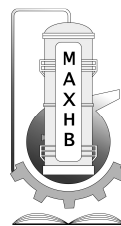


**Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"
НТУУ "КПІ"**

Інженерно-хімічний факультет



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

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

15-16 травня
Київ 2013

Збірник тез доповідей XI всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів" (15-16 травня 2013р. м. Київ) / Укладач Я.М.Корнієнко. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 146 с

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

"ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ"

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

Члени оргкомітету:
НТУУ «КПІ»

к.т.н., професор Марчевський Віктор Миколайович

к.т.н., доцент Андреєв 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

Інститут Газу НАН України

к.т.н., доцент Ільєнко Борис Кузьмич

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

Комп'ютерна верстка: Ступак С.Л.

Рекомендовано до друку
кафедрою машин та апаратів хімічних
і нафтопереробних виробництв
Протокол № 10
від 11 квітня 2013 р.

Посвідчення Українського інституту науково-технічної і економічної інформації (УкрІНТЕІ) № 799 від 11.12.2012 р.

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

УДК665.6 (083)

ПЕРЕРОБКА ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА З РОЗРАХУНКОМ ПОВІТРЯНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА

к.т.н., доц. Степанюк А.Р., студент Ларіонов Д.В.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Теплообмінні процеси відіграють важливу роль в сучасній техніці. Вони застосовуються всюди, де виникає потреба в нагріванні або охолодженні середовища. Особливо широко процеси теплообміну використовуються в нафтопереробній промисловості. Нафтопереробна промисловість України має значно нижчу ефективність у порівнянні з європейськими аналогічними виробництвами. У зв'язку з значним здорожчанням енергоресурсів гостро постає необхідність оптимізовувати наявні виробництва для підвищення їх ефективності та досягнення конкурентноздатності на міжнародному ринку.

Важливою складовою технологічної схеми переробки газового конденсату є апарат повітряного охолодження дизельної фракції.

Метою даного проекту є розрахунок і вдосконалення повітряного холодильника для інтенсифікації процесу охолодження дизельної фракції.

Для модернізації апарату, пропонується встановити засіб регулювання величини компенсуючого зусилля модульного каркасу до якого прикріплені трубні решітки, для зменшення їх деформації (Рисунок 1).

Горизонтальний апарат повітряного охолодження містить кришки 1, які кріпляться до трубних решіток 2. Бокові кришки 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 плоскими підкладками 3 та 4. Пружина 8 встановлена для прижиму каркаса до плоских підкладок та забезпечення кращої стійкості каркасу. Вентилятор 5 встановлений під трубним пучком. При температурному розширенні трубного пучка незакріплена частина може вільно переміщуватись

по плоским підкладкам 3 та 4, окрім того також відбувається переміщення бокових кришок одна відносно одної.

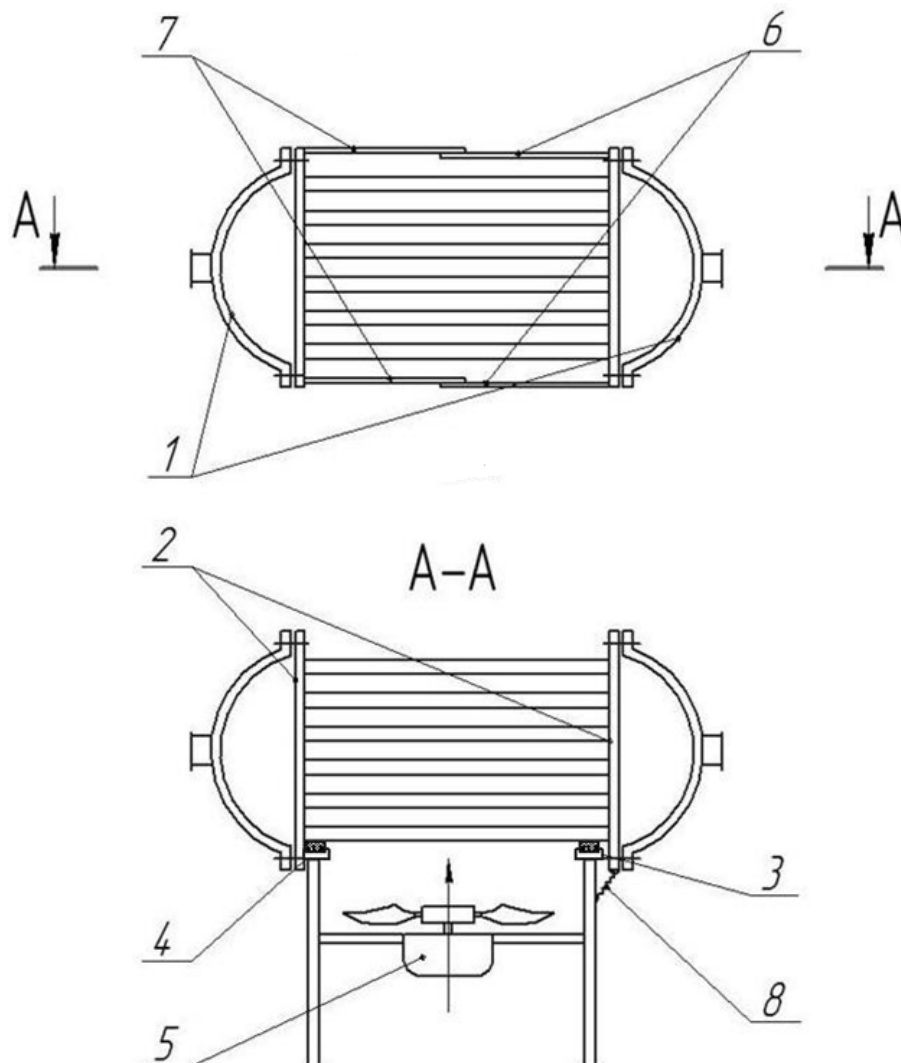


Рисунок 1.

Запропоноване технічне рішення дозволить зменшити температурне навантаження на труби і корпус повітряного холодильника, що дозволить збільшити міжремонтний цикл.

Перелік посилань:

1. Справочник нефтепереработчика/Г.А. Ластовкин, Е.Д. Радченко, М.Г. Рудина. –Л.: Химия, 1986. – 648 с., ил.
2. Бондаренко Б.І. «Альбом технологічних схем процесів переробки нафти і газу» Москва, «Химия»,1983 р.

УДК 665.637.64

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕПЛООБМІННИКА БЛОКУ ПОПЕРЕДНЬОГО НАГРІВУ СИРОВИНИ УСТАНОВКИ ВІСБРЕКІНГУ

асистент Гулієнко С. В., студент Мітусов Р.О.
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Технологічна схема процесу вісбрекінгу дає змогу отримувати корисні речовини з кінцевих продуктів перегонки нафти. Таким чином зменшується вихід гудронів після переробки вхідної нафти.

Метою роботи є вдосконалення теплообмінника, в якому нове виконання труб дозволило б зменшити гідравлічний й опір і збільшити інтенсивність теплообміну в міжтрубній зоні за рахунок збільшення площі з боку меншого коефіцієнта тепловіддачі, відповідно до формули (1):

$$Q = kF\Delta t = \left(\frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 F} + \frac{\delta}{\lambda F} + \frac{1}{\alpha_2 F}} \right) \Delta t \quad (1)$$

де: Q – тепловий потік;

k - коефіцієнт теплопередачі;

F - площа поверхні теплообміну;

Δt - різниця температур;

α_1 - менший коефіцієнти тепловіддачі;

α_2 - більший коефіцієнти тепловіддачі;

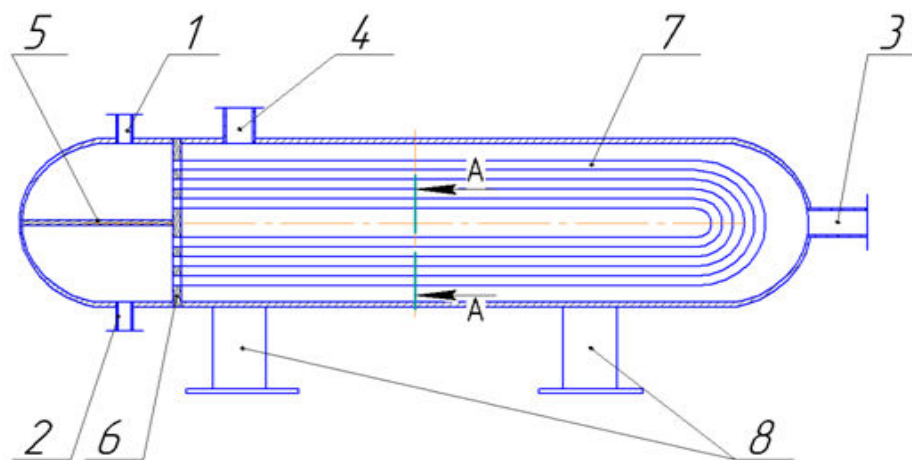
λ - теплопровідність стінки;

δ - товщина стінки.

Поставлена задача вирішується тим, що в теплообміннику, теплообмінні труби мають повздовжні канавки, які в перерізі мають форму сегмента.

Виконання повздовжніх канавок, дозволяє збільшити інтенсивність теплообміну в між трубній зоні за рахунок турбулізації потоку і збільшення площі поверхні теплообміну. Крім того, усувається необхідність складної системи перегородок, що дозволяє зменшити гідравлічний опір.

Схема конструкції пояснюється на рисунку 1. На рисунку 2. – розріз А-А рисунку 1.



1-патрубок вводу трубного середовища; 2-патрубки виводу між трубного середовища; 3-патрубок вводу між трубного середовища; 4-патрубок виводу між трубного середовища; 5-перегородка; 6-трубна решітка; 7-U - подібні труби; 8- опори.

Рисунок 1 - Схема конструкції горизонтального парогенератору.

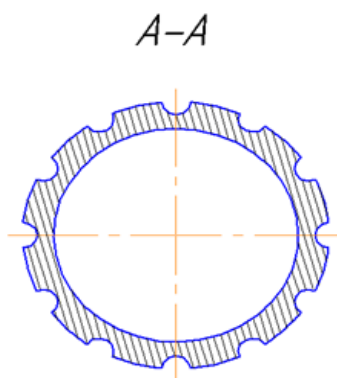


Рисунок 2- Розріз А-А труби теплообмінника.

Перелік посилань:

1. Мартыненко О. Г. Справочник по теплообменникам / Мартыненко О. Г. – М.: Энергоатомиздат, 1987 – Т. 2. – 352 с.
2. Г. А. Ластовкин, Е. Д. Радченко, М. Г. Рудина, "Справочник нефтепереработчика", Л., 1986-649с.

УДК665.6 (083)

УСТАНОВКА ГІДРООЧИСТКИ БЕНЗИНОВОЇ ФРАКЦІЇ З ОБРАХУНКОМ І УДОСКОНАЛЕННЯМ ТЕПЛООБМІННИКА

к.т.н., доц. Швед М.П., студентка Степанюк Д.А.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

На сьогоднішній день, однією з головних проблем в Україні є виробництво якісних світлих нафтопродуктів, і, зокрема процес гідроочистки. Основною метою процесу гідроочистки є зменшення сірчистих, азотистих і металоорганічних сполук у нафтових дистилятах та виділення ароматичних вуглеводнів. При гідроочистці відбувається розкладання органічних речовин, які містять сірку і азот. Вони реагують з воднем, який циркулює у системі.

Промислові процеси засновані на контактуванні нафтових дистилятів з активними каталізаторами, переважно алюмокобальтмолібденовими і алюмонікельмолібденовими. Процес відбувається за умов, при яких 95—99 % мас. вихідної сировини перетворюється на очищений продукт (гідрогенізатор). Каталізатор періодично необхідно регенерувати.

Отже модернізація теплообмінника в такій установці є не тільки важлива, а й необхідна для підвищення ефективності. Для того щоб уникнути модернізації всього апарату в цілому, пропонується модернізувати трубчастий елемент, що суттєво зекономить витрати.

Реалізація способу дає змогу забезпечити більший коефіцієнт тепловіддачі, що дає змогу покращити теплообмін в даному процесі.

Таким чином, збільшення кількості переданої теплової енергії, можна домогтися, збільшуючи коефіцієнт теплопередачі, і якщо така можливість вже вичерпана, то за рахунок збільшення площі поверхні теплообміну (оребріння) з боку меншого коефіцієнта тепловіддачі, відповідно до формули (1):

$$Q = kF\Delta t = \left(\frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 F} + \frac{\delta}{\lambda F} + \frac{1}{\alpha_2 F}} \right) \Delta t \quad (1)$$

де: Q – тепловий потік;

k - коефіцієнт теплопередачі;

F - площа поверхні теплообміну;

Δt - різниця температур;

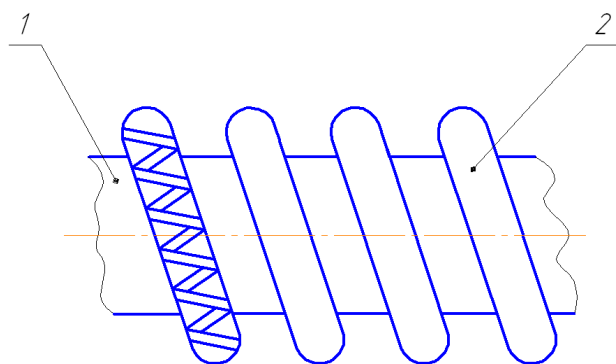
α_1 - менший коефіцієнти тепловіддачі;

α_2 - більший коефіцієнти тепловіддачі;

λ - теплопровідність стінки;

δ - товщина стінки.

