндра, а лицьова – від сукна. Для рівномірного розподілу вологи в холодильному сукні, а при необхідності і для віджимання води сукно можливо пропустити через невеликий двох вальний прес (нижній вал преса об гумований, а верхній – обтягнутий мідною сорочкою.

При охолодженні та зволоженні полотно деформується по довжині, тому для холодильних циліндрів краще мати окрему привід та сукна, хоча це й ускладнює конструкцію машини.

Холодильні циліндри широких та швидкохідних машин такого ж діаметра що і сушильні циліндри і відрізняються від них лише пристроєм подачі та відводу води.

Вода з водопровідної магістралі подається з лицьової сторони машини в перфоровану трубку діаметром 35-40 мм, розташовану всередині циліндра і яка закінчується у привідної його сторони. Для рівномірності охолодження циліндра по всій його довжині на трубці іноді встановлюються сопла, через які вода поступає в циліндр. Із циліндра вода видаляється з привідної сторони сифоном чи черпаком, які відстають від стінки холодильних циліндрів на відстані 80 – 100 мм. При цьому в холодильному циліндрі знаходиться шар води, що сприяє рівномірному охолодженню стінок циліндра.

Холодильні циліндри повинні мати високу теплопровідність, механічну міцність, точність балансування та зручність обслуговування. Для покращення умов тепловіддачі та збільшення інтенсивності охолодження полотна робочі поверхні пожна відполірувати та зменшити шорсткість поверхні, що підвищить теплопередачу від охолоджуваної води до полотна. Для покращення антикорозійних та антиадгезійних властивостей, а також збільшення теплопровідності стінок циліндра раціонально виливати циліндри з додаванням 0,6% міді та 0,8 % хрому. Одним з напрямків модернізації – провести опилування поверхні хромом.



1 – циліндр, 2 – кришка з привідної сторони, 3 – сифон, що обертається, 4 – наконечник сифонної трубки, 5 – стержень для закріплення сифонної трубки та регулювання зазора між наконечником та циліндром, 6 – закріплення сифонної трубки до кришки циліндра, 7 – перфорована труба для подачі води в циліндр, 8 – корпус сальника, 9 – графітове кільце, 10 – пружина, 11 – труба для подачі повітря в циліндр
Рисунок 1 – Холодильний циліндр з сифонною системою видалення води

В холодильні циліндри нових конструкцій (Рис. 1) повітря подається під тиском 0,3-0,5 атм., а вода видаляється сифоном під надлишковим тиском повітря.

УДК 676.05

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ НАКАТУ КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ

к.т.н., доц. Семінський О.О. студент Баранович С.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Накат – один з найважливіших елементів картоноробної машини. Він повинен забезпечувати безперервне приймання картонного полотна, охолодження, часткове зволоження та намотування в щільні рулони. Накат завершує всі операції по виготовленню та обробці картону на картоноробній машині. В залежності від способу передачі крутного моменту наката поділяються на:

1.Вісьові, в яких крутний момент передається на тамбурний вал, що є віссю рулона. Суттєвим недоліком такого типу накатів є те, що вони потребують ручного заправлення полотна, що обмежує швидкість машини в межах 180-200 м/хв.

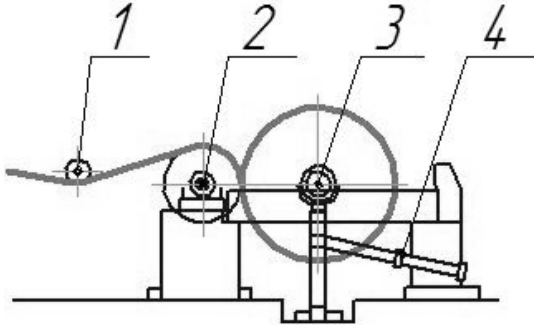
2.Периферичні, в яких крутний момент від циліндра наката до тамбурного вала передається через полотно. В периферичних накатах готове картонне полотно намотується на тамбурний вал в рулон, який притискається до циліндра наката, що обертається з постійною коловою швидкістю. По мірі збільшення діаметра рулону, що намотується частота його обертання зменшується, а колова швидкість залишається постійною, рівною коловій швидкості циліндра наката. Як результат - на периферичному накаті утворюються щільні, рівномірно і туго намотані рулони отримуються за менших величин натягу картонного полотна, ніж на вістовому, що зумовлює зменшення числа обривів. Основною перевагою накатів периферичного типу є автоматична заправка полотна на високій швидкості.

Накат Попе (рис. 1) [1] використовується на всіх сучасних широких та швидкохідних картоноробних машинах, оскільки його конструкція забезпечує рівномірне і щільне намотування картонного полотна практично за будь-якої ширини і швидкості машини, а також за малих величин натягу полотна.

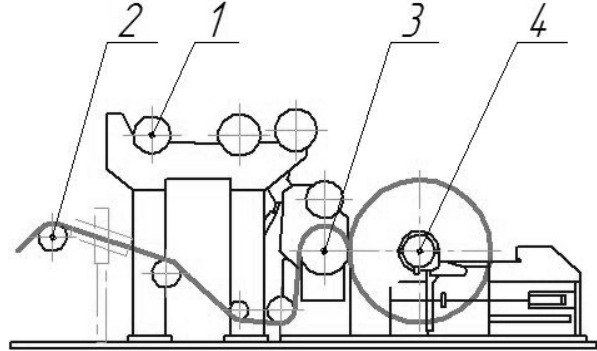
Одним з найсучасніших є накат Sirius фірми Voith (рис. 2) [2]. Аналогічний за конструкцією та характеристиками накат виготовляється фірмою Metso[3]. Такі накати забезпечують:

- розправлення, рівномірну щільність та високу якість намотування полотна за рахунок використання покриття циліндра наката шаром полімерного матеріалу;
- легкість заправлення полотна без впливу на швидкість машини;
- часткове охолодження і зволоження полотна;

- зняття статичної напруги з полотна.



- 1 - розрівнюючий валик
 - 2 - циліндр намоту
 - 3 - намотуваний рулон;
 - 4 - циліндр приводу основних важелів
- Рисунок 1 – Накат Попе



- 1 – тамбурний валик
 - 2 – розрівнюючий валик;
 - 3 – циліндр намоту;
 - 4 – намотуваний рулон.
- Рисунок 2 – Накат Sirius

За результатом проведеного аналізу встановлено конструктивні особливості та технологічні переваги сучасних конструкцій накатів. Зібрані відомості будуть використані при проектуванні намоту КРМ в рамках виконання дипломного проекту ОКР “Бакалавр”.

Перелік посилань.

1. Чичаев В. А. Оборудование целлюлозно- бумажного производства. Том 2. Бумагоделательные машины. - М.: Лесная промышленность. . 1991- 264 с.
2. Voith GmbH - <http://voithpaper.com/media/twogether21.pdf> - 6 p. (PDF).
3. Metso Corporation - <http://www.metso.com/0023.html> від 25.05.2010р.

УДК 676.05

ПОЗДОВЖНЬО-РІЗАЛЬНИЙ ВЕРСТАТ З ОДНОВАЛЬНИМ НАКАТОМ

асистент Улітько Р. М., студент Буяр Є. Б.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

В наш час об'єми споживання паперової продукції зростають. Виникають нові напрямки застосування (одноразовий посуд, гігієнічні засоби, пакування). Ці вироби не шкідливі для людини, екологічні, підлягають переробці і виготовляються з відновлюваної сировини.

Розрізання паперового полотна до зручних для споживача розмірів здійснюють на поздовжньо-різальних верстатах, на яких проходять одночасно операції перемотування та поздовжнього розрізування паперового полотна, а також видалення дефектного паперу і склеювання решт паперового полотна.

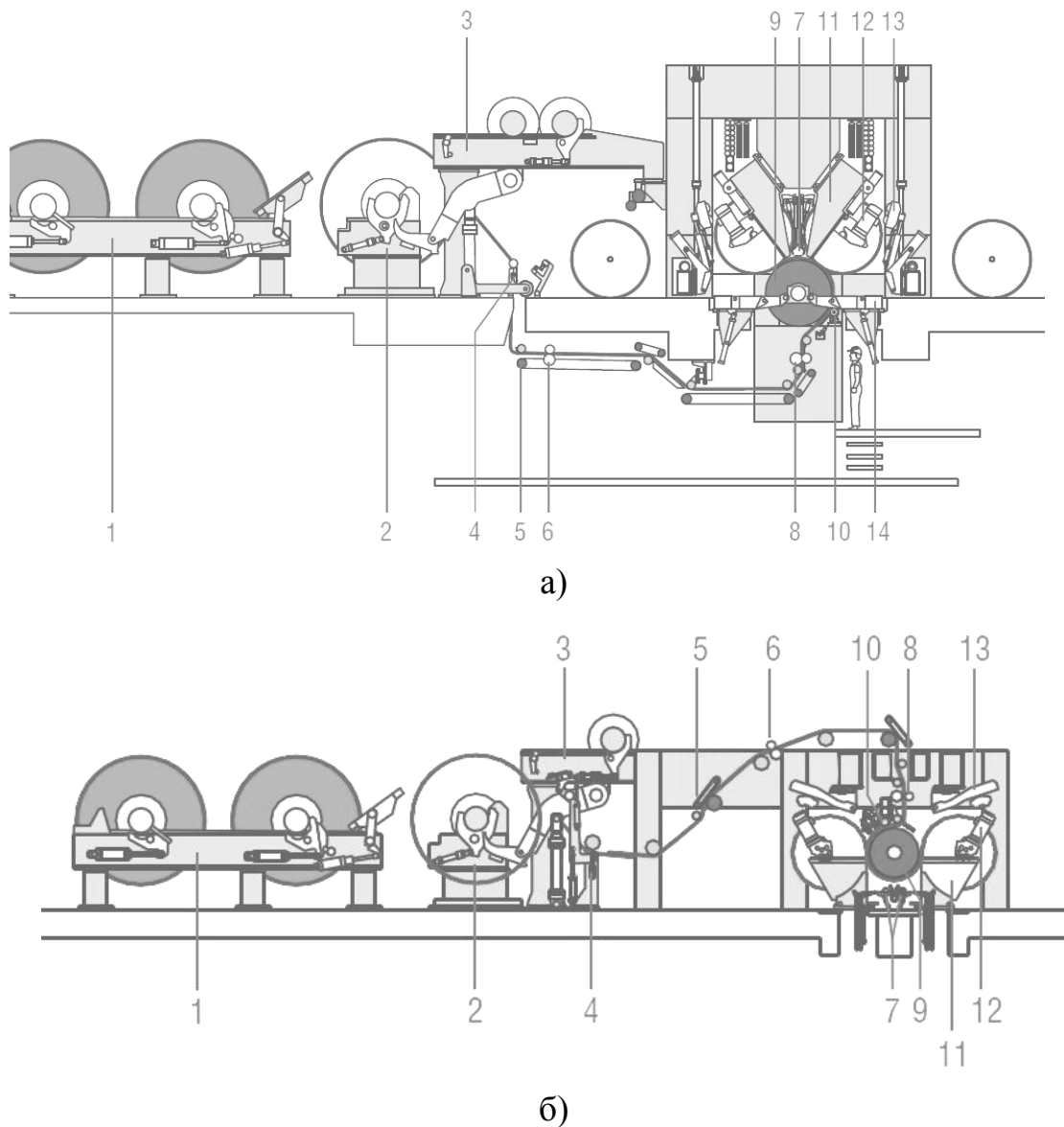
Є багато шляхів підвищення продуктивності ПРВ та підвищення якості намотування, серед яких найефективнішим є створення ПРВ з одновальним накатом.

Двохвальні накати майже вичерпали себе, це пов'язано зі збільшенням розмірів рулону, що намотується, та підвищенням вимог до намотування. Але основною проблемою цих конструкцій є виникнення динамічних навантажень, що пов'язано з ексцентриситетом, який завжди виникає при наявності двох різнопривідних валів.

Цю проблему можна вирішити застосовуючи одновальний накат ПРВ, в якому завдяки наявності лише одного несучого валу динамічне навантаження зведено майже до нуля.

Розрізняють дві конструкції ПРВ з одновальним накатом: 1) з розміщення намотуваних рулонів під 30° до вертикальної осі несучого валу; 2) з розміщення намотуваних рулонів під 90° до вертикальної осі несучого валу. Другий тип конструкції має перевагу над першим, так як може намотувати рулони більшого діаметру.

Також підвищенню продуктивності сприяє пристрій для автоматичного склеювання полотна, який призначений для склеювання стиків при зміні рулонів, які розмотуються на розкаті або при обривах полотна. Далі полотно через направляючі валики потрапляє на перший поверх ПРВ, де воно підлягає обрізці до певної ширини, після чого транспортується через систему транспортерів на накат. Також тут паперове полотно підлягає кондиціонуванню. Далі полотно проходить несучий вал і починає намотуватися на подані гільзи.



1 – магазин з рулонами на розрізання; 2 – розкат; 3 – магазин з гільзами; 4 – пристрій для автоматичного склеювання полотна; 5 – транспортер полотна; 6 – попередня обрізка країв полотна; 7 – осердя; 8 – секція поздовжньої різки; 9 – несучий вал; 10 – притискний валик для притискання полотна до несучого валу; 11 – накат; 12 – центральний привід; 13 – притискний валик для притискання рулону; 14 – приймальний стіл

Рис. 1. Схеми поздовжньо-різальних верстатів:

- а) з розміщенням намотуваних рулонів під 30° до вертикальної осі несучого валу;
- б) з розміщенням намотуваних рулонів під 90° до вертикальної осі несучого валу

УДК 676.056.42

**ПРЕСОВА ЧАСТИНА КРМ З ПОДОВЖЕНОЮ ЗОНОЮ
ПРЕСУВАННЯ З РОЗРОБКОЮ МЕХАНІЗМУ ПРИТИСКАННЯ
ВЕРХНЬОГО ВАЛА**

асистент Мельник О.П., студент Головатенко В. Є.
Національний технічний Університет України
«Київський політехнічний інститут»

З сіткової частини картоноробної машини (КРМ) паперове полотно поступає на пресову частину. Якість зневоднення на пресовій частині КРМ значно впливає на властивості картону: збільшується його об'ємна вага (папір ущільнюється), поліпшується структура полотна, підвищуються показники розривної довжини, число подвійних перегинів та опір продавлюванню, а також зменшується повітропроникність паперу.[1]

Метою роботи є розробка пресової частини картоноробної машини з подовженою зоною пресування для виробництва картону. Запропонована пресова частина дозволить збільшити швидкість картоноробної машини і відповідно підвищити продуктивність та збільшити кінцеву сухість картонного полотна, що дозволить знизити енергозатрати на сушильній частині картоноробної машини. Тому тема роботи є актуальною.

Пресова частина КРМ повинна працювати таким чином, щоб на ній проходило рівномірне і максимально допустиме, для певного виду картону, видалення води. Крім цього, зневоднення пресуванням в 10...15 разів дешевше ніж сушінням. Тому в наш час значну увагу приділяють вдосконаленню конструкцій пресів для отримання сухості картонного полотна близької до теоретично можливої (45...50%), що можна досягти методом віджиму. [2]

Використання преса з подовженою зоною пресування (рис.1) дозволить збільшити кількість видаленої води за рахунок збільшення часу перебування паперового полотна в зоні контакту пресових валів. Також це дозволить знизити витрати пари на сушильній частині картоноробної машини.

Розробка та використання пресу з подовженою зоною пресування дозволить зменшити експлуатаційні та енергетичні затрати під час виробництва картону та легко провести модернізацію застарілих частин картоноробних машин.

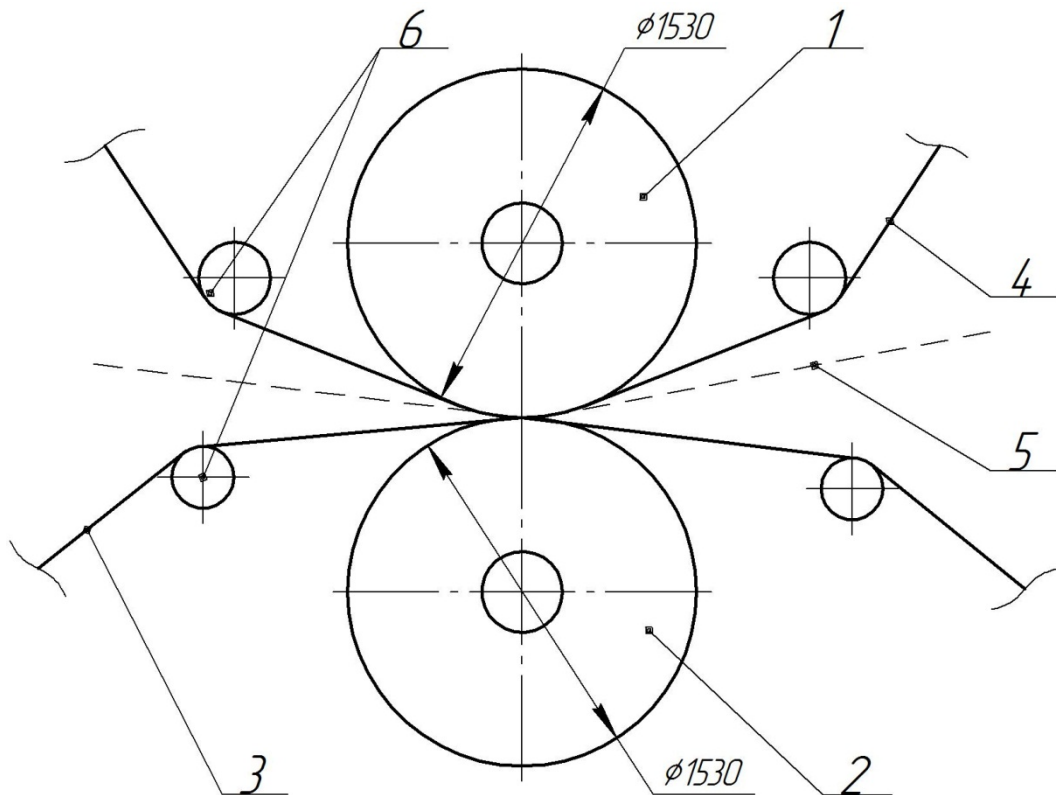


Рис.1. Схема преса з подовженою зоною пресування
1 – гладкий вал; 2- вал з глухими отворами; 3 – нижнє сукно; 4-
верхнє сукно; 5 – паперове полотно; 6 – сукноведучі вали

Перелік посилань:

1. Эйшлин И. Я. Бумагоделательные и отделочные машины.- М.: Лесная промышленность, 1970. - 624 стр.
3. Примаков С. Ф., Барбаш В. А. Технология бумаги и картона: Учебное пособие для вузов. – М.: Экология, 1996, –304стр.
4. Збірник тез доповідей VII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів», Частина 2, 19-21 листопада, Київ 2010.

УДК 676.024.741

КЛЕЇЛЬНИЙ ПРЕС З РОЗРОБКОЮ КЛЕЇЛЬНОГО ВАЛУ

асистент Зайцев С.В., студент Гробовенко Я.В.

Національний технічний університет України

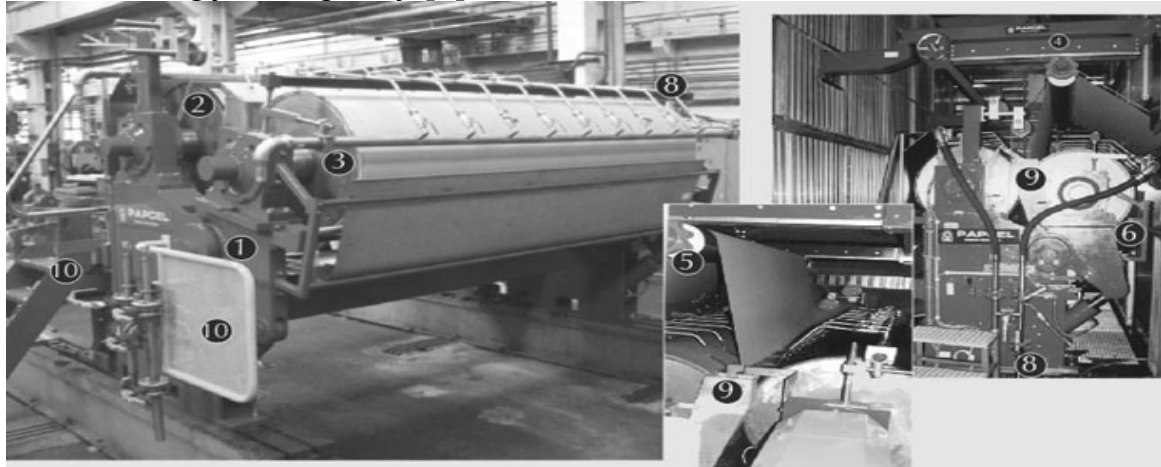
«Київський політехнічний інститут»

Для підвищення якості, покращення структури, підвищення жорсткості, гладкості, однорідності паперового полотна, проводять його поверхнєве проклеювання за допомогою клеїльного пресу (рис. 1), який розташований в сушильній частині машини, шляхом нанесення на поверхню полотна (з однієї чи з обох сторін) клею. В такому випадку речовина, що проклеює, розподіляється на поверхні, а основна товщина полотна залишається не проклеєною. Крім того, таке проклеювання дозволяє в деяких випадках зменшити величину помолу волокна, що знижує витрати енергії на виробництво паперу та картону і підвищує продуктивність машини. При поверхневому проклеюванні досягається значна економія клею і виключається його втрата з стічними водами.

При застосуванні поверхневого проклеювання використовують спеціальне обладнання (клеїльний прес). Клеїльний прес виконаний у вигляді двох вального пресу з гідравлічним або пневматичним зусиллям притискання. Вал, що притискається до іншого для створення заданого лінійного тиску називається рухомий, а другий вал – не рухомим. Пресові вали упорядковані в горизонтальному, похилому або вертикальному положенні, причому рухомий вал преса (перший в напрямку руху паперового полотна) знаходиться нижче ніж нерухомий вал. Вали пресу динамічно збалансовані на потрібну швидкість і можуть бути оснащені різними видами покриття (резины, кераміка) відповідно асортименту паперу (картону), що випускається. Між валами по розподільчим трубам подається клей, який в просторі клеїльного пресу утримують бокові шабери. Витрати клею можна регулювати за допомогою вентилів, якими можна керувати вручну або дистанційно. Паперове полотно проходить через клеїльну камеру та захват пресу і проклеюється. Клеїльний прес дозволяє збільшити продуктивність, підвищити склад твердих частинок, знизити потужність, що використовується, понизити пористість паперу, підвищити стабільність розмірів і урізноманітнити асортимент продукції. Із застосуванням цих пресів може вироблятися печатна, креслярська, пакувальна і інші види паперу, а також тарні, коробкові і другі види картону.

На процес проклеювання паперу і картону в клеїльному пресі впливають наступні фактори: величина та рівномірність тиску між валами, ступінь проклейки полотна у масі, швидкість машини, реологічні

властивості нанесеного розчину (клею) і його температура, вологість полотна паперу чи картону [2].



1 - основна конструкція, виконана із стояків, прикріплених один до одного за допомогою міцних гвинтових кріплень і замків; 2 - нерухомий вал з посадкою; 3 - рухомий вал з посадкою; 4 - переміщуючий пристрій; 5 - папероведучі валики; 6 - кромкові і торцеві скребки; 7 - разгонний валик з приводом; 8 - подача клею; 9 - відвід клею; 10 - кожухи и площадки обслуговування машини.

Рис. 1. Загальний вигляд клеїльного пресу.

На рівномірний розподіл лінійного тиску по всій довжині валу негативно впливає його прогин. Для компенсації прогину проводять бомбування валу. Але цей процес є досить складний і дорогий. Тому пропонується метод компенсації прогину валів, який полягає в тому, що клеїльний вал виконується з еластичного матеріалу і по довжині розбивається на три зони, причому середня зона має твердість меншу за дві крайні. В такому випадку при прижимі валів матеріал валу крайніх зон буде стискатись більше ніж матеріал середньої зони і внаслідок цього компенсувати прогін валу. Цей метод дозволяє рівномірно розподіляти лінійний тиск по всій довжині валу, зменшити вартість виробництва валів та спростити їх експлуатацію в процесі роботи.

Перелік посилань:

1. Бумагоделательные и отделочные машины. Изд. 2-е, перераб. и доп. И.Я. Эйшлин. М.: «Гослесбумиздат» 1962 г- 686 стр.
2. Технология бумаги и картона: Учебное пособие для вузов . Примаков С.Ф., Барабаш В.А. М: Экология, 1996- 304 стр.

УДК 676.02

ТРЬОХВАЛЬНИЙ ПРЕС КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ

асистент Мельник О.П., студент Леонов О.С.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

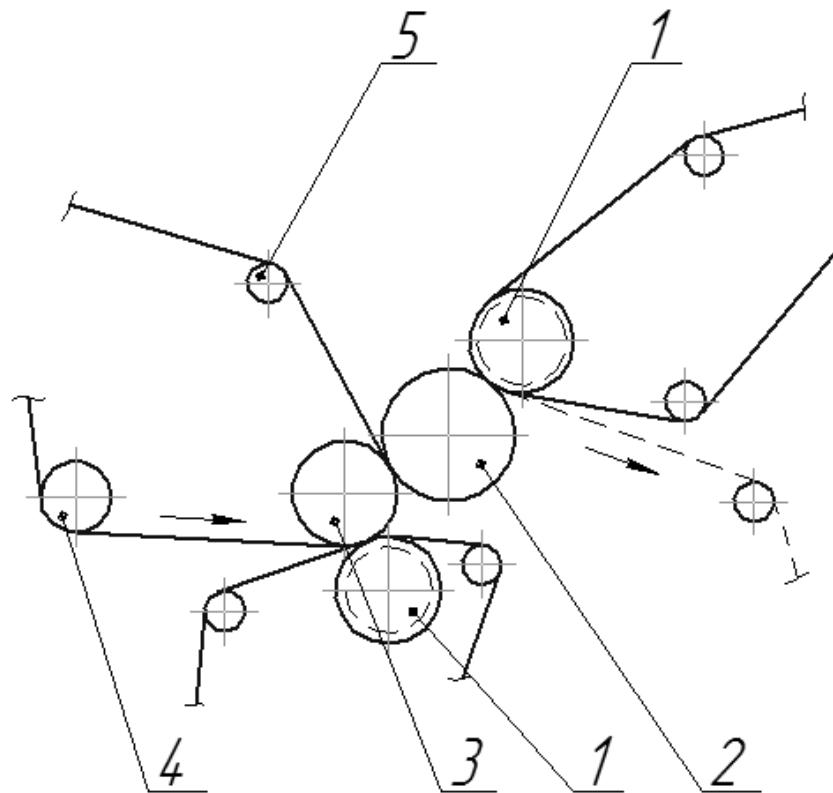
В українській папероробній промисловості постійно зростають обсяги виробництва різних видів картону. Важливу роль в процесі його виготовлення відіграє пресова частина картоноробної машини (КРМ), оскільки підвищення сухості картонного полотна дозволяє значно знизити витрати енергії на сушильній частині КРМ. Тому робота направлена на модернізацію пресових частин КРМ з метою збільшення кінцевої сухості картонного полотна є актуальною задачею.

Якість картону і продуктивність картоноробних машин в значній мірі залежить від ефективності та інтенсивності зневоднення полотна картону на пресовій частині машини. На вітчизняних машинах експлуатуються преси застарілих конструкції, які не забезпечують високу сухість картону після пресування, що зумовлює великі витрати тепла на висушування невідпресованої води на картонному полотні.

Сухість картону після пресів визначає вартість сушіння, а розподіл вологи впливає на однорідність паперу і його якість. Відомо, що збільшення сухості паперового полотна після пресів на 1% дозволяє понизити витрати пару в сушильній частині машини на 4–5%. Висушування в 10–15 разі дорожче видалення такої ж кількості води механічним віджиманням на пресах. Пресова частина виконана із урахуванням забезпечення максимального зневоднення картонного полотна до сушильної частини, при цьому повинна зберігатись структура полотна, а отже і його фізико-механічні показники.