Прямокутний переріз дроту пружини оребрення обраний, виходячи з оптимального співвідношення між теплопровідністю оребрення та інтенсивністю тепловіддачі. Крок пружини та крок спіралі пружини обираються виходячи з оптимального співвідношення інтенсивності тепловіддачі і площі поверхні теплообміну.



1 – труба, 2- зовнішнє оребрення.

Рисунок 1 – Трубчастий елемент теплообмінника з намотаною дротяною пружиною

Робота трубчастого елемента теплообмінника полягає у наступному: рідина з вищим коефіцієнтом тепловіддачі рухається в середині трубчастого елемента, а рідина з нижчим коефіцієнтом тепловіддачі рухається з зовні труби і омиває збільшену поверхню трубчастого елемента, вирівнюючи теплові потоки з обох боків трубчастого елемента.

Таким чином запропонована модернізація забезпечує кращу інтенсивність процесу теплопередачі.

Перелік посилань:

1. Справочник нефтепереработчика/Г.А. Ластовкин, Е.Д. Радченко, М.Г. Рудина, 1986-163с.

УДК 665.637.64

**УДОСКОНАЛЕНИЙ ТЕПЛООБМІННИК
СЕКЦІЇ ГІДРООЧИСТКИ ПРЯМОГОННОГО ДИЗПАЛИВА**

асистент Гулієнко С. В., студент Гапонюк М. М.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Неможливо недооцінити важливість нафтопродуктів, які у наш час є однією з найнеобхідніших людству промислових сировинних баз. Важливу роль відіграє паливо, зокрема газойлева фракція сирової нафти. Але ринкові умови виключають можливість використання прямогонного палива, яке не відповідає сучасним стандартам якості. Вирішенням даної проблеми є використання методу гідроочищення палива.

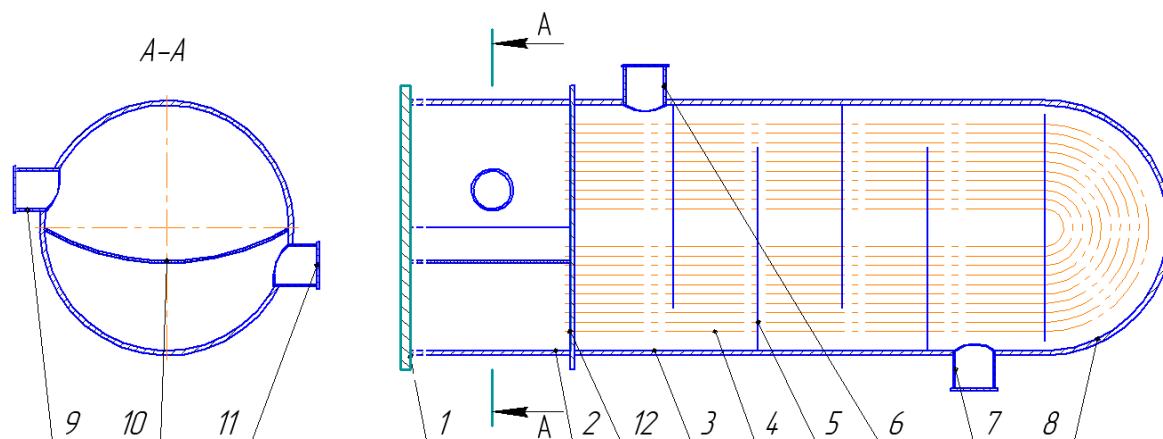
В зв'язку з високою в'язкістю нафтопродуктів, та високими тисками, які необхідні для проведення хімічних процесів (наприклад реакції гідроочищення), в таких виробництвах теплообмінні апарати мають працювати при підвищених тисках (0,6 – 4 МПа). Робота апаратів в таких умовах вимагає підвищення уваги до їх міцності та надійності. Тому при модернізації теплообмінних апаратів необхідно використовувати новітні технічні рішення, які б забезпечували надійну роботу апаратів в зазначених умовах

В основу корисної моделі покладено задачу вдосконалення теплообмінника в якому нове конструктивне виконання вхідного штуцера дозволить уникнути швидкого зносу розподільчої перегородки внаслідок ерозії, а отже підвищити надійність і довговічність теплообмінника.

Поставлена мета вирішується тим, що в теплообміннику, що містить трубний пучок з U-подібними трубами, опукле днище, плоску кришку, вигнуту розподільчу перегородку, згідно корисної моделі, що пропонується, новим є те, що вхідний штуцер розташований тангенційно.

Вигнута розподільча перегородка забезпечує герметичність з'єднань та рух теплоносія крізь трубний пучок. Тангенційний вхід рідини дозволяє усунути руйнування перегородки у наслідок ерозії.

Корисна модель пояснюється кресленням (Рисунок 1).



- 1 - плоска кришка, 2 - розподільча камера, 3 - обичайка, 4 - трубний пучок,
5 - перегородки, 6 - вхідний штуцер міжтрубного простору, 7 - вихідний штуцер міжтрубного простору, 8 - днище, 9 - вхідний штуцер трубного простору,
10 - вигнута пластина, 11 - вихідний штуцер трубного простору,
12 - трубна решітка.

Рисунок 1 Принципова модель теплообмінника.

Перелік посилань:

1. Г. А. Ластовкин, Е. Д. Радченко, М. Г. Рудина, "Справочник нефтепереработчика", Л., 1986-649с.
2. Patent № 2011/0290460 A1 US IPC (2006.01) F28D 1/047, Multipass tubular heat exchanger and associated pass partition plate, channel cover, and methods / Jaan Taagepera; Les Jackowski.- Chevron U.S.A. Inc., Dec. 1, 2011.

УДК 665.637.64

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕПЛООБМІННИКА
БЛОКУ СЕПАРАЦІЇ ГПС ТА АМІНОВОЇ ОЧИСТКИ ВВГ**

асистент Гулієнко С. В., студент Вітюк Д. С.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Неможливо недооцінити важливість нафтопродуктів, які у наш час є однією з найнеобхідніших людству промислових сировинних баз. Важливу роль відіграє паливо, зокрема газойлева фракція сирої нафти. Але ринкові умови виключають можливість використання прямогонного палива, яке не відповідає сучасним стандартам якості. Вирішенням даної проблеми є використання методу гідроочистки палива.

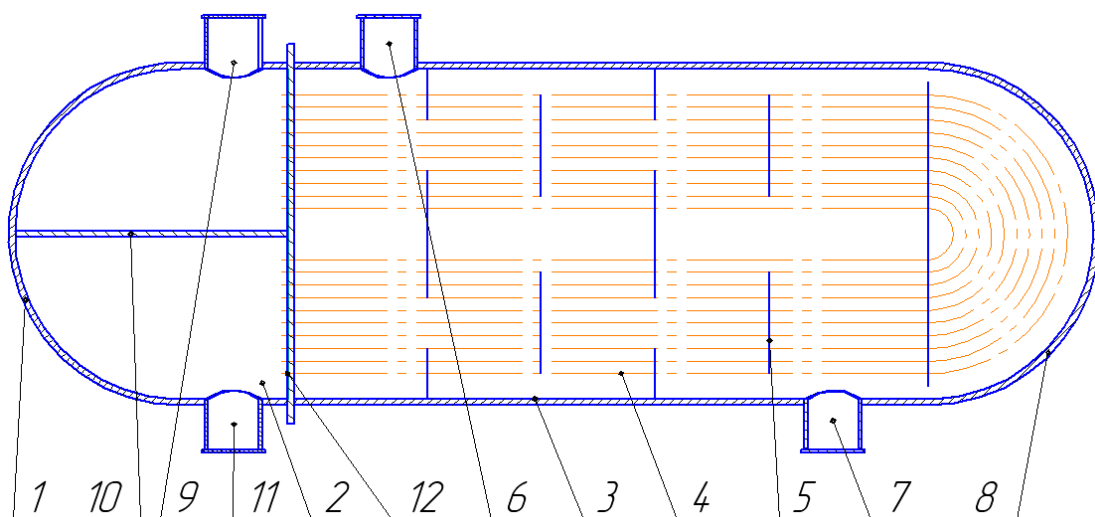
В зв'язку з високою в'язкістю нафтопродуктів, та високими тисками, які необхідні для проведення хімічних процесів (наприклад реакції гідроочищення), в таких виробництвах теплообмінні апарати мають працювати при підвищених тисках (0,6 – 4 МПа). Робота апаратів в таких умовах вимагає підвищення уваги до їх міцності та надійності. Тому при модернізації теплообмінних апаратів необхідно використовувати новітні технічні рішення, які б забезпечували надійну роботу апаратів в зазначених умовах.

В основу корисної моделі покладено задачу вдосконалення теплообмінника в якому нове конструктивне виконання перегородок міжтрубного простору дозволить підвищити ступінь турбулізації потоку без додаткових втрат тиску.

Поставлена мета вирішується тим, що в теплообміннику, що містить трубний пучок з U-подібними трубами, опукле днище, кришку, перегородки міжтрубного простору, згідно корисної моделі, що пропонується, новим є те, що перегородки міжтрубного простору виконані у вигляді концентричних кілець різних розмірів.

Перегородки у вигляді концентричних кілець забезпечують відсутність застійних зон у міжтрубному просторі.

Корисна модель пояснюється кресленням (Рисунок 1).



- 1 - кришка, 2 - розподільча камера, 3 - обичайка, 4 - трубний пучок,
5 - кільцеві перегородки, 6 - вхідний штуцер міжтрубного простору,
7 - вихідний штуцер міжтрубного простору, 8 - днище,
9 - вхідний штуцер трубного простору, 10 - розподільча пластина,
11 - вихідний штуцер трубного простору, 12 - трубна решітка.

Рисунок – 1. Модель теплообмінника

Перелік посилань:

1. Г. А. Ластовкин, Е. Д. Радченко, М. Г. Рудина, "Справочникнефтепереработчика", Л.,1986-649с.
2. Patent № 2010/0282451 A1 US IPC (2006.01) F28F 9/013, Heat exchanger apparatus / Krishna P. Singh; Ranga Nadig, Nov. 11, 2010.

УДК665.6 (083)

**ПОВІТРЯНИЙ ХОЛОДИЛЬНИК В УСТАНОВЦІ
КАТАЛІТИЧНОГО КРЕКІНГУ**

студент Нишук М.П., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Каталітичний крекінг є провідним процесом нафтопереробки. Завдяки йому глибина кваліфікованого використання нафти сягає 80-85 % у країнах Західної Європи і перевищує 90 % у США. Каталітичний крекінг виник як подальший розвиток термічного крекінгу, вперше впровадженого у промисловість у 1912 р. Як відомо, основне призначення – збільшення виробництва бензинів за рахунок гасово-газойлевих фракцій нафти, вакуумних дистилатів і важких нафтових залишків.

У нафтопереробній промисловості отримали велике поширення повітряні холодильники і конденсатори-холодильники різних технологічних потоків. Застосування апаратів повітряного охолодження (АПО) дає ряд експлуатаційних переваг, головними серед яких є економія охолоджувальної води та зменшення кількості стічної води, скорочення витрат праці в чистку апарату через відсутність накипу і сольових відкладів, зменшення витрат на організацію обігового водопостачання технологічних установок. Трубки в АПО застосовуються з зовнішнім спіральним оребренням, у результаті істотно поліпшується теплопередача. Інтенсифікація теплообміну за допомогою оребрення поверхні труб можна досягти лише за умов хорошого підведення тепла від стінок труб до ребрах, що забезпечується виготовленням ребристих труб з матеріалів з великим коефіцієнтом теплопровідності чи виготовленням ребристих труб з бі-метала, причому матеріал ребер повинен мати більший коефіцієнт теплопровідності, ніж матеріал труби.

Недоліком відомого пристрою є низька надійність в роботі, тривалість і дорожня експериментально-доводочних робіт. Окрім того, трубчатка може

вібрувати під дією потоку в міжтрубному просторі, величина вібрацій (частота, амплітуда) важко піддаються розрахунку. Тому при створенні нових теплообмінників доводиться дослідним шляхом підбирати для кожного з них кількість перегородок по довжині пучка, відстань між перегородками.