Залежно від продуктивності пресова частина складається з двох або трьох пресів. Перший прес може бути виконаний відсмоктуючим. Нижні вали пресів гумові, верхні, – гранітні. Притискання і відведення верхніх валів здійснюється пневматичними механізмами. Внаслідок цього збільшується витіснення вільної вологи з картонного полотна, збільшується продуктивність картоноробної машини, зменшується витрати електроенергії.

Аналіз даних показує, що комбінований прес (рис.1) ефективніший при зневодненні полотна перед пресом і дозволяє отримати сухість до 25–30%. Таким чином комбінований прес можна використовувати як перший прес КРМ. Розрахунки показують ще вартість і експлуатаційні витрати комбінованого преса не перевищують 60% вартості і витрат на експлуатацію відсмоктуючого вала.



1- жолобчатий вал; 2- гранітний вал; 3- пересмоктуючий вал; 4- сітко
ведучий вал; 5- сукноведучий вал

Рисунок 1- Схема комбінованого преса КРМ.

Перелік посилань.

1. Новиков Н.Е., Прессование бумажного полотна. М. «Лесная промышленность», 1972 – 240 с.
2. Чичаев В.А., Оборудование целлюлозно-бумажного производства в двух томах. Том 2. «Бумагоделательные машины» М. «Лесная промышленность», 1981 – 264 с.
3. Иванов С.Н., Технология бумаги, второе издание, М. «Лесная промышленность», 1970 - 696с.

УДК 676.02.(075.8)

АНАЛІЗ РОБОТИ МЕХАНІЗМУ ПРИТИСКАННЯ РУЛОНУ В ПОЗДОВЖНЬО-РІЗАЛЬНОМУ ВЕРСТАТІ.

асистент Зайцев С.В., студент Макаренко А.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Папір виробляється в рулонах, в бобінах, в листах, в коробках або пачках правильної геометричної форми, в залежності від подальшого використання. Розміри по ширині і діаметри рулонів та бобін встановлюється заказником. Папір повинен виготовлятися з обрізаними кромками, які повинні бути рівними і чистими. Число обривів повинно бути мінімальним і не перевищувати встановлених стандартів. Ці вимоги повинен виконувати поздовжньо-різальний верстат, на якому здійснюються одночасно операції перемотування й поздовжнього розрізування паперового полотна, а також видалення дефектів на папері (обривів, папери з плямами, зморшками і складками) і склеювання решт паперового полотна.

Поздовжньо-різальні верстати розрізняються між собою схемою заправки паперу, конструкцією ножового пристрою та деякими іншими конструктивними особливостями.

До конструкцій верстату пред'являються наступні вимоги рівномірної щільності намотування рулонів, чистоти і гладкості поверхні, зручної і швидкої заправки паперового полотна, механізованого знімання та опускання рулонів і безпечної роботи на верстаті.

Збільшення діаметру намотування рулону значно збільшує продуктивність поздовжньо-різальних верстатів, тому помітна тенденція збільшення діаметра намотуваного рулону до 1500 мм і навіть до 1800 мм.

Щільність намотування рулонів в основному визначається тиском між рулоном та притискним валом. На рисунку 1 представлена схема механізму притискання рулону в поздовжньо-різальному верстаті. Належну щільність намотування паперу в рулоні створює притискний вал 3 разом з притискною плитою 4. При збільшенні діаметра намотування рулону, тиск притискного вала на рулон паперу збільшується і разом з цим змінюється щільність намотування паперу в рулоні. Для того, щоб тиск між рулоном паперу і несущими валами залишалися постійним, необхідно виконувати на початку намотування підвищений тиск притискного валу з наступним зменшенням цього тиску. Таке регулювання виконується за допомогою плити для виважування 6, яка з'єднана тросом з плитою 4 та притискним валом 3, яка проходить через ексцентриковий вал з регульованою величиною ексцентриситету.

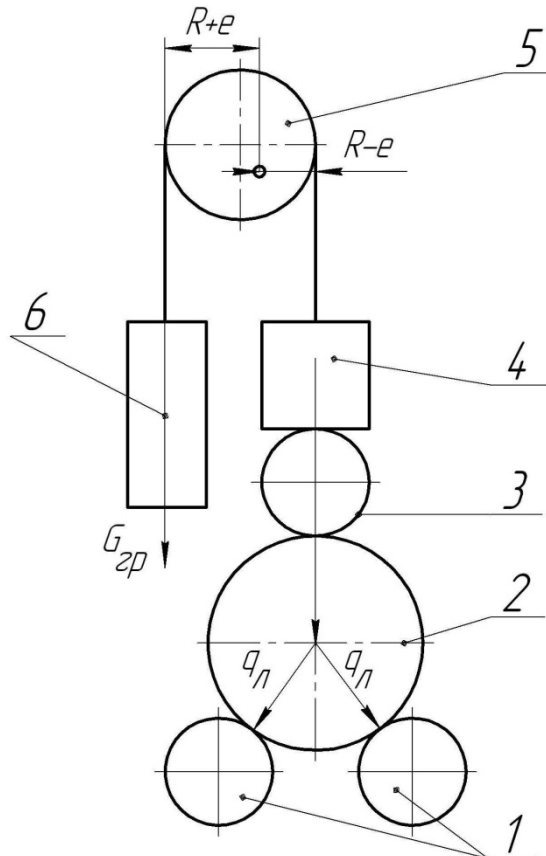


Рисунок 1 – Схема механізму притискання рулону
1-несучі вали, 2- намотуваний рулон, 3- притискний вал, 4-притискна
плита;
5-ексцентриковий вал, 6-плита для виважування притискного валу.

Перелік посилань:

1. Фляте Д. М. Технология бумаги. Учебник для вузов – М.: Лесн. пром-сть, 1988.-с.297-301
2. Бумагоделательные и отделочные машины, изд. 3-е, испр. и доп. Эйшлин И. Я. Изд-во «Лесная промышленность», Москва, 1970 г., 623 с.

УДК 676.05

ПЕРША ПРИВІДНА ГРУПА СУШИЛЬНИХ ЦИЛІНДРІВ

асистент Новохат О.А., студент Мартинюк В.О.

Національний технічний університет України

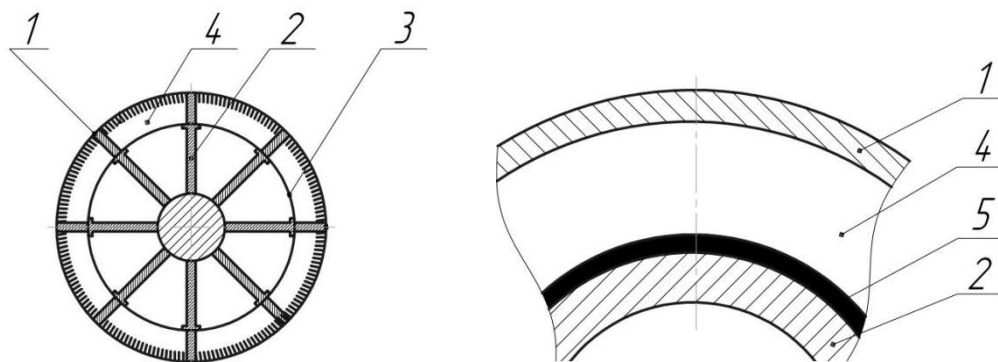
«Київський політехнічний інститут»

В целюлозно-паперовій промисловості процес сушіння реалізується на сушильних частинах папероробної машини. Аналіз сучасних конструкцій сушильних частин показує, що найбільш розповсюдженими є сушильні частини з двохрядним шаховим розташуванням сушильних циліндрів, на яких реалізується контактний (кондуктивний) метод сушіння. Цей метод в порівнянні з іншими має ряд переваг, основними з яких є відносно високий коефіцієнт теплопередачі та якість паперового полотна. До недоліків цього методу можна віднести велику металоємність конструкції та значні енергозатрати на утворення пари та привід сушильної частини.

Для інтенсифікації процесу сушіння контактний метод поєднують з іншими видами сушіння такими ,наприклад, як сушіння під вакуумом, конвективне сушіння, з використанням інфрачервоного випромінювання, застосування продуктивних циліндрів.

При контактному методі сушіння тепло паперовому полотну передається безпосередньо від нагрітої зовнішньої поверхні сушильного циліндра. Розрахунки сушильної групи показали, що наявні значні теплові втрати викликані нещільним приляганням паперового полотна до поверхні циліндра, при тепловіддачі пари та втрати по товщині зовнішньої оболонки.

Для зменшення теплових втрат була запропонована конструкція сушильного циліндра, що зображена на рисунку 1.



1 - Зовнішня оболонка, 2- несуче тіло, 3- внутрішня оболонка, 4- порожнисті камери, 5 – теплоізоляційний матеріал

Рисунок 1- Сушильний циліндр

Сушильний циліндр (рис.1) складається з максимально тонкої зовнішньої оболонки, яка змонтована на несучому тілі сушильного циліндра та внутрішньої оболонки з нанесеним шаром теплоізоляційного матеріалу яка вкрита теплоізоляційним матеріалом . При цьому між несучим тілом і зовнішньою оболонкою залишається кілька аксіально утворених порожнистих камер , через які протікає гарячий теплоносій. Для зменшення термічного опору через зовнішню оболонку, в залежності від використовуваного матеріалу, вона повинна бути як можнабільш тонкою.

А для збільшення площі контакту теплоносіяіз зовнішньоюоболонкоювнутрішня сторонаостанньої зробленарифленою.

Теплоізоляційний шар на зовнішній поверхні внутрішньої оболонки сушильного циліндру зменшує теплові втрати від пари, що зменшить втрати теплоносія та енергозатрати вцілому.

Перелік посилань:

1. Оборудование целлюлозно-бумажного производства.В 2-х томах. Т.2. Бумагоделательные машины/В. А. Чичаев, М. Л. Глезин, В. А Екимоваи др.— М.: Лесная пром-сть, 1981.—264 с.
2. Технологиябумаги. Фляте Д.М. Учебник для вузов. – М.: Лесн. пром-сть, 1988 – 440 с.

УДК 676.056.521.1

ЩІЛИННА СУКНОМИЙКА

асистент Мельник О.П., студент Навроцький Ю.В.
Національний технічний Університет України
«Київський політехнічний інститут»

Щілинна сукномийка є важливим механізмом в складі поворотного пресу, яка виконує функцію очищення, зневоднення та кондиціювання пресового сукна. Саме від постійного підтримання необхідних характеристик сукна залежить інтенсивність та якість зневоднення паперового полотна. Тому актуальним зараз є вдосконалення конструкцій сукномийок, що забезпечить більш ефективне кондиціювання пресового сукна.

Метою даної роботи є модернізація поворотного преса картоноробної машини (КРМ), яка полягає в розробці щілинної сукномийки. Основною перевагою якої, порівняно з іншими є, насамперед, простота конструкції. Саме щілинні сукномийки все частіше використовуються для очищення та зневоднення пресових сукон папероробних машин. Вони забезпечують більш якісне очищення пресового сукна від бруду, внаслідок використання вакууму.

Для кожного виду сукна в залежності від його структури, вологовмісту, а також швидкості КРМ існує оптимальна конструкція щілинної сукномийки (рис. 1), яка характеризується шириною та кількістю щілин. Існують три основні типи сукномийок, а саме однощілинні, двохщілинні та багатощілинні. В залежності від водопропускної спроможності пресового сукна його товщина становить 8 – 12 мм [1].

Для голконабивних сукон з високою водопропускною спроможністю ширина щілини приймається рівною 8 – 10 мм [2]. Збільшення ширини щілини вище 12 мм різко підвищує зношування сукна при незначному підвищенні ефективності роботи сукномийки.

В умовах інтенсивного забруднення сукон, наприклад при виробництві паперу, що має в своєму складі значну кількість наповнювача або малих волокон використовуються сучасні сукномийки, у яких покриття має пази «в ялинку», розміщені під кутом 45° до поздовжньої осі сукномийки (рис. 1,в) [2]. Розрідження на щілинних сукномийках всіх типів знаходиться в межах 40-47 кПа [3].

Важливу роль сукномийки відіграють при очищенні пресових сукон за допомогою вакууму, відсмоктуючи з сукон дрібне волокно, бруд, залишки паперового полотна та вологу. Вода та різні хімічні речовини надалі відводяться з КРМ через відсмоктуючий трубопровід назовні. Сукномийка має регульовану ширину відсмоктуючих щілин і регульовану

ширину всмоктування за допомогою шаберів. Щілинна сукномийка дозволить підвищити якість виготовлення паперу при одночасному зниженні витрат енергії та продовжити термін служби пресових сукон.

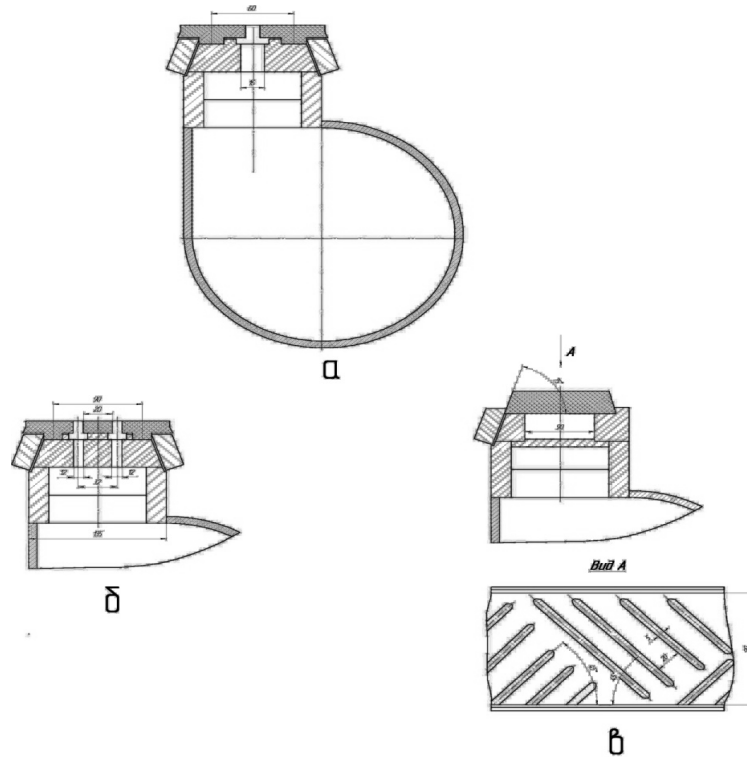


Рис. 1. Типи щілинних сукномийок:
а – однощілинні; б – двошлітинні; в – багатощілинні

Розробка нових та модернізація старих конструкцій щілинних сукномийок дозволить підвищити якість готової продукції та знизити енергетичні та експлуатаційні витрати.

Перелік посилань.

1. Новиков Н. Е. Пресование бумажного полотна. М.: Лесная промышленность, 1927 г., 240 с.
2. Примаков С. Ф., Барбаш В. А. Технология бумаги и картона: Учебное пособие для вузов. – М.: Экология, 1996, – 304с.
3. Чичаев В. А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. М.: Лесная промышленность.. Оборудование для производства волокнистых полуфабрикатов, 1981, – 398с.
4. Фляте Д.М. Технология бумаги. Учебник для ВУЗов. М. :Лесная промышленность, 1988, – 440 с.

УДК 676.05

**КАЛАНДР МАШИНИЙ З РОЗРОБКОЮ МЕХАНІЗМУ
ПРИТИСКАННЯ ВЕРХНЬОГО ВАЛУ**

асистент Улітько Р.М., студент Носенко М.М.
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Каландр машинний застосовується на картонно-паперових комбінатах для вигладжування картону і призначений для досягнення необхідних показників гладкості, щільності, об'ємної маси та рівномірної товщини по ширині картонного полотна.

На показники процесу каландрування впливають тиск між валами, кількість валів, тривалість каландрування, а також вологість картонного полотна. Найбільш важливий параметр – лінійний тиск і його розподілення по ширині лінії контакту між валами й картоном. Вплив на полотно в кінцевому рахунку визначається значенням і характером розподілення тиску, що в значній мірі залежить від в'язкопружних властивостей паперу.

Каландр усуває дефекти, які виникають в процесі виготовлення картонного полотна: маркування від сіток та сукон. За рахунок каландра відбувається збільшення об'ємної маси та щільності, а також рівномірної товщини полотна.

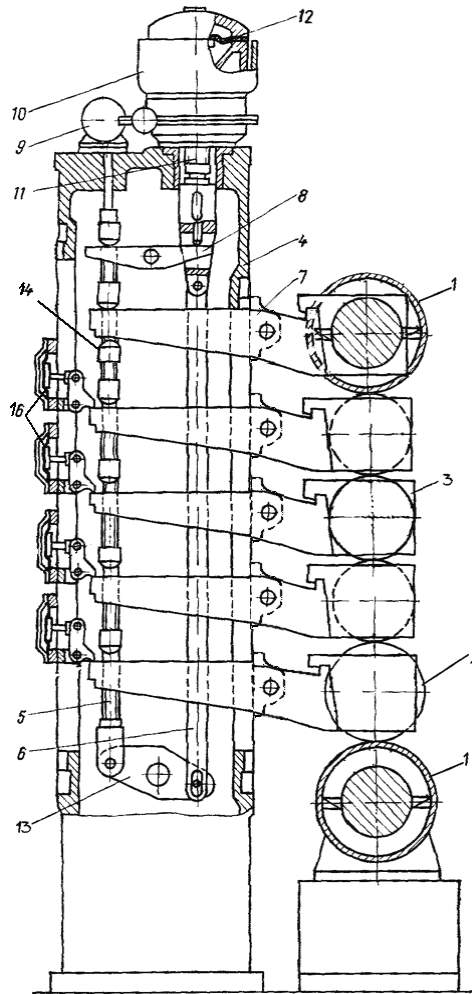
Каландр має механізм піднімання і притискання валів, який служить для забезпечення необхідного лінійного тиску між валами, а також для підйому батареї валів (крім нижнього).

Каландр (рис. 3.1) складається з шістьох валів, а саме: двох плаваючих валів 1, приводного валу 2, та трьох проміжних валів 3, які за допомогою важелів 7 шарнірно закріплені на односторонній станині 4.

Для притискання валів подаємо під тиском повітря в притискач діафрагмовий 12, який штоком діє на коромисло 8 і здійснює притискання валів один до одного. За допомогою електродвигуна 9 крутний момент, через черв'ячний редуктор 10, передається на гвинт підйому валів 11. Через з'єднувальну тягу 6 та нижнє коромисла 13, зусилля передається на тягу підйому і притискання валів 5. За допомогою упорів 14, які нагвинчуються на тягу 5, піднімаємо вали.

Механізм вилегчування 16 призначений для екстреного піднімання валів у разі обриву полотна чи попадання в захват між валами сторонніх предметів, що призводить до інтенсивного зношування валів.

Механізм притискання відіграє велику роль в процесі каландрування паперового полотна, оскільки основним параметром, який впливає на вихідну якість паперу є лінійний тиск між валами. Цей тиск створюється вагою валів та за допомогою розглянутого механізму.



1 – вал плаваючий; 2 – вал приводний; 3 – вал проміжний;
4 – станина; 5 – тяга підйому і притискання валів; 6 – тяга з'єднувальна;
7 – важіль валу; 8 – коромисло верхнє; 9 – електродвигун механізму підйому валів; 10 – черв'ячний редуктор механізму підйому валів;
11 – гвинт підйому валів; 12 – притискач діафрагмовий; 13 – коромисло нижнє; 14 – упори підйому та притискання валів; 16 – діафрагмовий механізм вилегчування валів.

Рисунок 3.1 – Конструкція каландра машинного

Таким чином, розробка ефективного та економічно доцільного механізму притискання є однією з головних задач при модернізації машинного каландру.

Перелік посилань:

1. <http://www.google.com.ua> від 25.03.2011 р.
2. <http://www.yandex.com.ua> від 25.03.2011 р.
3. http://www.znaj.ru/html/15731_2.html від 25.03.2011 р.

УДК 676.02

ТЕПЛОРЕКУПЕРАЦІЙНИЙ АГРЕГАТ КАРТОНОРОбНОЇ МАШИНИ З РОЗРОБКОЮ ТЕПЛООбМІННОЇ ЧАСТИНИ

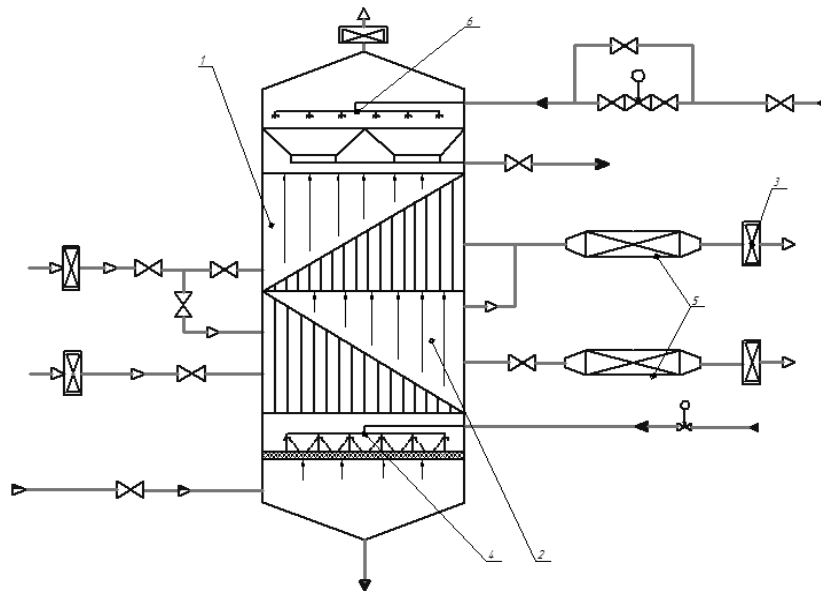
к.т.н., доц. Семінський О.О., студент Прокоп'єв М.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Процеси теплообміну мають велике значення в папероробній галузі промисловості. Сушильна частина картоноробної машини (КРМ) є найбільш енергоємною, в ній витрачається 95...96 % всієї енергії, що споживає картоноробна машина (з них біля 95 % припадає на теплову енергію) [2]. Утилізація тепла пароповітряної суміші значно зменшує витрати тепла а отже і затрати на вентиляцію. Для забезпечення цього в цеху картоноробної машини встановлюють теплорекупераційний агрегат (ТРА), призначенням якого є видалення за межі ковпака утворившихся водяних парів, подачу під ковпак машини гарячого повітря, охолодження повітря, яке надходить з сушильної частини картоноробної машини і нагрівання повітря, яке поступає з атмосфери, для вентиляції приміщення цеху.

Технологічна схема теплорекупераційного агрегату зображена на рис. 1.



- 1 – теплообмінна секція для нагрівання повітря для вентиляції цеху,
2 – теплообмінна секція для нагрівання повітря, яке поступає на сушку, 3 –
осьовий вентилятор, 4,6 – скрубери, 5 – калорифер.

Рисунок 1 – Технологічна схема ТРА

До складу теплорекупераційного агрегату входять скрубери, в яких відбувається початкове підігрівання зрошуваної свіжої або оборотної води.

В залежності від параметрів пароповітряної суміші і використання теплої води теплорекупераційні агрегати виконуються з двома, трьома та більше послідовними ступенями рекуперації теплоти.

Повітря, яке подається з сушильної частини КРМ поступає до скрубера, де пароповітряна суміш зрошується водою, яка розбризкується форсунками під тиском 0,15...0,2 МПа. В результаті контактного теплообміну відбувається нагрівання води та охолодження суміші. Вода рухається зверху вниз, а пароповітряна суміш поступає знизу. Повітря, яке поступає з цеху, нагрівається спочатку в теплообміннику, а потім догрівається в калорифері та поступає до сушильної частини КРМ. Повітря, яке необхідне для вентиляції цеху, потрапляє з атмосфери в міжтрубний простір, нагрівається та надходить до цеху [1].

Одним з основних елементів ТРА є трубна решітка, що складається з трубних плит. Трубна решітка розміщується в корпусі. Таким чином утворюється трубний і між трубний простір, в яких рухаються теплоносії. Труби в трубних плитах розміщено у вершинах рівносторонніх трикутників, для забезпечення якомога компактнішого розміщення поверхні теплообміну всередині агрегата. Це покращує умови тепловіддачі завдяки тому, що тепловий потік оминає труби.

Теплорекупераційні агрегати, що розташовані на машинах у країнах СНД мають наступні характеристики:

- витяжка пароповітряної суміші з сушильної частини: 50 500...88 000 м³/год;
- кількість повітря, що поступає з зовні до приміщення: 62 500...120 000 м³/год;
- кількість повітря, що подається на сушку: 41 400...66 000 м³/год;
- термічний ККД: 0,65... 0,78;
- маса агрегату: 22,5...40 т.

При проектуванні теплорекупераційного агрегату необхідно забезпечити його стабільну роботу при заданих температурних умовах, враховуючи витрати повітря, що поступає на сушильну частину. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі основні задачі: визначити площу поверхні теплообміну, вибрати обладнання, яке необхідне для прокачування теплоносіїв через апарат, перевірити основні елементи конструкції на міцність та жорсткість.

Перелік посилань:

1. Чичасєв В.А. Обладнання целлюлозно-паперового виробництва. Т.2. М.: Лісова пром-сть, 1981. – с.
2. Бельский А.П., Лотвінов М.Д. Вентиляція папероробних машин. М.: Лісова пром-сть, 1990. – 216 с.

УДК 676.056.42

ЖЕЛОБЧАТИЙ ПРЕС КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ

асистент Мельник О.П., студент Тихомиров О.М.

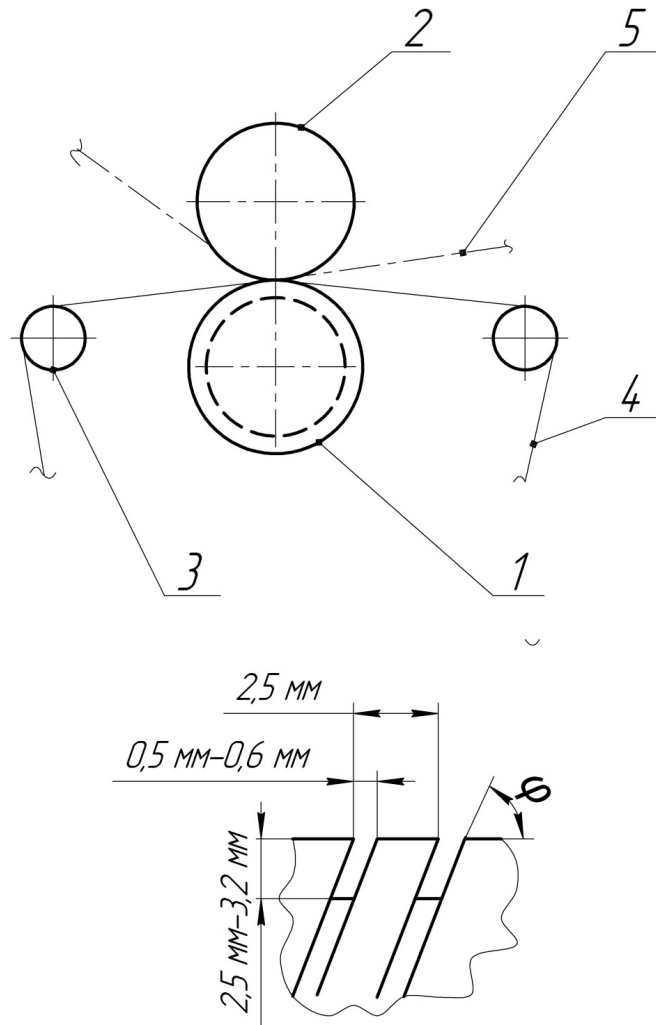
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Якість картону і продуктивність картоноробних машин в значній мірі залежить від ефективності та інтенсивності зневоднення полотна картону на пресовій частині машини. В українській папероробній промисловості на деяких машинах експлуатуються преси застарілих конструкцій, які не забезпечують високої сухості картону після пресування, що зумовлює великі витрати тепла на висушування невідпресованої води. Тому робота направлена на модернізацію пресової частини є актуальною. Метою роботи є модернізація жолобчатого вала картоноробної машини. Запропонований вал у складі пресу дозволить збільшити сухість картону на виході, з пресової частини продуктивність картоноробної машини та зменшити затрати енергії.