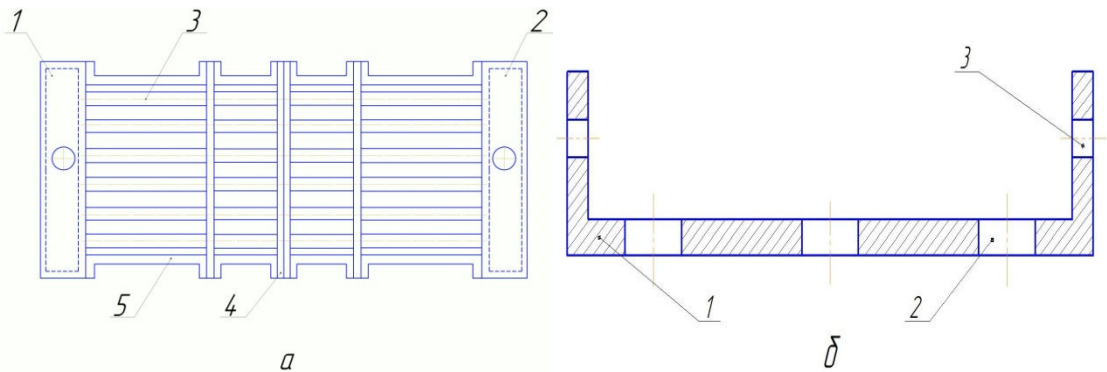


Рисунок 1.а - теплообмінна секція ; б – дистанційна "П"-образна вставка;

З метою усунення цього недоліку теплообмінні труби в пучку з'єднані між собою пластинами, перфорованими отворами для проходу труб через них, встановленими з можливістю перестановки по довжині пучка і фіксації їх розташування за допомогою "П"-образних дистанційних вставок, з отворами для кріплення, які унеможливають самостійну роз'ємність конструкції під час роботи, що встановлені між пластинами з двох сторін пучка і з'єднаних з пластинами (Рисунок 1.а,б).

Теплообмінна секція (Рисунок 1.а) містить два колектори 1, 2 і пучок теплообмінних труб 3 між ними. Труби 3 в пучку з'єднані між собою пластинами 4, які фіксуються за допомогою "П"-образних дистанційних вставок 5.

"П"-образна проставка (Рисунок 1.б) складається з вставки 1, перфорованих отворів 2 та отворів для їх кріплення 3.

Перелік посилань:

1. Справочник нефтепереработчика/Г.А. Ластовкин, Е.Д. Радченко, М.Г. Рудина, 1986-163с.

УДК 661.938

КОНДЕНСАТОР У СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА АМІАКУ

студ. Погребна І.Д., студ. Коваленко Д.В., асистент Михальчук О. Д.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Конденсатор (лат. *condenso* - ущільнюю, згущую) - теплообмінний апарат для конденсації (перетворення на рідину) пари речовини шляхом охолодження. Для конденсації пари речовини необхідно відвести від кожної одиниці його маси теплоту, рівну питомій теплоті конденсації.

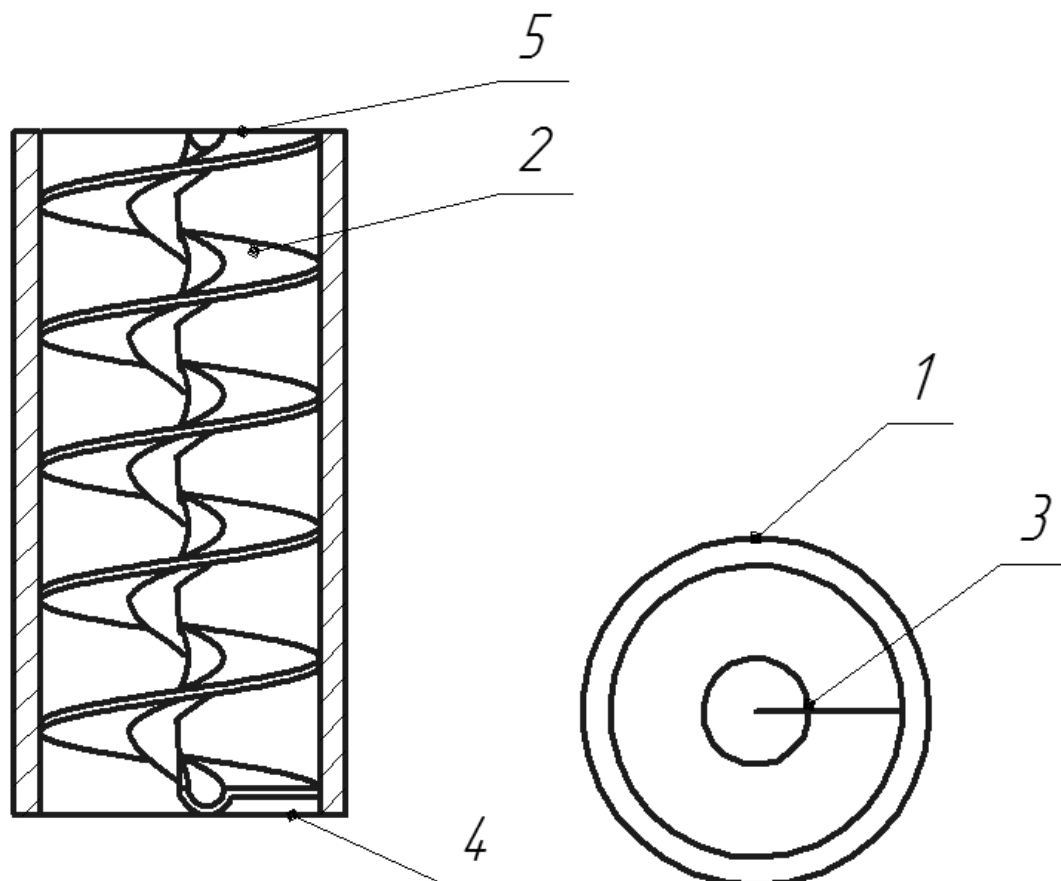
Надійна робота агрегату виробництва аміаку великої одиничної потужності (1360 тон/доб) можлива тільки у тому випадку, якщо постійно підтримується висока виробнича дисципліна, забезпечена відповідна міра надійності роботи усієї апаратури і устаткування, своєчасно і якісно проводяться планово-запобіжні ремонти. Найбільша ефективність синтезу аміаку досягається при оптимізації таких параметрів процесу, як тиск, температурний режим, об'ємна швидкість, склад газу, що подається в реактор синтезу аміаку, а також ефективного відведення конденсату з конденсатора [1].

Конденсатор є невід'ємною частиною технологічного процесу, оскільки у ньому відбувається процес виділення аміаку з азотоводнової суміші. Це означає, що ефективність всього процесу синтезу, буде базуватися на якості та надійності роботи конденсатора.

Метою роботи є модернізація та проектування конденсатора у схемі виробництва аміаку. За основу було взято конденсатор з протитечією (принцип роботи якого полягає у тому, що газ подається по трубі з низу до верху, а конденсат під дією сили гравітації стікає вниз) [2]. Було запропоноване вдосконалення, в основу якого поставлена задача за рахунок зменшення термічного опору плівки конденсату в трубі досягти зручного та надійного відведення конденсату, а також інтенсифікувати теплообмін при конденсації пари у внутрішньому поздовжньому каналі теплообмінної труби.

Поставлена задача вирішується тим, що теплообмінна труба конденсатора має зовнішню поверхню охолодження та внутрішній поздовжній канал з входним та вихідними кінцями, утворений поверхнею конденсації, згідно з корисною моделлю, труба додатково оснащена спіральною вставкою, яка має жолоб, що контактує з внутрішнім поздовжнім каналом.

На рисунку 1 зображена теплообмінна труба у перерізі та теплообмінна труба вид зверху.



1- зовнішня поверхня охолодження, 2- спіральної вставки, 3- жолоб спіральної вставки, 4,5- вихідним та вхідним кінцями відповідно.

Рисунок 1- теплообмінна труба у перерізі та її вид зверху

Отже, запропонована конструкція теплообмінної труби забезпечує ефективний збір та відведення конденсату, що в свою чергу дозволяє підтримувати високу продуктивність процесу. У ході роботи було зроблено параметричний розрахунок апарата, та вибрано оптимальну конструкцію конденсатора.

Перелік посилань:

- 1 Теплоаеродинамічна ефективність гвинтоподібних труб з рівно розвинутою поверхнею / Л.В. Демчук, В. А. Рогачов, О. М. Терех, О.І. Руденко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - № 5/8 (53). – 2011.
- 2 Мартыненко О. Г. Справочник по теплообменникам / Мартыненко О. Г. – М.: Энергоатомиздат, 1987 – Т. 2. – 352 с.

УДК665.6(083)

**МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ
ВУГЛЕВОДНІВ C1-C6 З РОЗРОБКОЮ ПОВІТРЯНОГО
ХОЛОДИЛЬНИКА**

к.т.н., доц. Степанюк А.Р., студент Істратенков О.С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

У нафтопереробної промисловості отримали велике поширення повітряні холодильники і конденсатори-холодильники різних технологічних потоків. Застосування апаратів повітряного охолодження (АПО) дає ряд експлуатаційних переваг, головними серед яких є економія охолоджувальної води та зменшення кількості стічної води, скорочення витрат праці в чистку апарату через відсутність накипу і сольових відкладів, зменшення витрат на організацію обігового водопостачання технологічних установок. Трубки в АПО застосовуються з зовнішнім спіральним оребренням, у результаті істотно поліпшується теплопередача. Інтенсифікація теплообміну за допомогою оребрення поверхні труб можна досягти лише за умов хорошого підведення тепла від стінок труб до ребрах, що забезпечується виготовленням ребристих труб з матеріалів з великим коефіцієнтом теплопровідності чи виготовленням ребристих труб з бі-метала, причому матеріал ребер повинен мати більший коефіцієнт теплопровідності, ніж матеріал труби.

Недоліком відомих теплообмінників є недостатньо висока ефективність його роботи через використання круглих труб з оребренням.

В основу корисної моделі покладено покращення передачі тепла теплообмінником повітряного охолодження шляхом встановлення сплюснутих трубок під кутом до потоку повітря.

Теплоносій, що охолоджується, поступає в теплообмінні труби (2), проходить по ним, обмінюючись при цьому теплом з повітрям через стінки труб

(Рисунок 1,2).

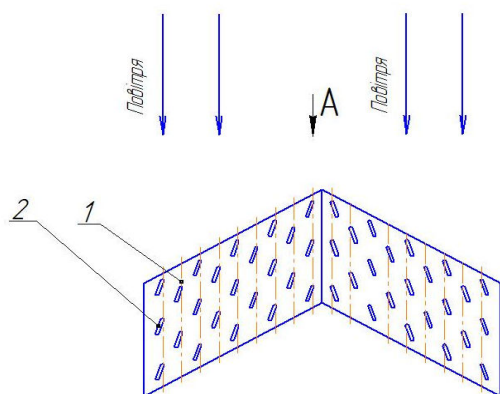


Рисунок 1

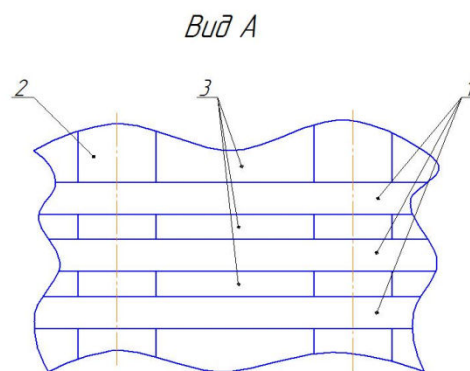


Рисунок 2

Охолоджуюче повітря проходить по повітряних каналах (3), створених трубами (1) і перегородками (2). Проходячи між трубами (1), що розташовані у шаховому порядку, потік повітря турбулізується, за рахунок чого зменшується площа застійних зон і збільшується площа теплообміну.

Перелік посилань:

1.Справочник нефтепереработчика: Справочник Под ред. Г.А. Ластовкина, Е.Д. Радченко и М.Г. Рудина. — Л.: Химия, 1986. — 648 с.

2.К.Ф.Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологи. Учебное пособие для вузов/ Под ред. чп.- корр. АН СССР П.Г.Романкова. -10-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1987.-576с.

УДК 678.057.3

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОЛІМЕРНИХ ТРУБ З РОЗРОБКОЮ ПОВІТРЯНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА

студент Пісковий Д.С., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

В умовах промислового виробництва труби із термопластів в більшості випадках виготовляють способом екструзії. В якості вихідної сировини при виробництві труб із поліолефінів використовують полімер в гранульованому виді, а для труб із полівінілхлорида – суміші на основі ПВХ у вигляді порошка, пластинок неправильної форми, агломерата і гранул.

Для охолодження виробів використовують водяні ванни. Нагріту води, у свою чергу, доцільно охолоджувати у повітряних холодильниках. Застосування апаратів повітряного охолодження (АПО) дає ряд експлуатаційних переваг, головними серед яких є економія охолоджувальної води та зменшення кількості стічної води, скорочення витрат праці в чистку апарату через відсутність накипу і сольових відкладів, зменшення витрат на організацію обігового водопостачання технологічних установок.

Недоліком даного теплообмінника повітряного охолодження є недостатньо висока ефективність його роботи через великий гідравлічний опір апарату та збільшення площі теплообміну за рахунок того, що труби розташовані в шахматному порядку і утворюють застійні зони.

З метою усунення цього недоліку встановлюються сплюснуті труби в коридорному порядку та V-подібні турбулізатори паралельно потоку повітря. Так як труби розвернуті до потоку меншим боком, гідравлічний опір апарату зменшується, а за рахунок V-подібних турбулізаторів збільшується площа теплопередачі (Рисунок 1.а,б).

Теплоносії, що охолоджується, поступає в сплюснуті труби (Рисунок 1.а,б) (1), проходить по ним, обмінюючись при цьому теплом з повітрям через стінки труб. Охолоджує повітря проходить по повітряних

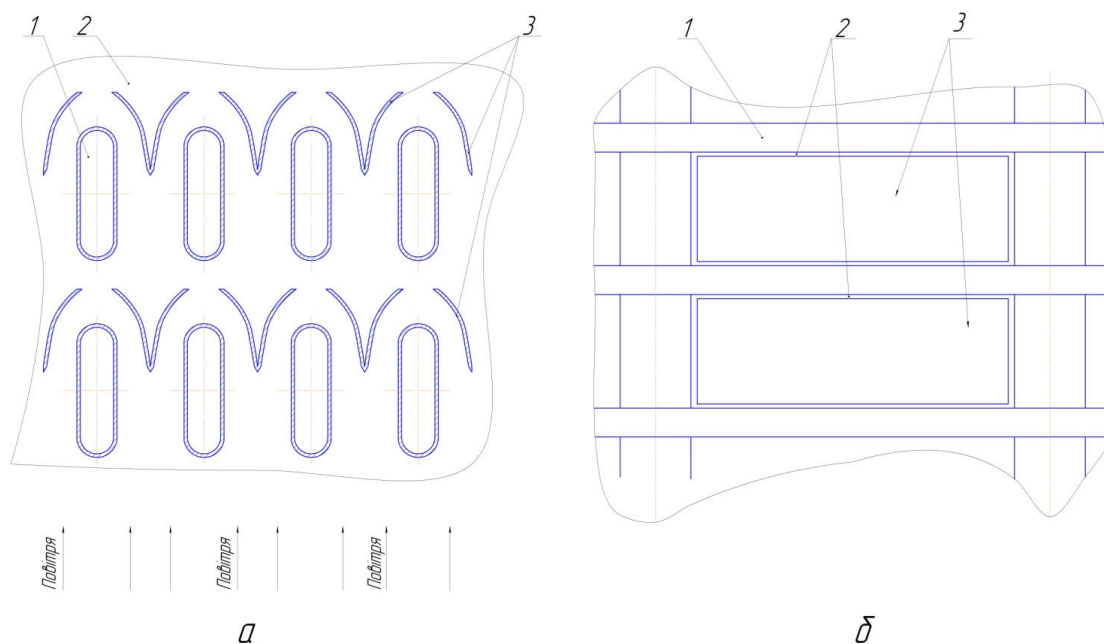


Рисунок 1

каналах (2), створених сплюснутими трубами (1), та V-подібними турбулізаторами (3) і перегородками (2). Проходячи між сплюснутими трубами (1), що розташовані паралельними рядами та V-подібними ткрбулізаторами (3), що розташовані в коридорному порядку, потік повітря турбулізується, при чому за рахунок того, що труби встановлено до потоку меншим боком, зменшує гідравлічний опір. V- подібні турбулізатори встановлені, так щоб потік повітря подавався на кінці сплюснутих труб, зменшується розмір застійних зон, тобто збільшується площа теплопередачі. Використання винаходу дозволяє створити компактні теплообмінники транспортних і енергетичних установок.

Перелік посилань:

1.К.Ф.Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологи. Учебное пособие для вузов/ Под ред. чп.- корр. АН СССР П.Г.Романкова. -10-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1987.-576с.

УДК665.6 (083)

**ПОВІТРЯНИЙ ХОЛОДИЛЬНИК ДЛЯ
ГАЗОФРАКЦІОНУЮЧОЇ УСТАНОВКИ**

к.т.н., доц. Швед М.П., студент Любека А.М.

Національний технічний університет України

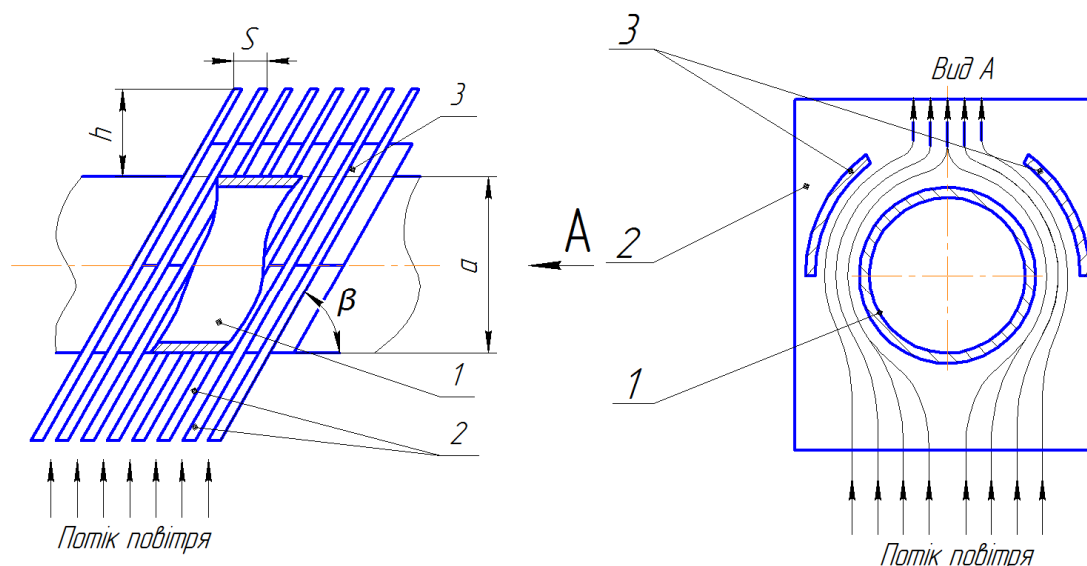
"Київський політехнічний інститут"

Процес газофракціонування призначений для отримання з нафтових газів низькомолекулярних вуглеводнів С1-С6. Джерелом легких вуглеводнів на нафтопереробних заводах є гази, розчинені в нафті і які виділяються при первинній перегонці на атмосферно трубчатих установках і утворюються в термодеструктивних або каталітичних процесах переробки нафтової сировини, а також газової стабілізації нестабільних бензинів.

У нафтопереробній промисловості отримали велике поширення повітряні холодильники і конденсатори-холодильники різних технологічних потоків. Застосування апаратів повітряного охолодження (АПО) дає ряд експлуатаційних переваг, головними серед яких є економія охолоджувальної води та зменшення кількості стічної води, скорочення витрат праці в чистку апарату через відсутність накипу і сольових відкладів, зменшення витрат на організацію обігового водопостачання технологічних установок. Трубки в АПО застосовуються з зовнішнім спіральним оребренням, у результаті істотно поліпшується теплопередача. Інтенсифікація теплообміну за допомогою оребрення поверхні труб можна досягти лише за умов хорошого підведення тепла від стінок труб до ребрах, що забезпечується виготовленням ребристих труб з матеріалів з великим коефіцієнтом теплопровідності чи виготовленням ребристих труб з бі-метала, причому матеріал ребер повинен мати більший коефіцієнт теплопровідності, ніж матеріал труби.

Метою роботи є покращення теплоенергетичних характеристик теплообмінника повітряного охолодження, забезпечення ефективного використання будівельних площ, внаслідок створення умов сприятливого

обтікання труб круглого перерізу потоком повітря чи газу. Поставлена мета досягається тим, що у відомих конструкціях апаратів з повітряним охолодженням, які містять теплообмінні секції з трубчасто-ребристими пучками які складені у вигляді шатра. Ребра, що закріплені на трубах у будь який спосіб, мають нахил до вісі труби $\beta=45^\circ/60^\circ$.



1-труба, 2-пластина 3-направляючі відступи

Рисунок 1

Але потік повітря, що омиває такі труби створює за певних умов в кормовій частині труби застійні зони, що зменшують інтенсивність теплообміну.

З метою усунення цього недоліку пропонується встановити в кормовій частині направляючі виступи. Тоді потік повітря омиває і застійні зони. Таким чином усувається негативна дія застійних зон на заданій поверхні труби і збільшується інтенсивність тепловіддачі.

Перелік посилань:

1. Справочник нефтепереработчика/Г.А. Ластовкин, Е.Д. Радченко, М.Г. Рудина, 1986-163с.

УДК 665.63 (075.8)

УДОСКОНАЛЕННЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ ПІДГРІВУ БЕНЗОЛУ

УСТАНОВКИ ГІДРОГЕНІЗАЦІЙНОЇ ОЧИСТКИ

к.т.н., доц. Степанюк А.Р. , студент Слободянюк К.С.

Національний технічний університет України

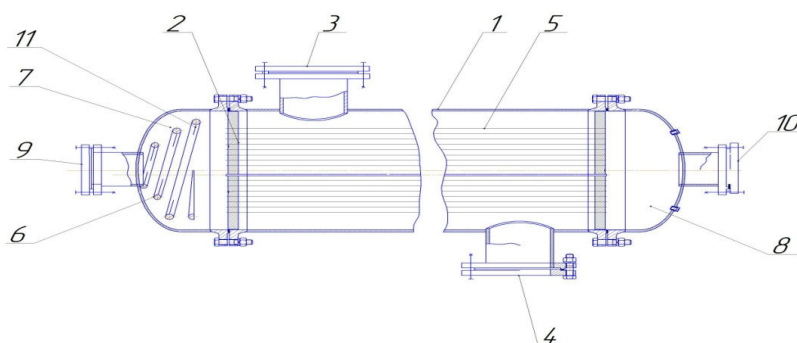
«Київський політехнічний інститут»

Гідроочистка нафтових дистилатів одна із найпоширеніших процесів, особливо в переробці сірчаних і високосірчаних нафт. Основною метою гідроочищення нафтових дистилатів є зменшення сірчаних, азотистих і металоорганічних сполук.

Промислові процеси засновані на контакті нафтових дистилатів з активними каталізаторами, переважно алюмокобальтмолібденовими і алюмонікельмолібденовими.

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 – обичайка, 2 – трубні решітки, 3,4 – штуцери, 5 – пучок труб, 6 – конічна пружина, 7,8 – кришки, 9,10 – штуцери, 11 – лопатки.

Рисунок 1 – Теплообмінник кожухотрубний

Кожухотрубний теплообмінник складається з циліндричної обичайки 1, до якої приварені трубні решітки 2, у яких закріплено пучок труб 5, за допомогою болтового з'єднання до трубних решіток кріпляться кришки 7 та 8 з звареними штуцерами 3 і 4 для підведення і відведення рідини, на штуцері 9 закріплена конічна пружина 6 та розміщені на ній лопатки 11, яка під дією потоку переміщується, і одночасно перемішує середовище, таким чином відбувається інтенсивна турбулізація потоку та перемішування.

Рідина, що нагрівається, подається через штуцер 9 на закріплену пружину 6 та розміщені на ній лопатки 11. Конічна пружина під дією потоку переміщується, і одночасно перемішує середовище, таким чином відбувається інтенсивна турбулізація потоку та перемішування. Гріюче середовище подається у міжтрубний простір через штуцер 3, а відводиться через штуцер 4.

Перелік посилань:

1. Бондаренко Б.І. «Альбом технологічних схем процесів переробки нафти і газу» Москва, «Химия», 1983 р.
2. Справочник нефтепереработчика/Г.А. Ластовкин, Е.Д. Радченко, М.Г. Рудина. – Л.: Химия, 1986.- 648 с.,ил.

УДК665.637.64

**ПОВІТРЯНИЙ ХОЛОДИЛЬНИК В КОМБІНОВАНІЙ
УСТАНОВЦІ АТМОСФЕРНОЇ ТА ВАКУУМНОЇ КОЛОН З
ТРУБЧАСТИМИ ПЕЧАМИ ДВОКРАТНОГО ВИПАРОВУВАННЯ
НАФТИ**

студент Глушець Д.Г, асистент Мельник О.П.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Нафтова і газова промисловість України займає одне з чільних місць у Європі за запасами корисних копалин. Початкові потенційні видобувні ресурси України нафти і газового конденсату – 1706 млн. т. У цьому початкові потенційні ресурси вуглеводів суші становлять 6886 млн. т. й у морських акваторіях – 1532 млн. т. На 1 січня 2004 р. у надрах України видобуто нафти з конденсатом порядку 3,5 млн. т., газу порядку 17 млрд. м³. Цілком зрозуміло, що у кризових умовах, у яких перебуває наша держава, це дуже складна проблема. Тому для переробки нафти доцільно використати комбіновану установку атмосферно вакуумної колони з трубчастими печами (АВТ).

Апарати повітряного охолодження через свою універсальності і економічності мають досить широку сферу застосування. Вони працюють в установках синтезу аміаку, крекінгу і реформінгу вуглеводнів, у виробництві метанолу, хлорорганічних продуктів, у виробництві метанолу і багатьох інших.

Недоліком даного теплообмінника повітряного охолодження є недостатньо висока ефективність його роботи через утворення застійних зон.

Тому запропонована наступна модернізація: теплоносій, що охолоджується, поступає в теплообмінні труби (2), проходить по ним, обмінюючись при цьому теплом з повітрям через стінки труб (рисунк 1, 2). Охолоджуюче повітря проходить по повітряних каналах (3), створених трубами (1) і груповими ребрами (2) та індивідуальними ребрами (4).