Досвід експлуатації пресів с жолобчатим валом показав, що вони мають ряд переваг, а саме, зниження вартості установки, зменшення експлуатаційних витрат, при цьому збільшується сухість паперу, відсутність витрат на створення вакууму, порівняно з валом з глухими отворами, досягається рівномірна вологість паперу по ширині збільшується тиск пресування який не викликає роздавлювання сукна і маркування паперу [3].

Жолобки на робочій частині вала слугують для прийому води, віджатої пресом з картонного полотна. В порівнянні з сухістю паперу на відсмоктуючому пресі запропонована конструкція дає змогу збільшити сухість картонного полотна на 2-4%, при цьому зменшуються витрати енергії за рахунок відсутності необхідності створення вакууму. Звичайне шерстяне сукно доцільно замінити на хімічно оброблене шерстяне сукно, яке має менший гідравлічний опір. Жолобчаті вали працюють при великих лінійних тисках (100...120 кН/м) і мають більш тверде покриття, ніж звичайні відсмоктуючі вали. Перевага полягає в тому, що вони відносно прості в конструкції, надійні в роботі, забезпечують високу сухість полотна та його міцність, знижують експлуатаційні витрати.



1 – вал жолобчатий; 2 – вал гранітний; 3 – вал сукно ведучий;
4 – сукно; 5 – картонне полотно.

Рисунок 1 - Прес жолобчатий

Перелік посилань :

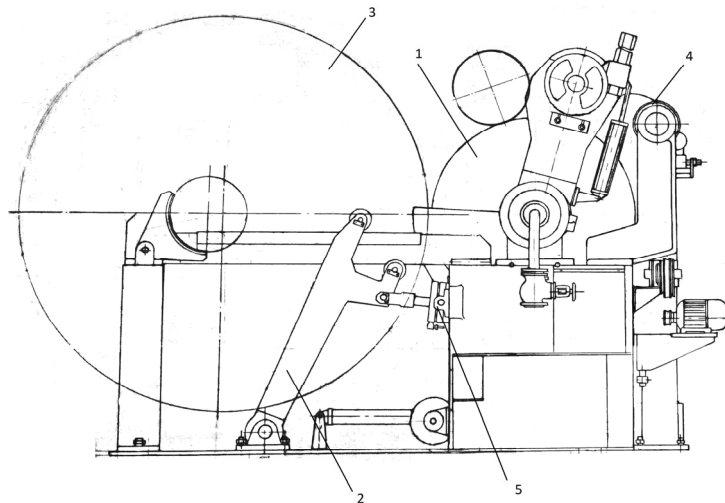
1. Фляте Д.М. Технология бумаги ученик для вузов «Лесная промышленность», 1988, – 440 стр.
2. Оборудование ЦБП Бумагоделательных машин, том 2, В.А. Чичаев, Москва «Лесная промышленность», 1981г., 262с.
3. Технология бумага, второе издание, С.Н. Иванов, Москва «Лесная промышленность», 1970г., 696с.
4. Бумагоделательные и отделочные машины, И.Я. Эйшлин, Москва ГОСЛЕСБУММИЗДАТ 1962г.- 686 с.
5. Пресование бумажного полотна «Лесная промышленность», Новиков Н.Е. 1927 г., 240 стр.

УДК 676.05

МОДЕРНІЗАЦІЯ НАКАТУ ПРМ З РОЗРОБКОЮ МЕХАНІЗМУ ПРИТИСКАННЯ РУЛОНА

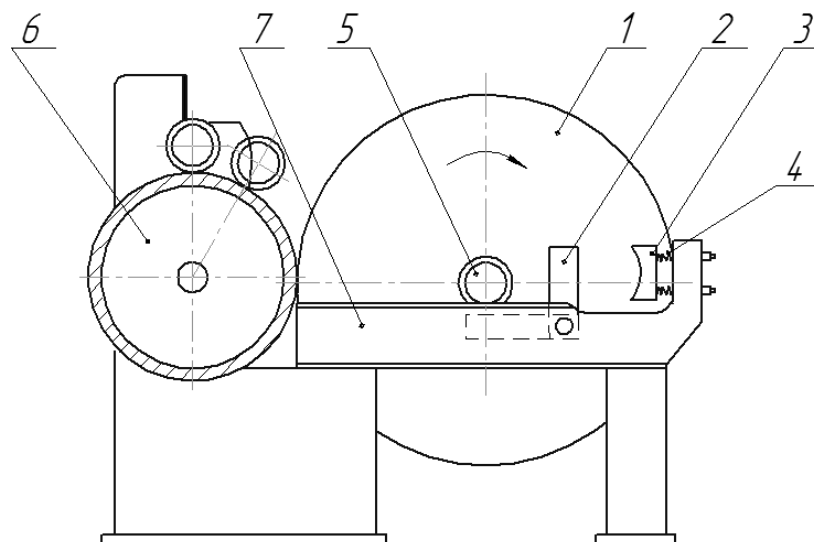
ст. викл. Петров В.В., студент Федорко І. І.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Основні вимоги до накату включає забезпечення рівномірної щільної намотки і легка заправки полотна при намотки його на рулон.



1 - циліндр накату; 2 – важіль; 3 – намотаний рулон; 4 – канатна заправка; 5- механізм прижиму.

Рисунок 1 – Накат з канатною заправкою.



1 - намотаний рулон; 2 – пристрій повороту; 3 – пружни для регулювання зусилля прижиму колодок; 4 – колодки; 5 – тамбурний вал; 6 – циліндр накату; 7 – направляючий, сприймає вагу валу.

Рисунок 2 – Вузол гальмування рулона після намотування

На рисунку 1 намотуваємий рулон паперу притискається до циліндру наката, який обертається з постійною коловою швидкістю. Рулон паперу обертається під дією колового зусилля між поверхнями рулону і циліндра наката. По мірі збільшення діаметру намотуваного рулону частота обертання його неперервно зменшується, а колова швидкість залишається постійною, рівна (з точністю до 0,05 – 0,15%) коловій швидкості циліндра наката. Такий накат дозволяє здійснити повітряну заправку папера при високих швидкостях машини. На накату щільність, рівномірно і туго намотані рулони отримуються при меншому натязі паперового полотна. В зв'язку з цим зменшується число обертів не тільки на накаті, але і на машині.

Згідно з дослідними даними, при нормальних умов намотування полотна на радіус рулону змінюється в невеликих межах. При намотування на накатах папероробних машин радіальний тиск складає 50 - 80 кПа, що забезпечується притисканням тамбурного валика з лінійним тиском 2 – 4 кН/м.

В процесі виповнення проекту можуть бути запропоновані наступні вдосконалення конструкції наката. В першу чергу, це відноситься до підвода води для охолодження циліндру наката. Оскільки для цього використовували завжди чисту водопровідну воду. Крім того, може бути вдосконалений вузол гальмування рулону після закінчення його намотування.

Перелік посилань:

1. Чичаев В. А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. М.: Лесная промышленность в двух томах. Том 2 Бумагоделательные машины, 1981-263 с.
2. примаков С. Ф., Барбаш В. А. Технология бумаги и картона: Учебное пособие для вузов. – М.: Экология, 1996. – 306 с.

УДК 676.05

СУШИЛЬНА ЧАСТИНА ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ З РОЗРОБКОЮ ЛОЩИЛЬНОГО ЦИЛІНДРА

асистент Новохат О.А., студент Яременко І.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

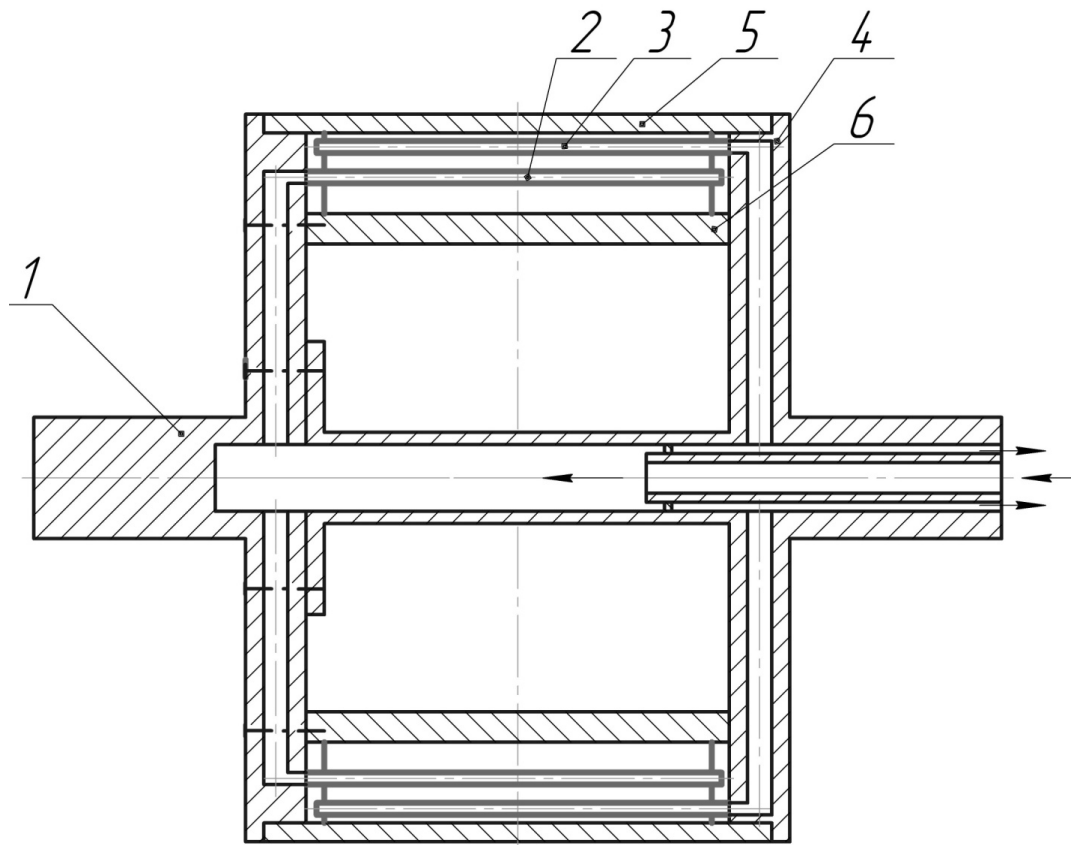
Процес сушіння паперу реалізується в сушильних частинах папероробної машини. Аналіз сучасних конструкцій сушильних частин показав, що найбільш поширеним методом сушіння є контактний (кондуктивний) метод. Проте разом з такими перевагами як відносно високий коефіцієнт теплопередачі та якість сушіння, цей метод має ряд недоліків, основними з яких є великі енергетичні затрати та металоємність.

Серед сушильних частин з контактним методом сушіння найпоширенішими є конструкції з двухярусним розміщенням сушильних циліндрів, рідше одноярусним. Особливу компоновку мають папероробні машини для виготовлення санітарно-гігієнічного паперу та паперу з односторонньою гладкістю. Сушіння цих видів паперу здійснюється на лощильному циліндрі.

При контактному методі сушіння тепло передається вологому полотну безпосередньо від нагрітої поверхні сушильного циліндру. Розрахунки показали, що недоліком цієї конструкції є значні теплові втрати через погане прилягання паперового полотна, велику товщину зовнішньої оболонки сушильного циліндру та теплові втрати на внутрішній його поверхні. Останнє пов'язано з утворенням товщини плівки конденсату, що являє собою додатковий термічний опір.

Для зменшення теплових втрат на внутрішній поверхні зовнішньої оболонки запропоновано сушильний циліндр (рис.1), який для зменшення теплових втрат по товщині має максимально тонку зовнішню оболонку. Навантаження при цьому сприймається в основному внутрішньою оболонкою, котра називається несучим тілом. Пара в сушильний циліндр подається безпосередньо на внутрішню поверхню зовнішньої оболонки по всій його твірній n -кількість разів. Конденсат відводиться аналогічно підводу пари. Розташування паропідвідних та конденсатопідвідних пристроїв почергове. Проте останні розташовані максимально близько до внутрішньої поверхні зовнішньої оболонки сушильного циліндру. Для збільшення площі контакту пари з внутрішньою поверхнею зовнішньої оболонки, остання може бути рифленою.

Запропонована конструкція сушильного циліндра зменшить теплові втрати, що, в свою чергу, зменшить витрати граючої пари.



1,4 – бокові кришки, 2- паропідвідні пристрої, 3- крнденсатовідвідні пристрої, 5- зовнішня оболонка, 6 – несуче тіло.

Рисунок 1 – Сушильний циліндр

Перелік посилань:

1. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. В 2-х томах. Т.2. Бумагоделательные машины/В. А. Чичаев, М. Л. Глезин, В. А Екимова и др.— М.: Лесная пром-сть, 1981.—264 с.
2. Технология бумаги. Фляте Д.М. Учебник для вузов. – М.: Лесн. пром-сть, 1988 – 440 с.

СЕКЦІЯ 6

«ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

УДК 676.038.22

ХІМІЧНИЙ СКЛАД НОВИХ ПРЕДСТАВНИКІВ НЕДЕРЕВНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

к.х.н., проф. В.А. Барбаш, к.т.н., с.н.с. Трембус І.В.,
магістрант Нікітюк Ю.Я.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Целюлозно-паперову продукцію різних видів широко використовують у промисловості і побуті, що сприяє постійному розвитку світової целюлозно-паперової промисловості. Швидкі темпи зростання попиту на різні види целюлозно-паперової, а також дефіцит рослинної сировини, з якої вони виготовляються, зумовлюють необхідність використання нових джерел рослинної сировини, які мають здатність швидко відновлюватись. Для країн, що не мають великих вільних запасів деревини, альтернативною сировиною для виробництва ВНФ можуть бути стебла сільськогосподарських рослин та інших представників недеревної рослинної сировини. Основними перевагами недеревних волокон є те, що їх переробка у волокнисту масу є більш економічною, можлива в невеликих об'ємах і за досить простими технологіями.

Метою даної роботи було дослідження хімічного складу нових рослин, що тільки починають культивуватися в Україні, та у світовій практиці виробництва волокнистих напівфабрикатів не використовувалися. Для досліджень використовували такі рослини як сильфій пронизанолистий та свербіга східна та елевсіна, які були надані співробітниками Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка

В таблиці наведено дані про хімічний склад запропонованих рослин, які розглядаються як альтернатива найбільш поширеним породам деревини, для одержання волокнистих напівфабрикатів для виробництва картонно-паперової продукції.