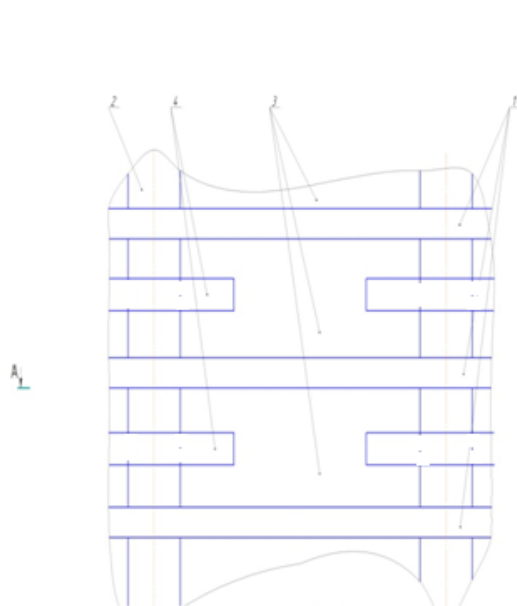


Рисунок 1

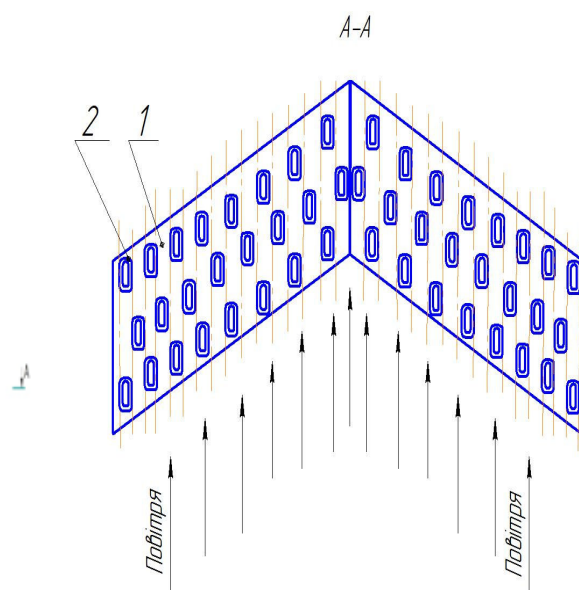


Рисунок 2

Проходячи між трубами (1), що розташовані у шаховому порядку, потік повітря турбулізується, при чому за рахунок того, що труби встановлено до потоку меншим боком, зменшується гідравлічний опір. Використання винаходу дозволяє створити компактні теплообмінники транспортних і енергетичних установок.

Перелік посилань:

1. К.Ф.Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов/ Под ред. чп.- корр. АН СССР П.Г.Романкова. -10-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1987.-576с.

УДК 665.642.26

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ РЕБОЙЛЕРА УСТАНОВКИ КАТАЛІТИЧНОГО КРЕКІНГУ

к.т.н., доцент Семінський О.О., студентка Борисенко Є.Ю.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

На сьогоднішній день каталітичний крекінг є базовим процесом у схемах глибокої нафтопереробки і використовується у промисловості для одержання високооктанового бензину, газу для синтезу алкілбензину та інших продуктів. Одним з найбільш поширених на теренах країн СНД варіантів апаратурного оформлення каталітичного крекінгу є установки Г-43-107 та їх модифікації [1].

У сучасних версіях установок такого типу, з метою підвищення рентабельності виробництва за рахунок збільшення ефективності використання енергії теплоносіїв, відпрацьовані димові гази застосовуються для одержання водяної пари, що є одним з компонентів реакційної суміші. Практична реалізація цієї мети вимагає обґрунтованого вибору раціональної конструкції теплообмінного обладнання для виробництва пари.

Враховуючи особливості протікання теплообміну між димовими газами та водою в умовах технологічного режиму роботи установки Г-43-107, в якості парогенератора обрано ребойлер камерного типу з горизонтальним розміщенням трубного пучка. Апарати такої конструкції відрізняються зручністю обслуговування і високою експлуатаційною надійністю при роботі в умовах підвищеного тиску в міжтрубному просторі та великого температурного напору. Для зменшення металоємності кожух апарату виконується зі змінним діаметром по довжині, з утворенням парового простору над зоною кипіння рідини в міжтрубному просторі, що дозволяє провести розділення рідкої і парової фаз [2].

Зважаючи на велике значення теплового напору, доцільно використати трубний пучок нежорсткої конструкції. За результатами конструкторського опрацювання обрана первинно конструкція трубного пучка з U-подібними трубками [3] замінена конструкцією трубного пучка з плаваючою головою,

яка, в даному випадку, є більш технологічною при складанні та простішою в обслуговуванні при очищенні внутрішньої поверхні трубок від забруднень та зовнішньої поверхні від накипу.

За результатами варіантних розрахунків встановлено, що найбільш раціонально скомпонувати трубний пучок з трубок 16x1,5 мм розмістивши їх по вершинам шестикутників. Це підтверджено порівняльним аналізом з урахуванням таких показників як: металоємність, гідравлічний опір, теплогідродинамічна досконалість, тепловий ККД (такі показники є рекомендованими, наприклад, у [4]).

Відповідно до вихідних даних технічного завдання на проектування, для обраного варіанту компоновання трубного пучка визначено геометричні розміри ребойлера, величину поверхні теплообміну, довжину та кількість трубок. Розрахунковим шляхом підтверджено працездатність та надійність запропонованої конструкції апарату.

Перелік посилань:

1. Ластовкин Г.А., Радченко Е.Д., Рудина М.Г. Справочник нефтепереработчика. – Л.: Химия, 1986. – 648 с.
2. Иоффе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1991. – 352 с.
3. Семінський О.О., Борисенко Є.Ю. Вибір конструкції теплообмінника-випаровувала секції крекінгу і ректифікації установки Г-43-107 // Збірник тез доповідей ХІ Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» - К.: УВОІ «Допомога», 2012. – С. 30-31.
4. Андреев М.М, Берман С.С., Буглаев В.Т., Костров Х.Н. Теплообменная аппаратура энергетических установок. –М.: Машгиз, 1963.– 240 с.

УДК665.6(083)

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ КАТАЛІТИЧНОГО КРЕКІНГА З РОЗРОБКОЮ ПАРОГЕНЕРАТОРА

студентка Сторожук Ю.В., к.т.н., доц. Дуда Б.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Каталітичний крекінг є одним з найбільш розповсюджених процесів в нафтопереробці і сприяє значному поглибленню переробки нафти, тому модернізація установки каталітичного крекінгу є актуальною.

Технологічна схема секції крекінгу і ректифікації установки Г-43-107 представлена на рисунку 1.

Метою є розробка парогенератора в установці каталітичного крекінгата підвищення його ефективності. Парогенератор – це вузол холодильного агрегату або теплообмінник, в якому проходить випаровування холодоагенту.. Внутрішній тиск в парогенераторі, як правило, трохи вищий за атмосферний. При надлишковому тиску знижується можливість підсосу повітря через мікротріщини і пори, небезпечного для роботи холодильного агрегату.

Для підвищення ефективності парогенератора потрібно підвищити коефіцієнт тепловіддачі α . Підвищення коефіцієнту тепловіддачі можна досягти шляхом зменшення діаметра труб (при ламінарній течії у трубах $\alpha \sim d^{-0.67}$, при турбулентному – $\alpha \sim d^{-0.2}$).

Також можна підвищити ефективність апарата встановленням в канали спеціальних турбулізаторів.

Інтенсифікація тепловіддачі до киплячої рідини найбільш важлива в апаратах, що працюють за малих температурах напору та дуже низьких температурах кипіння. Збільшення коефіцієнту тепловіддачі при кипінні може бути досягнуто шляхом збільшення числа діючих центрів пароутворення і створення умов, що сприяють випаровуванню рідини в парові бульбашки.

Реалізація цих принципів інтенсифікації досягається використанням капілярних пористих покриттів, дрібного оребрення поверхні теплообміну.

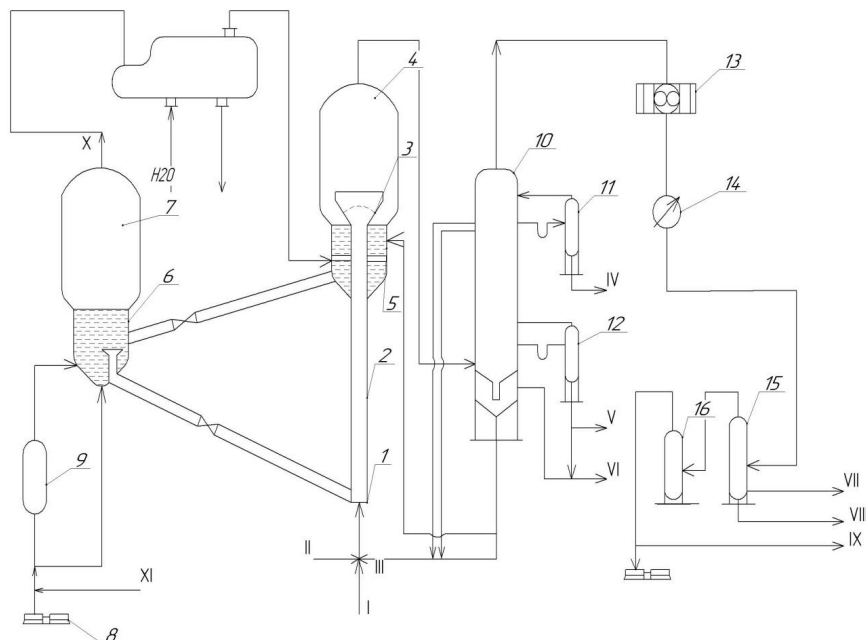


Рисунок 1. Технологічна схема установки каталітичного крекінгу з розробкою парогенератора

1–вузолзміщення, 2–прямоточний ліфт-реактор, 3–зона форсованого киплячого шару, 4, 5–відстійна і відпарна зона реактора, 6–регенератор, 7–відстійна зона регенератора, 8–повітряний компресор, 9–топка під тиском, 10–колонна ректифікації продуктів крекінгу, 11, 12–відпарні колони, 13, 14–повітряний і водяний холодильники, 15–газосепаратор, 16–аккумулятор, 17–відцентровий компресор

Перелік посилань:

1. Справочник нефтепереработчика/Г.А.Ластовкин, Е.Д.Радченко, М.Г.Рудина, 1986, с.115-118
2. <http://vns.lp.edu.ua/moodle/mod/page/view.php?id=4006>
3. <http://holodok.info/odict/61/>

СЕКЦІЯ 2

«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ БІОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

УДК 665.63

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКУ ПІДГРІВАЧА ПЛАВУ КАРБАМІДУ

ст. викл. Двойнос Я. Г., студент Маринін Є. В.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Щорічне виробництво сечовини (карбаміду) в світі складає приблизно 100 мільйонів тонн [1]. За класичною технологією синтез відбувається по реакції Базарова з аміаку і вуглекислого газу у колонні синтезу у дві стадії: перша, - отримання карбамату амонію за тиску 20 МПа та температурі 75°C ($2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 \leftrightarrow \text{H}_2\text{NCOONH}_4$); друга, - дегідратація карбамату амонію на карбамід і воду за тиску 20 МПа та температурі 185°C ($\text{H}_2\text{NCOONH}_4 \leftrightarrow \text{H}_2\text{NCONH}_2 + \text{H}_2\text{O}$). Плав (суміш рідини та газу), що виходить з колони має біля 30% карбаміду, 20% карбамату амонію, солі та газу. В дві стадії (середнього 0,9 МПа, 158°C та низького 0,3 МПа, 140°C тиску) плав гріється у підігрівачах та розділяється у сепараторах і ректифікаційних колонах. Запропоновані [2] технічні рішення з збільшення продуктивності та зменшення енергозатрат було розвинуто інжиніринговими компаніями (наприклад "Urea2000 plus™", фірми Stamicarbon; компанія ОАО "НИИК", Росія), апробовано у будівництві нових виробництв карбаміду (наприклад Uhde, TOYO).

Метою дослідження стало узагальнення сучасних технологічних і конструктивних рішень виробництва карбаміду, та визначення шляхів модернізації існуючих виробництв. Головна відмінність сучасного обладнання у використанні до трьох реакторів синтезу спеціальної конструкції (басейнові реактори та басейнові конденсатори) з метою наблизити модель реактору змішення (бульбашки газу перемішують плав) до моделі реактору витіснення, апарати стріпінг процесу CO_2 (продувка плаву газом CO_2 у фінішному апараті для перетворення розчиненого у синтезованій воді аміаку до карбамату та

карбаміду). Процеси розділення також апаратно змінилися: з'явився скруббер високого тиску; замість ректифікаційних колон з підігрівачами плаву після синтезу для возгонки карбамату використовується підігрівач плаву для його розкладання (сітчаста ректифікаційна колона) та абсорбер.

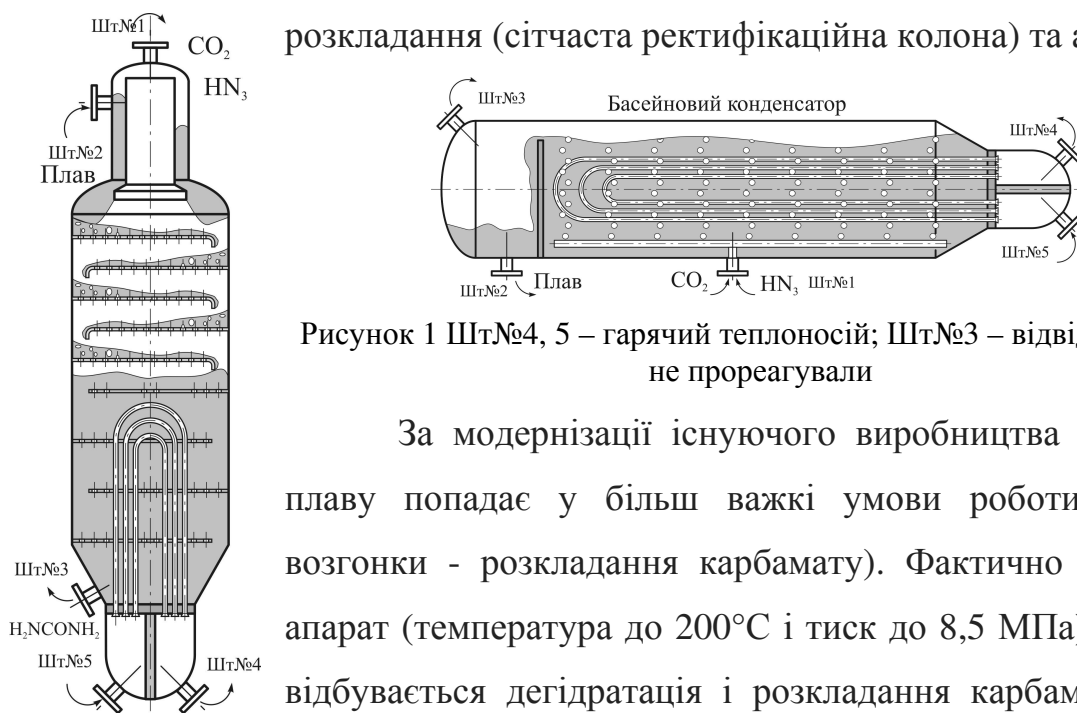


Рисунок 1 ШТ№4, 5 – гарячий теплоносій; ШТ№3 – відвід газів, що не прореагували

За модернізації існуючого виробництва підігрівач плаву попадає у більш важкі умови роботи (замість возгонки - розкладання карбамату). Фактично це новий апарат (температура до 200°C і тиск до 8,5 МПа), у якому відбувається дегідратація і розкладання карбамату, його конструкція – вертикальний кожухотрубний Т/О [3], Н/Д=14 (Е-901 “Уралхиммаш”) з елементами сепарації (полочки для стікання рідкого плаву). Об’єм апарату біля 3,15м³/ 2,45(кг/с) по карбамату. Матеріал: титан або сталь карбамідного класу: ґрати ОЗХ17Н14М3; труби 02Х25Н22АМ2.

Висновок: існує необхідність розрахунку та проектування нового розкладальника карбамату з метою подальшого математичного моделювання для оптимізації та модернізації всіх процесів виробництва карбаміду.

Перелік посилань:

1. А.С. Родионов, А.А. Сидягин Расчет ... в производстве карбамида. //Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева.
2. Горловский Д. М., Альтшулер Л. Н., Кучерявый В. И. Технология карбамида. – Л.: Химия, 1982.- 320 с.
3. Проспекти фірми TOYO, технологія ACES21; проспекти фірми Uhde, технологія Urea2000+. Сайт Уралхіммаша, випаровувач Е-901.
4. http://www.promarmatura.ua/upload/large_files/moulding/GKR.pdf.

УДК 665.63

НОВЕ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА НІТРОЗНИХ ГАЗІВ У ВИРОБНИЦТВІ АЗОТНОЇ КИСЛОТИ.

ст. викл. Двойнос Я. Г., студент Губарєв Я. В.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Агрегати з виробництва азотної кислоти, що працюють в СНД і Україні, а саме УКЛ-69 і АК-72, на сьогоднішній день мають ряд істотних недоліків. До них відносяться відносно низький ступінь абсорбції NO_x в абсорбційній колоні і, як наслідок, необхідність у дорогому каталітичному очищенні викидів NO_x в атмосферу [1].

Мета досліджень – аналіз промислових рішень у виробництві азотної кислоти методом АК-72, визначення напрямків модернізації виробництва для покращення його енергоефективності та зменшення викидів шкідливих речовин у атмосферу.

Користуючись доступними інформаційними матеріалами (акти обстежень, ремонтні роботи, показники викидів) з виробництв, розташованих на ВАТ "Рівнеазот" та Сєвєродонецькому ДПП "Об'єднання Азот" було зроблено висновок що до можливості об'єднання апаратів: підігрівачу вихлопних газів з абсорбційної колони (перед їх спалюванням на каталізаторі); охолоджувачу нітрозних газів після компресора (230°C), та конденсатора нітрозних газів перед поданням їх до абсорбційної колони. Об'єднання двох апаратів: кожухотрубного газового регенератора та кожухотрубного конденсатора дозволить вирішити задачі: зменшити витрати на трубопровідну арматуру; зменшити витрати нержавіючого металу (один корпус).

Аналіз ефективності використання спецсталі [3], стійкої до дії нітрозних газів за температури до 250°C (16X18H12C4ТЮЛ ГОСТ 977-88, лист титановий ВТ1-00 ГОСТ 19807-91), враховуючі складнощі з механічною обробкою

різанням таких металів, єдино можлива, економічно обґрунтована конструкція апарату: пластинчатий теплообмінник, рисунок. З метою отримання максимальної температури газів, що відводять на спалювання обрано протиток, а з метою простого регулювання температури зріджених нітрозних газів розходом води – обрано прямоток.

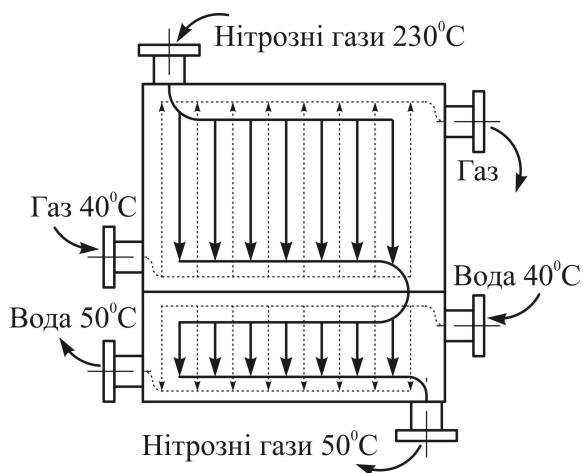


Рисунок 2 Схема запропонованого теплообмінного апарату пластинчастої конструкції

Висновок: розраховано та спроектовано новий теплообмінний апарат пластинчастої конструкції для охолодження нітрозних газів, їх кондиціювання та підігріву газів, що викидаються перед їх спалюванням з метою їх більш повного спалювання, а також для економії енергоресурсів для їх підігріву. Новий апарат може бути використано за потреби заміни зношених апаратів, при цьому його виготовлення та ремонт значно здешевлюється, спрощується, та механізується.

Перелік посилань:

1. Автореферат дисс. д.т.н. Ворожбіян М. І. Окислювальні та абсорбційні процеси в технології азотної кислоти. спеціальність 05.17.01 НТ У "ХП", 2002.
2. Конвисар В.И., Ворожбиян М.И., Копейкина А.И., Найда Н.С., Микиша Г.В. Результаты обследований агрегата производства азотной кислоты под давлением 0,716 МПа на Невинномысском ПО "Азот"//Тез. докл. VI Всес. науч. сем. "Совершенствование агрегатов производства азотной кислоты". – Черкаassy: НИИТЭХИМ, 1988.- С.53-54.
3. http://www.promarmatura.ua/upload/large_files/moulding/GKR.pdf.

УДК 536.423

ПРОЦЕСИ У РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ.

ПРИНЦИП ТА МЕХАНІЗМИ ДІВЕ

студентка Степчук І.В., к.т.н., доц. Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

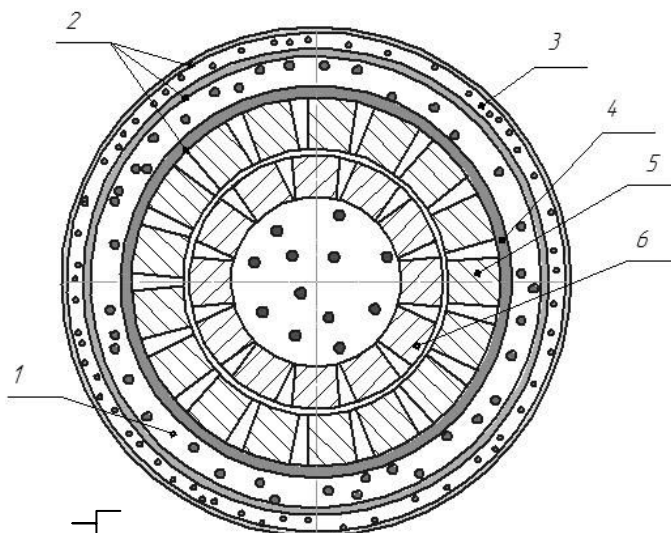
На сьогоднішній день безліч фізико-хімічних технологій вимагає енерговитрат і здійснюється в апаратах з зовнішнім підведенням енергії[1]. Коефіцієнт корисного використання цієї енергії дуже малий і, як правило, не перевищує 10%. Основний опір тепломасопереносу зосереджений в зоні міжфазної поверхні і саме в цю зону необхідно ввести енергію. У традиційних ж апаратах енергія, як правило, рівномірно розподілена по всьому об'єму і тому її основна частка йде на технологічно даремну циркуляцію взаємодіючих компонентів. Метод дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ) полягає у створенні умов, які забезпечують при локальному введенні енергії в технологічну систему, її дискретний розподіл по простору і імпульсний вплив за часом [2]. В Україні було розроблено обладнання, яке реалізує основні механізми ДІВЕ, а саме:

- ефекти, пов'язані з прискоренням руху неперервної фази,
- явище дії напруги зсуву,
- явище кавітаційних ефектів,
- явище вибухового скипання,
- явище сумарних ефектів в ансамблі бульбашок.

Застосування роторно-пульсаційних апаратів(РПА), що базуються на принципі ДІВЕ дозволяє значно підвищити технологічний к.к.д. процесу. У РПА протікають механізми(впливи)[3]:

1. Механічні (зсувні напруження, ударні навантаження),
2. Гідродинамічні (розвинута турбулентність, гідроудар, кавітаційні ефекти, кумулятивний ефект).

На Рисунок 1 показано області впливу в роторно-пульсаційному апараті на оброблюване середовище.



1 – чергування областей високого та низького тисків; 2 – області високого тиску; 3 – область низького тиску; 4 – ультразвукова хвиля; 5 – ротор; 6 – статор.

Рисунок 1 – Области впливу в роторно-пульсаційному апараті на оброблюване середовище

Метою даної роботи є удосконалення роторно-пульсаційного апарату, а саме збільшення його продуктивності, шляхом удосконалення його конструкції. Під час виконання даної роботи будуть виконані розрахунки, що підтверджують надійність та працездатність конструкції: параметричний, конструктивний, тепловий, гідравлічний розрахунки.

Перелік посилань

- 1 Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива: Монографія / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетуха, І.П. Григорюк, К.В. Дмитрук, В.О.Дубровін, та ін..- К: «Аграр Медіа Груп», 2010.-408.с -155с
- 2 Гидродинамические и кавитационные явления в роторных аппаратах: монографія/В.М. Червяков, В.Ф. Юдаев.- М.: “Издательство Машиностроение-1”,2007.-128с.
- 3 Исследование влияния эффектов ДИВЭ при обработке воды и водно-этанольных смесей / И. А. Дубовкина, УДК 536.423+532.528, ИТТФ НАН Украины.

УДК 620.952:67.02

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПЕРЕМІШУЮЧОГО ПРИСТРОЮ У РЕАКТОРІ ПЕРЕЕТЕРИФІКАЦІЇ

студент Григоренко О.В., к.т.н., доц. Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

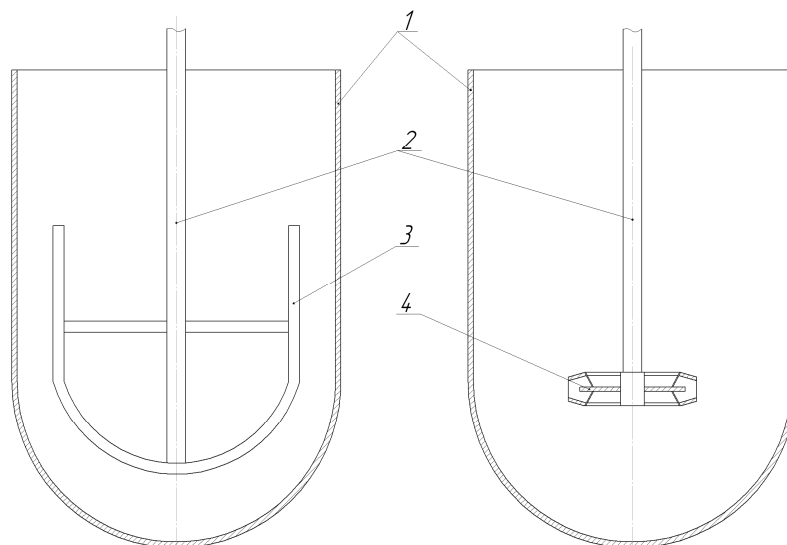
“Київський політехнічний інститут”

В наш час дуже гостро стоїть проблема паливних ресурсів. Уряди багатьох країн почали заохочувати використання біопалива (біодизеля) як компонента палива для двигунів з іскровим запалюванням. На сьогодні ця справа просунулась досить далеко, щоб стати одним з важливих напрямків розвитку світової економіки.