Хімічний склад недеревної рослинної сировини, %

Сировина	Целю- лоза	Лігнін	Розчинність у		Смоли, жири, воски	Пенто- зани	Золь- ність
			воді	NaOH			
Ялина	46,1	28,5	7,3	18,3	2,9	10,7	0,2
Береза	41,0	21,0	2,2	11,2	1,8	28,0	0,5
Елевсіна	31,2	22,4	37,8	55,1	1,2	19,3	2,1
Сильфій пронизано- листий	27,2	23,8	23,4	43,8	1,3	21,1	4,1
Свербіга	36,4	20,5	25,4	35,7	1,4	19,9	4,8

УДК 676.038.22

ВИКОРИСТАННЯ ВОЛОКНА З УПАКОВКИ «ПЮР ПАК» ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПАПЕРУ З МАКУЛАТУРИ

к.т.н., доц. Мовчанюк О.М., магістранти Сайчук С.А., Саволук С.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Аналіз літературних джерел в області переробки макулатури говорить про її зростаючу роль як замітника свіжих волокнистих напівфабрикатів для нарощування обсягів виробництва паперу і картону. Зростання ж виробництва і споживання паперово-картонної продукції, у свою чергу, пропорційно поповнює цей цінний вид волокнистої сировини.

Однак під час виготовлення паперу чи картону, переважно внаслідок процесу сушіння, паперотворні властивості волокон суттєво погіршуються [1]. В результаті з макулатурних волокон, що вже пройшли кілька циклів переробки, отримують папір з низькими фізико-механічними властивостями. Одним із шляхів покращення якості паперу та картону з макулатури є використання в композиції первинних волокнистих напівфабрикатів, що значно підвищує собівартість продукції. З цієї точки зору особливий інтерес представляє волокно, що міститься у відходах споживання упаковки для рідких молочних продуктів «Пюр Пак». Адже для виробництва такої упаковки зазвичай використовується картон з вибіленої целюлози. Додавання такого волокна у композицію макулатурної маси може суттєво підвищити фізико-механічні властивості паперу та картону.

Метою даного дослідження було визначення впливу вмісту волокна з відходів споживання упаковки «Пюр Пак» у композиції маси з макулатури марки МС-2А-2 на фізико-механічні властивості паперу.

Приготування маси здійснювалося на розмелювальному комплекті ЛКР-1. Ступінь млива маси становив 45 °ШР. Із маси різної композиції виготовлялись лабораторні зразки паперу масою 80 г/м². Визначались показники їх механічної міцності. Результати представлені у табл. 1.

Таблиця 1. Показники якості лабораторних зразків паперу з маси різної композиції

Найменування показника	Значення показника при вмісті волокна з упаковки, %					
	0	20	40	60	80	100
Абсолютний опір продавлюванню, кПа	170	199	240	270	287	325
Опір на злом під час багаторазових перегинів, к.п.п.	91	160	530	680	740	810
Опір роздиранню, мН	545	588	686	745	804	902
Розривна довжина, м	3250	3750	4050	5000	5600	6100

Із таблиці видно, що введення в масу з макулатури марки МС-2А-2 волокна з відходів упаковки дозволяє підвищити всі вимірювані фізико-механічні показники паперу. Найсуттєвіше зростає міцність на злом під час багаторазових перегинів. Цей показник майже у 9 разів вище для зразків, виготовлених зі 100 % волокна упаковки порівняно зі зразками, що виготовлені тільки з макулатури МС-2А-2. При цьому інші показники зросли на 66–91 %.

Таким чином, шляхом введення в масу волокна з відходів споживання упаковки «Пюр Пак» можна суттєво покращити механічні властивості паперу з макулатури без використання свіжих напівфабрикатів і тим самим знизити його собівартість.

Перелік посилань:

1. Мовчанюк О.М. Вплив катіонного крохмального клею на процес розмелювання / О.М. Мовчанюк, І.В. Білик, Ю.І. Пугач, Д.А. Мовчанюк // Упаковка – 2010. – №6. – С. 69–71.

УДК 676.163

БІСУЛЬФІТНИЙ СПОСІБ ВАРІННЯ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ

к.т.н., доц. Червопкіна Р.І.

студенти Скрипка М.Л., Швидкий А.М., Купріян Д.М., Щербльова К.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Нині на території України засівні площі соняшнику становлять близько 4,4 млн га. І згідно Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 року, об'єми виробництва насіння соняшнику прогнозується збільшувати, а відповідно збільшиться вихід відходів у вигляді стебел соняшнику [1].

Відходи даної однорічної недеревної рослинної сировини у вигляді стебла в основному використовують як паливо. Але хімічний склад стебла соняшнику, який наведено у таблиці, також дозволяє використання його у целюлозно-паперовій промисловості для хімічної переробки [2].

Таблиця – Хімічний склад стебла соняшнику

Складова частина	Целюлоза,%	Лігнін,%	СЖВ,%	Пентозани,%	Зольність,%
стебло	40,6	20,1	-	21,3	3

Задачею даної роботи є хімічне перероблення стебел соняшнику бісульфітним способом з метою отримання волокнистих напівфабрикатів.

Варіння проводили у попередньо прогрітій до кінцевої температури 155°C гліцериновій бані, куди опускали заповнені січкою соняшника і варильним розчином сталі автоклави. Процес варіння продовжували відповідно 30; 60; 120 і 130 хвилин.

В результаті порівняння отриманих даних встановлено, що вихід зменшується із збільшенням тривалості варіння і становить відповідно від 40,5% до 37,7%, також закономірно знижується вміст залишкового лігніну від 18,85% до 15,4%.

Слід зазначити, що запропонованим нами бісульфітним способом до 30 хв. було отримано напівцелюлозу, а варіння від 60 до 130 хв. дозволяє отримувати целюлозу з наступними показниками міцності: розривна довжина - 4700 – 6300м; опір роздиранню – 175 – 200 мН; міцність на злам під час багаторазових перегинів до 10 ч.п.п.

З підвищенням тривалості варіння від 30 до 130 хв. закономірно знижується вихід напівфабрикату, а також вміст залишкового лігніну у ньому. У випадку варіння протягом 30 хв. була отримана напівцелюлоза, в усіх інших випадках був отриманий напівфабрикат у вигляді целюлози.

Перелік посилань:

1. Програма розвитку українського села.
2. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону. Навч. посіб. Друге видання, перероб. – К.: ЕКМО, 2008. – 425 с.

УДК 676.163

НАПІВФАБРИКАТИ ІЗ СТЕБЛА СОНЯШНИКУ

к.т.н., доц. Черьопкіна Р.І.

студенти Родюк О.В., Габ С.В., Круковець Т.С., Котюк Ю.М., Янюк О.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Соняшник вирощують на території України у великих масштабах. Відходами даної однорічної рослинної сировини є лузга та стебло. Як відомо, лузга соняшника – сировина для виробництва етилового спирту, кормових дріжджів, пластмаси, штучного волокна, а стебло використовують для отримання калійних добрив, як паливо[1].

Виходячи з хімічного складу[1], можна вважати, що ця сировина буде перероблятися на волокнистий напівфабрикат.

Тому, метою даної роботи було отримання волокнистих напівфабрикатів нейтрально-сульфітним способом, активними реагентами якого є сульфід та карбонат натрію.

Для проведення варіння було приготовлено варильний розчин з концентрацією всього SO_2 25 г/дм³, рН розчину 10,2. У попередньо прогріту до кінцевої температури 175°C гліцеринову баню опускали заповнені січкою соняшника і варильним розчином сталі автоклави і процес варіння продовжували відповідно 30; 60; 90; 120 хвилин.

В результаті аналізу твердого залишку було встановлено, що вихід зменшується із збільшенням тривалості варіння і становить 67,1 - 55,0 %. Вміст залишкового лігніну, що був визначений згідно стандарту [2], – 26,7 - 20,1 %.

Фізико-механічні показники отриманої напівцелюлози знаходяться в таких межах: розривна довжина – 4850 – 7700 м; опір роздиранню – 175 – 225 мН; міцність на злам під час багаторазових перегинів біля 100 ч.п.п.

У результаті аналізу відпрацьованих щолоків було встановлено, що на основні реакції витрачено від 40 до 50% SO_2 в залежності від тривалості варіння, що дозволяє зробити висновок про повторне використання таких щолоків, після їх відповідного укріплення.

Показано, що з підвищенням тривалості варіння від 30 до 120 хв. закономірно знижується вихід напівфабрикату, а також вміст залишкового лігніну у ньому. Але на основі невисокої делігніфікації січки можна сказати про отримання напівфабрикату у вигляді напівцелюлози. Дещо знижений вихід пояснюється втратою під час варіння дрібного волокна у вигляді паренхімних клітин, залишків сітчастих, спіральних, кільцевих судин, луски епідерми.

Перелік посилань:

1. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону. Навч. посіб. Друге видання, перероб. – К.: ЕКМО, 2008. – 425 с.
2. ГОСТ 11960-79. Полуфабрикаты волокнистые и сырье из однолетних растений для целлюлозно-бумажного производства. Метод определения содержания лигнина.

УДК 676.163

НАПІВФАБРИКАТИ ІЗ СОЛОМИ РІПАКУ

к.т.н., доц. Черьопкіна Р.І.

студенти Семенюк А.О., Меньків Р.В., Шевчук О.В., Заїка Д.С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

На сьогоднішній день ми маємо актуальну проблему використання відходів сільського господарства, зокрема соломи злакових, запаси якої в Україні достатні, щоб збільшити виробництво паперу і картону приблизно у 2 – 2,5 рази.

Відомо, що із недеревної рослинної сировини у світі виробляють вже близько 10% целюлози. Наприклад є відомості, що із соломи ріпаку можна виготовляти целюлозу, папір, картон та ін. У таких країнах як Великобританія, Угорщина, Іспанія, Португалія успішно застосовуються технології, за допомогою яких з 1 га ріпакового поля можна виготовити до 2 т паперу [1].

Для аналізу було взято саме цей вид сировини не тільки через його розповсюдженість, але й через практичне застосування в Україні.

Метою даного дослідження було отримання напівфабрикатів із соломи ріпаку бісульфитним способом.

Виходячи із літературних даних [2], за вмістом целюлози (близько 37%) дана сировина придатна для отримання напівфабрикатів для ЦПП.

Варіння проводять розчином певного хімічного складу, в залежності від способу, а також технологічних умов.

Для проведення варіння було приготовлено варильний розчин з концентрацією всього SO_2 57 г/дм³ за рН розчину 4,5.

Далі у попередньо прогріту до кінцевої температури 160°C гліцеринову баню опускали заповнені січкою ріпаку і варильним розчином сталі автоклави і процес варіння продовжували відповідно 60; 90; 120 хвилин.

В результаті аналізу волокнистого напівфабрикату було встановлено, що вихід зменшується із збільшенням тривалості варіння і становить відповідно від 56,6 до 37,7%, відповідно знижується вміст залишкового лігніну від 18,2 до 13,8%.

Потрібно відзначити, що запропонованим способом було отримано, як напівцелюлозу, так і целюлозу із наступними показниками міцності: розривна довжина - 2400 – 4400 м; опір роздиранню - 250 – 300 мН; міцність на злам під час багаторазових перегинів до 10 ч.п.п.

На основі отриманих вище даних можна стверджувати, що було отримано жорстку целюлозу, яку можна застосовувати для виготовлення підпергаменту. Варіння за тривалості 120 хвилин проводити недоцільно, оскільки вже починається процес гідролізу, що призводить до так званого «чорного варіння».

Перелік посилань:

1. <http://agrosience.com.ua>
2. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону. Навч. посіб. Друге видання, перероб. – К.: ЕКМО, 2008. – 425 с.

СЕКЦІЯ 7

«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА»

УДК 531/534(075.8)

ГАМІЛЬТОНОВІ ЗМІННІ ТА ФУНКЦІЯ ГАМІЛЬТОНА

к.т.н., доц. Штефан Н.І., студент Вітюк Д.С.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Рівняння Лагранжа другого роду, що описують рух механічної системи з голономними зв'язками під дією потенціальних сил, являють собою систему k звичайних диференціальних рівнянь другого порядку відносно узагальнених координат $q_1, q_2, \dots, q_k$ як функції часу t

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = 0, \quad i = 1, \dots, k$$

Оскільки гесіан лагранжевої функції (визначник матриці що складений із коефіцієнтів інерції) відмінний від нуля, тобто система розв'язувана відносно других похідних $\dot{q}_1, \dot{q}_2, \dots, \dot{q}_k$ від невідомих функцій $q_1(t), q_2(t), \dots, q_k(t)$. Це дає змогу безліччю способів замінити цю систему k рівнянь еквівалентною їй системою $2k$ рівнянь першого порядку. Причому загальний розв'язок обох систем рівнянь має однакову кількість довільних сталих.

Класичні рівняння Гамільтона є важливим, але окремим випадком такої еквівалентної заміни рівнянь Лагранжа другого роду. За незалежні змінні системи $2k$ диференціальних рівнянь першого порядку можна взяти узагальнені координати $q_1(t), q_2(t), \dots, q_k(t)$ і нові змінні що називатимуться узагальненими імпульсами.

$$p_i = \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} = \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i}, \quad i = 1, \dots, k$$

Сукупність узагальнених координат і узагальнених швидкостей називають Лагранжевими змінними деякої системи, а сукупність узагальнених координат та узагальнених імпульсів її гамільтоновими змінними.

За такого вибору змінних $2k$ рівнянь руху консервативної системи запишемо в симетричній формі канонічних рівнянь Гамільтона, враховуючи, що кінетична енергія системи є квадратичною формою узагальнених швидкостей, а узагальнені імпульси є лінійними функціями узагальнених швидкостей.

Зазначене обернене перетворення можна записати у формі прямого, якщо ввести в розгляд функцію Гамільтона

$$H(p, q, t) = \sum_{i=1}^k p_i \dot{q}_i - L(\dot{q}, q, t).$$

УДК 531/534(075.8)

ГАМІЛЬТОНОВІ СИСТЕМИ

к.т.н., доц. Штефан Н. І., студент Мітусов Р.О
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Розглянемо канонічні рівняння Гамільтона та їх застосування для консервативних систем з голономними (геометричними) зв'язками.

За відомими узагальненими координатами і узагальненими імпульсами використовуючи формули $\dot{q}_i = \frac{\partial H}{\partial p_i}, i = 1, \dots, k$ (1) можна обчислити узагальнені швидкості й навпаки, за відомими узагальненими координатами і швидкостями з формул $p_i = \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} = \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i}, i = 1, \dots, k$ (2) можна обчислити узагальнені імпульси.

Співвідношення (1) визначають першу групу канонічних рівнянь Гамільтона.

$H(p, q, t)$ – функція Гамільтона, утворює також другу групу канонічних рівнянь, що впливає з рівнянь руху механічної системи.

Обчислюючи частинні похідні за узагальненими координатами від обох частин тотожності $H = \sum_{i=1}^k \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \dot{q}_i - L$ (3), дістанемо:

$$\frac{\partial H}{\partial q_i} + \sum_{j=1}^k \frac{\partial H}{\partial p_j} \frac{\partial p_j}{\partial q_i} = \sum_{j=1}^k \left(\frac{\partial p_j}{\partial q_i} \dot{q}_j + p_j \frac{\partial \dot{q}_j}{\partial q_i} \right) - \sum_{j=1}^k \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_j} \frac{\partial \dot{q}_j}{\partial q_i} - \frac{\partial L}{\partial q_i}.$$

Оскільки $\frac{\partial \dot{q}_j}{\partial q_i} = 0$ через незалежність узагальнених швидкостей від узагальнених координат, а з урахуванням (1)

$$\sum_{j=1}^k \frac{\partial p_j}{\partial q_i} \dot{q}_j = \sum_{j=1}^k \frac{\partial H}{\partial p_j} \frac{\partial p_j}{\partial q_i},$$

то остаточно отримаємо:

$$\frac{\partial H}{\partial q_i} = - \frac{\partial L}{\partial q_i} \quad (4)$$

Якщо підставити (4) в $\dot{p}_i = \frac{\partial H}{\partial q_i}$, то друга група канонічних рівнянь Гамільтона матиме вигляд $\dot{p}_i = - \frac{\partial H}{\partial q_i}, i = 1, \dots, k$ (5).

Записані разом (1) і (5)

$$\dot{q}_i = \frac{\partial H}{\partial p_i}; \dot{p}_i = - \frac{\partial H}{\partial q_i}; i = 1, \dots, k,$$

являють собою систему $2k$ диференціальних рівнянь першого порядку відносно узагальнених координат $q_1, \dots, q_k$ та імпульсів $p_1, \dots, p_k$ як функцій часу.

Будь-яка система диференціальних рівнянь цього виду, яка б не була функція $H=H(p, q, t)$, називається **канонічною** або **гамільтоновою системою**.

УДК 531/534(075.8)

ДВІ ОСНОВНІ ЗАДАЧІ В ТЕОРІЇ ПОТЕНЦІАЛЬНОГО СИЛОВОГО ПОЛЯ

к.т.н., доц. Штефан Н. І., студентка Погребна І. Д.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Основні задачі в теорії потенціального силового поля полягають у:
1) визначенні силової функції за заданою силою, що діє на матеріальну точку; 2) визначенні сили за відомою силовою функцією.

Перша задача розв'язується інтегруванням виразу $d'A = dU$ (1) з визначенням силової функції $U = \int d'A + C$ з точністю до адитивної сталої C .

Друга задача вирішується з використанням співвідношення (1).

Для її розв'язання виразимо елементарну роботу за формулою $A = \int_{M_0}^M \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_{M_0}^M (F_x dx + F_y dy + F_z dz)$, а повний диференціал силової функції трьох змінних $U(x, y, z)$ подамо у розгорнутому вигляді $d'A = \vec{F} \cdot d\vec{r} = F_x dx + F_y dy + F_z dz$,

$dU(x, y, z) = \frac{\partial U}{\partial x} dx + \frac{\partial U}{\partial y} dy + \frac{\partial U}{\partial z} dz$. Оскільки $d'A = dU$, то $F_x dx + F_y dy + F_z dz = \frac{\partial U}{\partial x} dx + \frac{\partial U}{\partial y} dy + \frac{\partial U}{\partial z} dz$. Остання рівність буде мати такий вигляд: $\left(F_x - \frac{\partial U}{\partial x}\right) dx + \left(F_y - \frac{\partial U}{\partial y}\right) dy + \left(F_z - \frac{\partial U}{\partial z}\right) dz = 0$.

Проекції сили дорівнюють частинним похідним від силової функції за відповідними координатами, а саме $F_x = \frac{\partial U}{\partial x}$; $F_y = \frac{\partial U}{\partial y}$; $F_z = \frac{\partial U}{\partial z}$ (2).

Модуль сили $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$.

Якщо в потенціальному силовому полі рухається система із n матеріальних точок, то $F_{xi} = \frac{\partial U}{\partial x_i}$; $F_{yi} = \frac{\partial U}{\partial y_i}$; $F_{zi} = \frac{\partial U}{\partial z_i}$.

Критерій існування силової функції легко встановити за допомогою виразів (2).

Необхідними і достатніми аналітичними умовами існування силової функції $U(x, y, z)$ є рівності $\frac{\partial F_x}{\partial y} = \frac{\partial F_y}{\partial x}$; $\frac{\partial F_x}{\partial z} = \frac{\partial F_z}{\partial x}$; $\frac{\partial F_y}{\partial z} = \frac{\partial F_z}{\partial y}$.

УДК 531/534(075.8)

ПОТЕНЦІАЛЬНЕ СИЛОВЕ ПОЛЕ ТА СИЛОВА ФУНКЦІЯ

к.т.н., доц. Штефан Н.І., студентка Степанюк Д.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В загальному випадку сила, що діє на матеріальну точку, може бути функцією координат, швидкостей і часу.

Значне поширення мають сили, залежні лише від координат матеріальної точки, що рухається. Ці сили називаються *позиційними*. До таких сил належать сили пружності, гравітації, електричного та магнітного полів та деякі інші.

Силовим полем називають частину простору, в якому на матеріальну точку, що рухається в ньому, діють сили, які залежать від координат і часу, але не залежать від швидкості точки :

$$\vec{F} = \vec{F}(t, x, y, z).$$

Якщо сила явно не залежить від часу, то силове поле називають *стаціонарним*, якщо залежить – *нестационарним*.

Стаціонарне силове поле називають потенціальним, якщо робота сил поля, які діють на матеріальну точку, не залежать від форми її траєкторії, а є однозначною функцією координат початкового і кінцевого положень точки, що рухається.

При цьому кожній точці поля відповідає певна робота, яку виконують сили поля під час переходу точки з початку координат у цю точку поля. Тому

$$A_{om} = U(x, y, z) = U(\vec{r}).$$

Функцією $U(\vec{r}) = U(x, y, z)$ називають силовою.

Фізичний зміст силової функції полягає в тому, що вона є роботою, виконуваною силою поля під час переходу матеріальної точки із початкового положення в задане.

Робота сили, що діє на матеріальну точку під час її руху в потенціальному полі, дорівнює різниці силових функцій в її кінцевому і початковому положеннях, (як відомо з теореми).

Отже, лише в потенціальному силовому полі елементарна робота є повним диференціалом деякої силової функції.

Під час руху матеріальної точки по замкнених траєкторіях у потенціальному силовому полі робота сил на цих траєкторіях дорівнює нулю, що підтверджується теоремою про роботу сили в потенціальному полі.

УДК 531/534(075.8)

УЗАГАЛЬНЕНИЙ ІНТЕГРАЛ ЕНЕРГІЇ

к.т.н., доцент Штефан Н.І., студентка Борисенко Є.Ю.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Розглянемо механічну систему, для якої функція Лагранжа

$$L = T - \Pi$$

залежить від часу, узагальнених координат і швидкостей, тобто

$$L = L(t, q_m, \dot{q}_m) \quad m=1, 2, \dots, n \quad (1).$$

Диференціюючи за часом функцію (1) матимемо вираз: $\frac{dL}{dt} = \sum_{m=1}^N \left(\frac{\partial L}{\partial q_m} \dot{q}_m + \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_m} \ddot{q}_m \right) + \frac{\partial L}{\partial t}$ (2). Із рівняння

Лагранжа випливає $\frac{\partial L}{\partial q_m} = \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_m}$, $m=1, 2, \dots, n$. Тоді вираз у дужках в

рівнянні (2) набере вигляду: $\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_m} \dot{q}_m + \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_m} \ddot{q}_m = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_m} \dot{q}_m \right)$ (3). З

урахуванням (2) перепишемо (3): $\frac{d}{dt} \left(\sum_{m=1}^N \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_m} \dot{q}_m - L \right) + \frac{dL}{dt} = 0$ (4). Якщо

$\frac{dL}{dt} = 0$, тобто функція Лагранжа явно від часу не залежить, то

$$\frac{d}{dt} \left(\sum_{m=1}^N \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_m} \dot{q}_m - L \right) = 0 \quad \text{і} \quad \sum_{m=1}^N \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_m} \dot{q}_m - L = h \quad (5).$$

Рівняння (5) називають *узагальненим інтегралом енергії (інтегралом Якобі)*.

Для реономної системи кінетична енергія виражається формулою $T = T_2 + T_1 + T_0$. Тоді справедливий вираз:

$$\sum_{m=1}^N \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_m} \dot{q}_m - L = \sum_{m=1}^N \left(\frac{\partial T_2}{\partial \dot{q}_m} \dot{q}_m + \frac{\partial T_1}{\partial \dot{q}_m} \dot{q}_m \right) - T_2 - T_1 - T_0 + \Pi \quad (6).$$

За теоремою Ейлера про однорідні функції: $\sum_{m=1}^N \left(\frac{\partial T_2}{\partial \dot{q}_m} \dot{q}_m \right) = 2T_2$ і

$\sum_{m=1}^N \left(\frac{\partial T_1}{\partial \dot{q}_m} \dot{q}_m \right) = 2T_1$. З урахуванням цих формул вираз (6) набуде вигляду:

$$\sum_{m=1}^N \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_m} \dot{q}_m - L = T_2 - T_0 + \Pi.$$

Використовуючи його, перепишемо формулу (5) у формі: $T_2 - T_0 + \Pi = h$

Отже, *узагальнений інтеграл енергії має місце тоді, коли сили потенціальні, а функція Лагранжа від часу не залежить.*

Для склеромних консервативних систем

$$T + \Pi = T_2 + \Pi = h$$

УДК 531/534(075.8)

ФУНКЦІЯ ГАМІЛЬТОНА ТА ЇЇ ФІЗИЧНИЙ ЗМІСТ. ІНТЕГРАЛИ РІВНЯНЬ ГАМІЛЬТОНА

к.т.н., доцент Штефан Н.І., студентка Слободянюк К.С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Для механічної системи з голономними в'язями, що перебуває під дією консервативних сил, функція Лагранжа має вигляд різниці кінетичної і потенціальної енергії системи.

Для реономної систем з потенціальними силами, коли функція Лагранжа явно від часу не залежить, функція Гамільтона збігається з узагальненим інтегралом енергії :

$$H = T_2 + \Pi - T_0 = h. \quad (1)$$

У випадку стаціонарних консервативних систем, коли кінетична енергія системи дорівнює квадратичній формі узагальнених швидкостей $(T = T_2)$, функція Гамільтона збігається з повною енергією механічної системи:

$$H = T + \Pi = E.$$

Коли функція Гамільтона не залежить від часу, то вираз (1) є інтегралом канонічної системи.

Коли функція H не залежить від часу, то для канонічної системи існує узагальнений інтеграл енергії, що виражає сталість узагальненої енергії механічної системи під час її руху:

$$H(q, p) = T_2 + \Pi - T_0 = h = \text{const}. \quad (2)$$

Другий найпростіший тип інтеграла можна дістати тоді, коли функція H не залежить від будь-якої узагальненої координати q_j .

Координата, яка не входить у вираз гамільтоніани, називається циклічною.

Якщо узагальнена координата q_j не входить у гамільтоніан $H(q, p, t)$ канонічної системи, то вона не увійде й у вираз узагальнених швидкостей, а отже, й у вираз узагальнених імпульсів.

При відомих $2k$ незалежних інтегралах системи диференціальних рівнянь першого порядку із них можна визначити узагальнені координати ті імпульси як функції часу t і $2k$ довільних сталих інтегрування.