Біодизель – метилові або етилові ефіриз ріпакової олії, які отримують в результаті етерифікації. В залежності від методу етерифікації отримують суміш метилових або етилових ефірів жирних кислот, а також гліцеринові фракції з різним вмістом гліцерину[1].

Процес етерифікації проходить у реакторі, куди подається ріпакова олія та суміш метилового або етилового спирту та каталізатора, у відповідних пропорціях[2]. Інтенсифікація тепломасообмінних процесів відбувається за рахунок встановленої у реакторі мішалки. На швидкість проходження реакції значно впливає тип перемішуючого пристрою: якірна або турбінна мішалка (Рисунок 1). При виготовленні якірної мішалки необхідні значно більші матеріаловитрати, вона більша за габаритами та масою. Турбінна мішалка значно менша, легша та забезпечує більш високу енергоефективність процесу перемішування за рахунок меншого гідродинамічного опору руху. Також при використанні турбінних мішалок є можливість використовувати виникаючі кавітаційні ефекти для локальної інтенсифікації процесу тепломасообміну.

Тож вибір турбінної мішалки є більш доцільним, зважаючи на фізичні властивості оброблюваних середовищ, а саме в'язкість на густину.



1 – реактор, 2 – привідний вал, 3 – якірна мішалка, 4 – турбінна мішалка

Рисунок 1 – Схема реакторів з якірною та турбінною мішалками

Метою даної роботи є модернізація реактору переестерифікації, що має мішалку, а саме збільшення його продуктивності та коефіцієнту корисної дії, шляхом удосконалення його конструкції. Під час виконання даної роботи по удосконаленню апарату будуть виконані розрахунки, що підтверджують надійність та працездатність конструкції: параметричний, конструктивний, тепловий, гідравлічний розрахунки, а також розрахунки на надійність та міцність елементів конструкції.

Перелік посилань:

1. Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива: Монографія / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетука, І.П. Григорюк, К.В. Дмитрук, В.О.Дубровін, та ін..-К: «Аграр Медіа Груп», 2010.-408.с -290с
2. Пат. №76807uУкраїна МПК C10L 1/06(2013) Спосіб приготування біопалива для дизельних двигунів / Інститут технічної теплофізики національної академії наук України.-Долінський А.А., Грабов Л.М., Шматок. О.І. – заявл. 06.08.2012 - №u201209565-укл.10.01.2013, бюл.№1,2013р.

УДК 661.722

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕТИЛОВОГО СПИРТУ
КАТАЛІТИЧНОЮ ГІДРАТАЦІЄЮ ЕТИЛЕНУ В ПАРОВІЙ ФАЗІ**

асистент Гулієнко С.В., студент Сидоренко О.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В процесах органічного синтезу, зокрема синтезу етанолу шляхом каталітичної гідратації етилену, продукти реакції являють собою парогазові суміші що містять отриманий продукт та залишки реагентів. Температура таких продуктів перевищує 200 С° тому окрім розділення таких сумішей важливим питанням є утилізація теплової енергії. Ефективним методом реалізації такої задачі є вилучення парів з суміші за рахунок конденсації парових компонентів. При цьому теплоту конденсації доцільно використати для попереднього підігрівання реагентів перед подачею у реактор. Такий процес можна здійснити в традиційних теплообмінних апаратах, однак при розрахунках необхідно враховувати специфіку теплообміну при конденсації з парогазових сумішей. Особливістю процесу конденсації парогазової суміші є суттєва зміна складу потоку по мірі конденсації його парової частини. Так, якщо на вході в апарат потік може містити в основному парові компоненти з невеликими добавками інертного газу, то на виході картина може бути прямо протилежною. Ця обставина, а також зміна температури потоку призводить до того, що теплофізичні властивості потоку, а отже, і коефіцієнт теплопередачі можуть суттєво змінюватися уздовж поверхні теплообміну. В цьому випадку, для розрахунку площі поверхні не можуть бути використані прості залежності наведені в традиційних джерелах (2), засновані на допущенні про постійність теплоємностей потоків і коефіцієнта теплопередачі. Більш того, в ряді випадків не дають задовільного результату і методи, описані в (1), засновані на більш складних посилках. Крім того, прогнозувати конкретний вид залежності коефіцієнта теплопередачі уздовж поверхні буває дуже складно. У цій ситуації найбільш надійні результати можуть бути отримані шляхом чисельного

інтегрування рівняння теплопередачі, тобто безпосередній розрахунок за загальною формулою $F = \int_F \frac{dQ}{q}$. Практично це робиться наступним чином.

1. Діапазон зміни температури парагазової суміші в конденсаторі ділиться на невеликі ділянки, в межах яких властивості потоку і коефіцієнт теплопередачі приймаються постійними.

2. В отриманих точках, відповідних невідомим поки перетинах апарата, обчислюються значення локальної щільності теплового потоку q методом Кольборна і Хоугена. Паралельно розраховується загальна кількість тепла Q , віддана парогазовою сумішшю на кожній ділянці.

3. Отриману табличну залежність, яка представляє собою $q = f(Q)$ використовують для обчислення інтеграла $F = \int_F \frac{dQ}{q}$, інтегрування проводиться одним з відомих чисельних методів (прямокутників, трапецій та ін.) або графічно. Зважаючи на велике числа обчислювальних операцій розрахунки рекомендовано проводити з використанням комп'ютерної техніки. Описаний порядок розрахунку конденсаторів парогазової суміші був вперше застосований для бінарних систем Кольборном і Хоугеном, де дано також модельне уявлення процесу і на основі його запропоновано спосіб обчислення щільності теплового потоку в довільному перерізі конденсатора.

Метод Кольборна і Хоугена доцільно застосовувати для розрахунку конденсаторів парогазових сумішей установок органічного синтезу.

Перелік посилань:

1. Маньковский О.Н., Толчинский А.Р., Александров М.В. Теплообменная аппаратура химических производств.- Л.: Химия, 1976. - 368с. Под ред. Романкова П. Г. и Курочкиной М. И.

2. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков В.Н. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1987. – 576с.

УДК 66.045.1

**ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В
ПЛАСТИНЧАТОМУ ТЕПЛООБМІННИКУ**

студент Яроцький С.М., асистент, к.т.н. Целень Б.Я.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В сучасних пластинчатих теплообмінниках одним з головних недоліків є доволі високий гідравлічний опір, що призводить до значних енергетичних втрат.

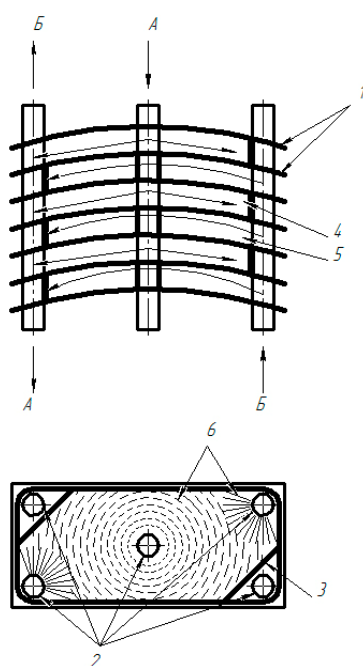
Для вирішення цієї проблеми оберемо як прототип пластинчатий теплообмінник, виконаний у вигляді пакета, що складається з пластинчатих елементів, з'єднаних один з одним з утворенням між їх суміжними поверхнями поперемінних плоских каналів для теплоносіїв із закритими і відкритими частинами на бічних стінках пакета, при цьому відкриті частини плоских каналів розташовані на різних бічних стінках пакета з можливістю відведення теплоносіїв без їх змішування між собою, в кожному пластинчастому елементі виконано щонайменше по два круглих отвори, які утворюють циліндрові канали для підведення теплоносіїв.

Під час роботи відомого пластинчатого теплообмінника виникає незручність відведення теплоносіїв, що потребує встановлення додаткових збирачів по обидві сторони теплообмінника. Крім того, через різку зміну руху потоку при потраплянні в міжпластинчатий простір, підвищується гідравлічний опір, який збільшує енергетичні витрати, в наслідок чого знижується продуктивність.

Проблема вирішується шляхом виконання пластин опуклої форми, а гофри у вигляді концентричних кіл, за рахунок чого зменшується гідравлічний опір. Це дозволяє зменшити енергетичні витрати та підвищити теплообмін. Пластини розміщують горизонтально опуклістю догори. Холодний теплоносій

подається зверху в центральний отвір і виводиться через два, діагонально розміщених, отвори. Напрямок руху зверху вниз дозволяє проходити теплоносію самостійно, під дією власної ваги. Гарячий теплоносій подається знизу. Для даної конструкції в якості гарячого теплоносія доцільно використовувати водяну пару для того, щоб рух вгору відбувався самостійно.

Схема запропонованої корисної моделі пластинчатого теплообмінника наведена на Рисунок 1.



- 1 – пластини; 2 – отвори; 3 – ущільнюючі прокладки; 4 – канал теплоносія А;
5 – канал теплоносія Б; 6 – гофри.

Рисунок 1 – Схема запропонованої корисної моделі пластинчатого теплообмінника

Запропонована конструкція пластинчатого теплообмінника має високу ефективність теплообміну при порівняно низькому енергоспоживанні. Теплообмінник відрізняється від існуючих аналогів простотою конструкції, має порівняно невеликі габаритні розміри і невисоку вартість у поєднанні зі зручністю і технологічністю монтажу і обслуговування в процесі експлуатації.

УДК 661.722

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ ПІДГРІВУ МЕТАНОЛУ У СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА ФОРМАЛІНУ

студент Войцеховський О.М., асистент Михальчук О.Д.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Формалін — водометанольний розчин формальдегіду, безбарвна прозора рідина з різким подразнюючим запахом. Формалін широко використовується для протруювання насіння зернових культур проти різних видів сажки. Формалін в слабих (4%) концентраціях застосовується для знищення дорослих мух, які охоче летять на його запах.

Використовується у виробництві синтетичних смол, синтетичного каучуку, поверхнево-активних речовин, багатоатомних спиртів, формалей та інших метиленових похідних.

Основними теплообмінними елементами в кожухотрубному теплообміннику є теплообмінні труби. Гріюча (охолоджуюча) пара або вода поступає в ролі нагріваючого (охолоджуючого) середовища і теплота передається через стінку. Тобто основним показником ефективності теплообмінних труб є коефіцієнт теплопередачі.

Основний недолік теплообмінника - невеликий коефіцієнт тепловіддачі всередині теплообмінних труб та мала турбулізація потоку в трубному просторі при малих швидкостях теплоносія.. Тобто, основною метою проекту є необхідність нової розробки або удосконалення (модернізації) існуючих теплообмінних труб.

В основу модернізації покладено задачу вдосконалення процесу теплопередачі через стінки теплообмінних труб.

Поставлене завдання досягається підвищенням ефективності теплообміну, за рахунок підвищення турбулізації потоку в трубному просторі та збільшення площі теплообміну, завдяки виготовленню кільцевих канавок по

спіралі на внутрішній поверхні теплообмінних труб по всій їх довжині (Рисунок 1, Рис 2).

Суть винаходу пояснюється кресленням (Рисунок 1, Рисунок 2).

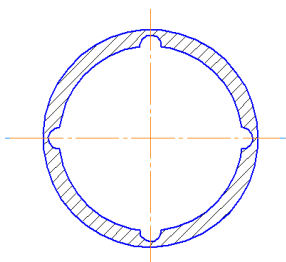


Рисунок 1

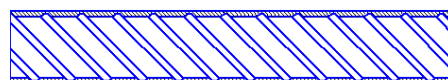


Рисунок 2

Збільшення площі теплообміну пояснюється формулами:

Площа внутрішньої поверхні звичайної труби:

$$s_1 = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot l ;$$

де R -радіус труб, l - довжина труб.

Площа внутрішньої поверхні труби зі спіральними канавками:

Довжина 1 витка спіралі;

$$l' = \sqrt{(\pi \cdot D)^2 + t^2}$$

де D - діаметр труби; t - крок спіралі;

$$S_2 = S_1 + (\pi \cdot r \cdot l') \cdot N \cdot n - (d \cdot l') \cdot N \cdot n$$

де r - радіус канавки; d - діаметр канавки; N - кількість витків спіралі;

n - кількість канавок.

Зміна площі внутрішньої поверхні труби:

$$\Delta S = S_2 - S_1; \Delta S > 0 .$$

Висновок:

Модернізація забезпечує збільшення тепловіддачі та підвищення інтенсивності нагріву, а отже - інтенсифікує процес теплопередачі в теплообміннику.

Перелік посилань:

1. Огородников С.К. Формальдегид.- Л: Химия, 1984
2. Патент (19) UA (11) 54305 (13) U (51) МПК (2009) F28D 7/00

УДК 66.045.5

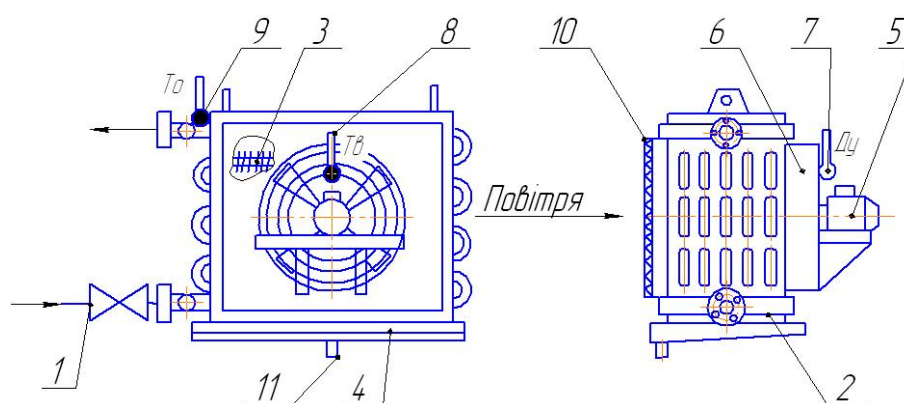
МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОВІТРООХОЛДЖУВАЧА ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

студент Орішкевич С.О., к.т.н., доц. Ракицький В.Л.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Повітроохолоджувач холодинної установки відноситься до холодинної техніки і може використовуватися в промислових холодинних установках з безпосереднім кипінням холодинного агента.