Задача про інтегрування канонічних рівнянь зводиться до пошуку $2k$ інтегралів цих рівнянь.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 3

«МАШИНИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

1. **Ільєнко Б.К., Верхогляд В.В.**
МАЛОТОННАЖНІ УСТАНОВКИ ПЕРЕРОБКИ ВУГЛЕВОДНЕВОЇ
СИРОВИНИ..... 3
2. **Лукашова В.В., Горошко О.В.**
РОЗРАХУНОК ПОВІТРЯНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ ІЗ ЗОВНІШНІМ
ОРЕБРЕННЯМ 5
3. **Степанюк А.Р., Дорошенко В.В.**
УДОСКОНАЛЕННЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА В
СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА ГУМІНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ 7
4. **Семінський О.О., Захаров О.О.**
ТЕПЛООБМІННІ ЕЛЕМЕНТИ КОНСТРУКЦІЇ РЕАКТОРА З
ПЕРЕМІШУЮЧИМ ПРИСТРОЄМ У СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА
УДАРОМІЦНОГО ПОЛІСТИРОЛУ 9
5. **Магазій П.М., Кот О.В.**
УДОСКОНАЛЕННЯ ЗМІШУВАЧА ДЛЯ РОЗЧИНЕННЯ ГУМАТІВ
УСТАНОВКИ ОРГАННО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ..... 11
6. **Швед М.П., Кукоба С.В.**
КОКСУВАННЯ В ХІМІЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ..... 13
7. **Донець О.Є., Кушпій О.А.**
УДОСКОНАЛЕННЯ КОНДЕНСАТОРА ГАЗОФРАКЦІОНУЮЧОЇ
УСТАНОВКИ 15
8. **Семінський О.О., Мельник М.П.**
ВИБІР КОНСТРУКЦІЇ ПЕРЕМІШУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ
РЕАКТОРА-ПОЛІМЕРІЗАТОРА ПОЛІСТИРОЛУ 17
9. **Степанюк А.Р., Нагорний О.В.**
УДОСКОНАЛЕННЯ КИП'ЯТИЛЬНИКА РАФІНАТНОЇ ДІЛЯНКИ
УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ МАСТИЛА ФУРФУРОЛОМ..... 19
10. **Донець О.Є., Пітона В.В.**
ЗБІЛЬШЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТЕПЛООБМІНУ АПАРАТУ
ПОВІТРЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ 21

-
11. **Степанюк А.Р., Подолянець В. А.**
УДОСКОНАЛЕННЯ АПАРАТА ПОВІТРЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ У
СХЕМІ ОЧИЩЕННЯ МАСЛА ФУРФУРОЛОМ 23
 12. **Семінський О.О., Резнік Р.Ю.**
ОСНОВНІ ТИПИ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ, ЩО
ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ТЕПЛООБМІНУ ЗА
УЧАСТЮ ВИСОКОВ'ЯЗКИХ РІДИН 25
 13. **Корінчук Д. М., Русавський Д.А.**
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ РОБОТИ ГЕНЕРАТОРА ВИСОКОГО ТИСКУ У
АБСОРБЦІЙНОМУ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРІ ІЗ СТУПЕНЕВОЮ
РЕГЕНЕРАЦІЄЮ РОЗЧИНУ 27
 14. **Магазій П.М., Стариков А.В.**
УДОСКОНАЛЕННЯ КОЖУХОТРУБНОГО КОНДЕНСАТОРА ЛІНІЇ
ВИДІЛЕННЯ ПРОПАН-ПРОПЕНОВОЇ ФРАКЦІЇ
ВУГЛЕВОДНЕВИХ ГАЗІВ. 29
 15. **Зубрій О. Г., Шафаренко А. П.**
УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСА ДЛЯ
ПЕРЕРОБКИ ПОЛІЕТИЛЕНУ 31
 16. **Магазій П.М., Шворен О.В.**
ТЕПЛОВИЙ ЕЛЕКТРОНАГРІВАЧ ПОВІТРЯ 33
 17. **Степанюк А.Р., Ячний Я.В.**
ПАРОГЕНЕРАТОР СЕРЕДНЬОГО ТИСКУ У ТЕХНОЛОГІЧНІЙ
СХЕМІ ВІСБРЕКІНГУ 35
 18. **Бобонич І.С.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМУ ОБСЛУГОВУВАННЯ АСУ НА
ЯКІСТЬ ЇЇ РОБОТИ 37

СЕКЦІЯ 4

«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ БІОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

19. **Лукашова В.В. Ан Г.Ю.**
МАСООБМІННА КОЛОНА ДЛЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ НАФТИ 41
20. **Магазій П.М., Безгін М.М.**
ВДОСКОНАЛЕННЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА 43
21. **Гулієнко С.В., Безручко О.В.**
ПЛАСТИНЧАСТИЙ ТЕПЛООБМІННИК НА ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА
БРОВАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ 45

22. **Лукашова В.В., Валуйскова С.С.**
МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ МАСООБМІННИХ АПАРАТІВ ПРОЦЕСУ
РЕКТИФІКАЦІЇ БІНАРНОЇ СУМІШІ 47
23. **Гатілов К.О., Васильєв Р.О.**
ОСОБЛИВОСТІ КОНДЕНСУВАННЯ ПАРІВ НА ЗОВНІШНІЙ
ПОВЕРХНІ ТРУБИ 49
24. **Донець О.Є., Зубатюк В.О.**
УДОСКОНАЛЕННЯ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ У
СХЕМІ СЕЛЕКТИВНОЇ ОЧИСТКИ МАСЛЯНОЇ СИРОВИНИ
ФУРФУРОЛОМ 51
25. **Гулієнко С.В., Куценко А.І.**
ПЛАСТИНЧАСТИЙ ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ СХЕМИ
ВИРОБНИЦТВА ПИВА 53
26. **Зубрій О.Г., Левчук І.О.**
СЕПАРАТОР ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ ЕМУЛЬСІЙ 55
27. **Зубрій О.Г., Лисенко Д.М.**
КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ
БІОТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ 57
28. **Донець О.Є., Логінов К.В.**
УДОСКОНАЛЕННЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА УСТАНОВКИ
СЕЛЕКТИВНОГО ОЧИЩЕННЯ МАСЛЯНОЇ СИРОВИНИ
ФУРФУРОЛОМ 59
29. **Гатілов К.О., Сахнюк А.О.**
ОСОБЛИВОСТІ ВИПАРОВУВАННЯ ХОЛОДОАГЕНТІВ В
ВИПАРНИКАХ ЗАТОПЛЕНОГО ТИПУ 61
30. **Степанюк А.Р., Синицький О.О.**
УДОСКОНАЛЕННЯ ПАРОВОГО КОНДЕНСАТОРА У СХЕМІ
ОЧИЩЕННЯ МАСЛА ФУРФУРОЛОМ 63
31. **Гулієнко С.В., Франк О.І.**
СУШИЛЬНА ШАФА ДЛЯ СУШКИ МАТЕРІАЛІВ РОСЛИННОГО
ПОХОДЖЕННЯ 65

СЕКЦІЯ 5

«ОБЛАДНАННЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЗАОЩАДЖУЮЧИХ І ЕКОБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ХОЛОДИЛЬНИХ І ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

32. Андреев І.А., Демченко Г.В.
УДОСКОНАЛЕННЯ УСТАНОВКИ ВІБРОЕКСТРУЗІЇ
ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ 68
33. Андреев І.А., Будзинська С.М.
НОВІ КОНСТРУКЦІЇ СПІРАЛЬНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ 70
34. Собченко В.В., Богатир А.С.
ВДОСКОНАЛЕННЯ ХОЛОДИЛЬНИКА ДИСПЕРСНИХ
МАТЕРІАЛІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СУЛЬФАТУ
АЛЮМІНІЮ 72
35. Гатілов К.О., Богдан І.О.
ВИПАРНИК-СМОЛОВІДОКРЕМЛЮВАЧ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ
ОДЕРЖАННЯ ВОДНЮ ІЗ КОНВЕРТОВАНОГО ГАЗУ 74
36. Рябцев Г.Л., Зімодра К.І.
УДОСКОНАЛЕННЯ КОЛЕКТОРНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА 76
37. Собченко В.В., Конончук О.А.
ВДОСКОНАЛЕННЯ ШАХТНОЇ ПЕЧІ СПУЧЕННЯ ПЕРЛІТУ 78
38. Швед М.П., Круц О.І.
ПРОЦЕС ОТРИМАННЯ КОНЦЕНТРОВАНОЇ АЗОТНОЇ
КИСЛОТИ 80
39. Мікульонок І.О., Собченко В.В., Луценко І.В..
ВДОСКОНАЛЕННЯ АПАРАТУ СУШКИ ПЕРЛІТУ 82
40. Собченко В.В., Негода О.А.
ВДОСКОНАЛЕННЯ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОЇ РЕШІТКИ
ГРАНУЛЯТОРА КИПЛЯЧОГО ШАРУ ВИРОБНИЦТВА СУЛЬФАТУ
АЛЮМІНІЮ 84
41. Мікульонок І.О., Собченко В.В., Орайло О.Г.
УДОСКОНАЛЕННЯ РЕКУПЕРАТОРА ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОБНИЦТВА СИОПОРУ 86
42. Зубрій О.Г., Фільова М.Р.
МОДЕРНІЗАЦІЯ КИП'ЯТИЛЬНИКА СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА
ВОДНЮ З КОНВЕРТОВАНОГО ГАЗУ 88
43. Гатілов К.О., Черняк І.В.
МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ДВОСТОРОННЬОГО ВІДВЕДЕННЯ ТЕПЛА 90

44. Лукашова В.В., Шпиль І.О.		
МОДЕЛЮВАННЯ	ПРОЦЕСУ	ОХОЛОДЖЕННЯ
ПИЛОМАТЕРІАЛІВ		92

СЕКЦІЯ 6

«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ УПРАВЛІННЯ ОБЛАДНАННЯ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ВИРОБНИЦТВА»

45. Марчевський В.М., Мулярська О. М.		
НАКАТ ПЕРИФЕРИЧНИЙ		95
46. Марчевський В.М., Соломяннікова Т. М.		
НАКАТ ПЕРИФЕРИЧНИЙ		96
47. Улітько Р.М., Іванов О.О.		
ГАРЯЧИЙ ПРЕС ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ		97
48. Зайцев С.В., Апанасенко А.Ю.		
ХОЛОДИЛЬНА ЧАСТИНА КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ З РОЗРОБКОЮ ХОЛОДИЛЬНОГО ЦИЛІНДРА (ХРОМОВАНОГО)		98
49. Семінський О.О., Баранович С.О.		
ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ НАКАТУ КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ		100
50. Улітько Р. М., Буяр Є. Б.		
ПОЗДОВЖНЬО-РІЗАЛЬНИЙ ВЕРСТАТ З ОДНОВАЛЬНИМ НАКАТОМ		102
51. Мельник О.П., Головатенко В.Є.		
ПРЕСОВА ЧАСТИНА КРМ З ПОДОВЖЕНОЮ ЗОНОЮ ПРЕСУВАННЯ З РОЗРОБКОЮ МЕХАНІЗМУ ПРИТИСКАННЯ ВЕРХНЬОГО ВАЛА		104
52. Зайцев С.В., Гробовенко Я.В.		
КЛЕЙЛЬНИЙ ПРЕС З РОЗРОБКОЮ КЛЕЙЛЬНОГО ВАЛУ		105
53. Мельник О.П., Леонов О.С.		
ТРЬОХВАЛЬНИЙ ПРЕС КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ		108

54. Зайцев С.В., Макаренко А.А.	
АНАЛІЗ РОБОТИ МЕХАНІЗМУ ПРИТИСКАННЯ РУЛОНУ В ПОЗДОВЖНЬО-РІЗАЛЬНОМУ ВЕРСТАТІ.....	110
55. Новохат О.А., Мартинюк В.О.	
ПЕРША ПРИВІДНА ГРУПА СУШИЛЬНИХ ЦИЛІНДРІВ.....	112
56. Мельник О.П., Навроцький Ю.В.	
ЩІЛИННА СУКНОМИЙКА	114
57. Улітько Р.М., Носенко М.М.	
КАЛАНДР МАШИНИЙ З РОЗРОБКОЮ МЕХАНІЗМУ ПРИТИСКАННЯ ВЕРХНЬОГО ВАЛУ	116
58. Семінський О.О., Прокоп'єв М.В.	
ТЕПЛОРЕКУПЕРАЦІЙНИЙ АГРЕГАТ КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ З РОЗРОБКОЮ ТЕПЛООБМІННОЇ ЧАСТИНИ.....	118
59. Мельник О.П., Тихомиров О.М.	
ЖЕЛОБЧАТИЙ ПРЕС КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ	120
60. Петров В.В., Федорко І.І.	
МОДЕРНІЗАЦІЯ НАКАТУ ПРМ З РОЗРОБКОЮ МЕХАНІЗМУ ПРИТИСКАННЯ РУЛОНА	122
61. Новохат О.А., Яременко І.О.	
СУШИЛЬНА ЧАСТИНА ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ З РОЗРОБКОЮ ЛОЩИЛЬНОГО ЦИЛІНДРА	124

СЕКЦІЯ 7

«ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

64. Барбаш В.А., Трембус І.В., Нікітюк Ю.Я.	
ХІМІЧНИЙ СКЛАД НОВИХ ПРЕДСТАВНИКІВ НЕДЕРЕВНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ	127
65. Мовчанюк О.М., Сайчук С.А., Саволук С.О.	
ВИКОРИСТАННЯ ВОЛОКНА З УПАКОВКИ «ПЮР ПАК» ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПАПЕРУ З МАКУЛАТУРИ	128
66. Черьопкіна Р.І., Скрипка М.І., Швидкий А.М., Купріян Д.М., Щєбљова К.І.	
БІСУЛЬФІТНИЙ СПОСІБ ВАРІННЯ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ	130
67. Черьопкіна Р.І., Родюк О.В., Габ С.В., Круковець Т.С., Котюк Ю.М., Янюк О.В.	
НАПІВФАБРИКАТИ ІЗ СТЕБЛА СОНЯШНИКУ	131
68. Черьопкіна Р.І., Семенюк А.О., Меньків Р.В., Шевчук О.В., Зайка Д.С.	
НАПІВФАБРИКАТИ ІЗ СОЛОМИ РІПАКУ	132

СЕКЦІЯ 8

«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА»

69. **Штефан Н.І., Вітюк Д.С.**
ГАМІЛЬТОНОВІ ЗМІННІ ТА ФУНКЦІЯ ГАМІЛЬТОНА 134
70. **Штефан Н.І., Мітусов Р.О**
ГАМІЛЬТОНОВІ СИСТЕМИ 135
71. **Штефан Н.І., Погребна І.Д.**
ДВІ ОСНОВНІ ЗАДАЧІ В ТЕОРІЇ ПОТЕНЦІАЛЬНОГО СИЛОВОГО
ПОЛЯ..... 136
72. **Штефан Н.І., Степанюк Д.А.**
ПОТЕНЦІАЛЬНЕ СИЛОВЕ ПОЛЕ ТА СИЛОВА ФУНКЦІЯ..... 137
73. **Штефан Н.І., Борисенко Є.Ю.**
УЗАГАЛЬНЕНИЙ ІНТЕГРАЛ ЕНЕРГІЇ 138
- Штефан Н.І., Слободянюк К.С.**
ФУНКЦІЯ ГАМІЛЬТОНА ТА ЇЇ ФІЗИЧНИЙ ЗМІСТ. ІНТЕГРАЛИ
РІВНЯНЬ ГАМІЛЬТОНА..... 139

Ум. друк. арк.0,9 Формат 60x84/16

Підписано до друку 18.05.2011. Наклад 200 прим. Замовлення № 128

Віддруковано на різнографі в видавничому центрі “Принт-центр”

03056, м. Київ, вул. Політехнічна, 35

Тел./факс: 486-55-15, 332-41-10, 277-40-16

www.printc.com.ua. E-mail printc@ukr.net