1 – вентиль; 2 – колектор; 3 - оребрений трубний пучок; 5 –
електродвигун;

6 - високонапірний вентилятор; 4 – піддон; 11 - дренажний пристрій;

7 - датчик вимірювання швидкості; 8,9 - температурні датчики; 10 -
нагрівний елемент

Рисунок 1 - Повітроохолоджувач холодинної установки

Недоліком повітроохолоджувача є те, що процес початку відтавання снігової шуби, яка утворюється на ребрах трубного пучка, оптимально не визначено і відбувається повільно (через низьку температуру потоку повітря, що обдуває трубний пучок), що призводить до порушення температурного

режиму зберігання продукту, перевитрат електроенергії та перевантаження електродвигуна та виходу його з ладу [2].

В основу модернізації покладено задачу вдосконалити процес розтоплення інею (снігової шуби), що забезпечує покращення температурного режиму холодильної установки та зниження енерговитрат [1].

Повітроохолоджувач працює таким чином. Холодильний агент по системі трубопроводів через вентиль 1 і колектор 2 надходить у трубний простір оребреного пучка 3. В результаті наявності вологи у повітрі в холодильній камері на трубному пучку 3 утворюється іній (снігова шуба), що погіршує теплообмін та знижує ефективність холодильної установки. Високонапірний вентилятор 6 із електродвигуном 5 створює інтенсивний потік повітря між ребрами трубного пучка 3 і процес наростання шуби сповільнюється через здування інею. При наростанні снігової шуби погіршується теплообмін між киплячим холодильним агентом та повітрям, що проходить через повітроохолоджувач. При досягненні заданої різниці температур або визначеного значення швидкості повітря, видається сигнал на відтавання, яке забезпечується вмиканням нагрівного елементу 10. Вода від снігової шуби, що відтанула, збирається в піддон 4 та виходить через дренажний пристрій 11 [1].

Застосування в повітроохолоджувачах нагрівного елементу 10, який нагріває повітря, що поступає в міжтрубний простір оребреного трубного пучка, оптимізує процес відтавання, що забезпечує покращення температурного режиму холодильної установки та зниження енергоспоживання.

Перелік посилань:

1. Заявка на корисну модель «Повітроохолоджувач холодильної установки» №и 201215081, дата подання заявки 28.12.2012; заявники: Оришкевич С.О., Ракицький В.Л.
2. Холодильные машины / Под общ. ред. И.А.Сакуна. –М: Машиностроение, 1985. – С.320 – 324

УДК 66.045

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО
КОЖУХОТРУБЧАСТОГО КОНДЕНСАТОРА В ДВОСТУПІНЧАСТІЙ
ХОЛОДИЛЬНІЙ МАШИНІ**

студент Бірюк Д. О., к.т.н., доц.. Ракицький В. Л.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Корисна модель відноситься до теплообмінного обладнання, зокрема до апаратів з трубчастими теплообмінними елементами, і призначений для застосування в теплообмінних процесах.

Недоліком теплообмінника [1] є недостатньо інтенсивне перемішування теплоносія у вихідній камері, що призводить до повільного вирівнювання поля температур середовища на виході з апарата.

Постановлена задача: вдосконалити теплообмінний апарат, у якому нове виконання його насадок буде забезпечувати інтенсифікацію процесу теплообміну і вирівнювання температури середовища на виході з апарата.

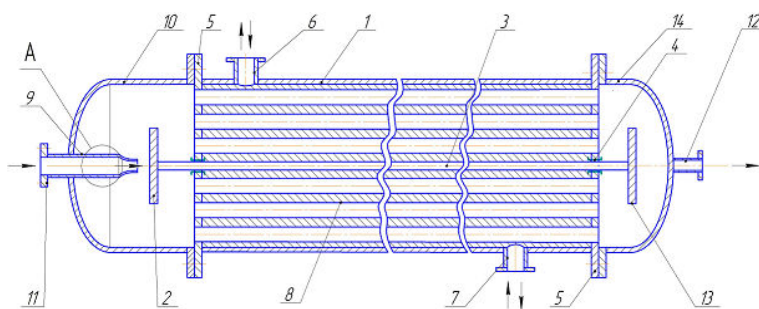
Поставлена задача вирішується тим, що у теплообміннику спрямовуючий насадок виконаний коноїдальним (Рисунок 1) або у вигляді струминного насосу (елеватору) (Рисунок2) [2].

Насадок коноїдальної конфігурації (окреслений по формі витікаючого струменя) має найвищі коефіцієнти швидкості та витрат, що забезпечить підвищення швидкості обертання вала із перемішувачами пристроями.

Насадок у вигляді струминного насосу (елеватору) забезпечить додаткове перемішування теплоносія у вхідній камері та підвищення швидкості обертання вала із перемішувачами пристроями.

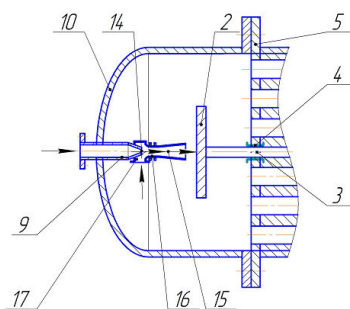
У найбільш сприятливому випадку (Рисунок 2) при виході теплоносія із сопла насадка за соплом утворюється деяке розрядження, що викликає підсмоктування теплоносія через патрубок, і змішування його у камері

змішування. Далі інтенсивний спрямований потік теплоносія виходить з дифузора і примушує турбіну швидко обертатись і через вал передавати крутний момент на турбіну.



1 – циліндрична обичайка; 2 – турбіна; 3 – вал; 4 – антикорозійні підшипники; 5 – трудна решітка; 6, 7 – штуцера для введення та виведення води; 8 – пучок труб; 9 – насадок; 10 – верхня кришка; 11 – вхідний штуцер; 12 – вихідний штуцер; 13 – турбіна; 14 – нижня кришка

Рисунок 1 – теплообмінник кожухотрубний



14 – сопло; 15 – дифузор; 16 – камера змішування; 17 – патрубок

Рисунок 2 – струменний насос (елеватор)

Таким чином відбувається інтенсивна турбулізація та перемішування рідини з вирівнюванням температурного поля в кришках теплообмінника. Другий теплоносій циркулює у міжтрубному просторі через штуцери.

Перелік посилань:

1. Пат. України №53821 U, МПК(2009) F28D 7/00, заявл. 22.02.2010, опубл. 25.10.2010, Бюл. №20, 2010 р.
2. Заявка на корисну модель «Теплообмінник кожухотрубний» № u 2013 00730, дата подання заявки 21.01.2013; заявники: Бірюк Д.О., Ракицький В.Л.

УДК 661.746.5

**ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ МЕЛЯСИ ПРИ
ФЕРМЕНТАЦІЇ У ВИРОБНИЦТВІ ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ**

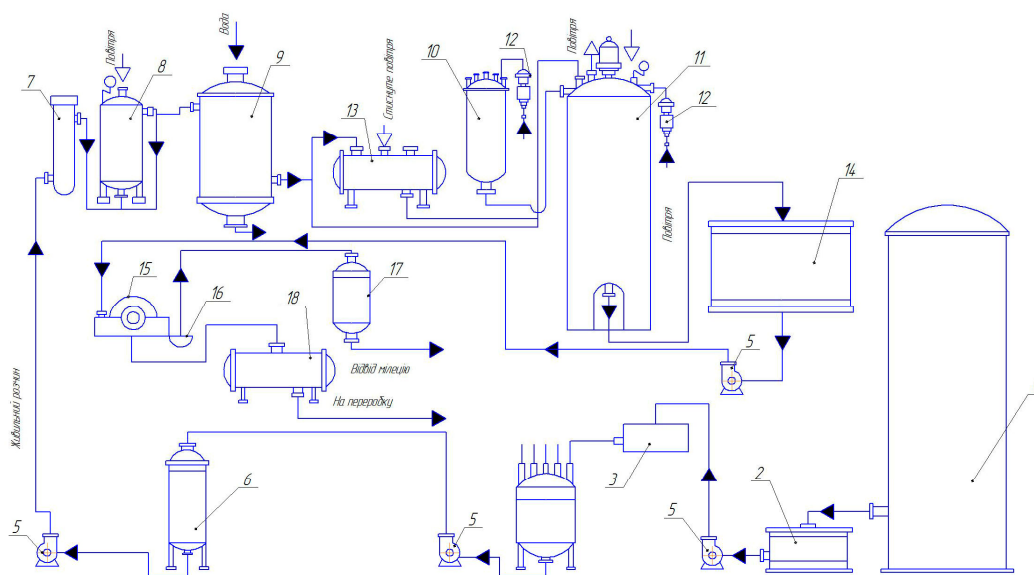
студент Литвиненко Є. Ю., асистент Гулієнко С. В.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Лимонна кислота є основним з підкислювачів. Її частка становить близько 75% обсягу з всіх вироблених підкислювачів. Особливо широко вона використовується у виробництві безалкогольних напоїв, яким надає фруктові і ягідні запахи і смаки.

Розширюється сфера застосування лимонної кислоти в технічних цілях - в хімічній, текстильній, шкіряній, металургійній та інших галузях промисловості. Попит на лимонну кислоту безперервно зростає, але в колишніх соціалістичних країнах він задовольняється вкрай слабко, тому в даний час організовуються нові виробничі потужності з випуску цього цінного продукту.

Лимонну кислоту виробляють головним чином шляхом мікробного синтезу, який є важливою галуззю біотехнології. Дана робота присвячена мікроорганізмам продуцентам лимонної кислоти і сучасним досягненням біотехнології в області біосинтезу органічних кислот та технології виробництва лимонної кислоти шляхом мікробного синтезу (рисунок 1.)



- 1- Посудина з мелясою; 2- Приймач меляси; 3- Ваги; 4-Варочний котел;
5- Відцентровий насос; 6-Проміжна посудина; 7- Стерилізуюча колона;
8- Витримувач; 9- Холодильник; 10- Посівний апарат; 11- Голівковий ферментатор;
12- Стерилізуючий фільтр; 13- Посудина для зберігання меляси; 14- Проміжний збирач;
15- Барабанний вакуум-фільтр; 16-Приймач для міцелію; 17- Вакуум-збирач для міцелію;
18- Вакуум-збирач фільтрату культуральної рідини.

Рисунок 1– Лінія виробництва лимонної кислоти шляхом мікробного синтезу.

Середовище перемішують протягом 10 хвилин. Охолодження живильного середовища проводять у теплообміннику. У даному випадку встановлений кожухотрубний теплообмінник. У труби подається живильне середовище, а в міжтрубний простір подається холодна вода. Стерилізація живильного середовища - ця операція проводиться в стерилізаційній установці безперервної дії. Живильне середовище надходить у нагрівальну колону (СК). Проводять стерилізацію гострою парою під надлишковим тиском пари, що гріє перед колонкою 0,5 МПа. Нагріте до 125⁰С середовище з колони безперервно надходить в витримувач (ВД). Час перебування його у колоні і у витримувачі 15 хв. Температура у витримувачі 125⁰С. Після стерилізації середовище охолоджують у теплообміннику (ТО) до 30-32⁰С. Готову культуру з колб збирають в одну ємність при дотриманні правил асептики і переносять в посівний апарат (ПА) зі стерильно охолодженим середовищем. Засів ведуть в полум'ї факелу через посівний патрубок апарату. Посівний матеріал з посівного апарату видавлюється стисненим повітрям і по трубопроводу надходить у ферментер. Ферментація проводиться на протязі 7 діб при температурі 32 С, проводиться аерація і піногасіння. Регулювання рН не обов'язкове, так як матеріал ферментера стійкий до кислого середовища. Стороння мікрофлора не розвивається при такій кислотності. Після ферментації культуральна рідина перекачується в спеціальні збірники, де очікує подальшої обробки. З збірників культуральна рідина потрапляє в барабанний вакуум-фільтр, де відокремлюється міцелій. З вакуум-фільтра міцелій потрапляє в спеціальний збірник, звідки він потім надходить на переробку або утилізується. Після фільтра фільтрат надходить до збірників, звідки в подальшому надходить на переробку в цех хімічної очистки.

Охолодження меляси здійснюється в холодильнику (9). Традиційно використовують теплообмінник типу «труба в трубі», але його виготовлення – процес дуже метало-ємкий, тому краще застосувати кожухо-трубний теплообмінник. Доцільним в даному випадку є перехідний режим руху середовища, що охолоджується, адже при спробі створення турбулізації потоку матимемо колосальний гідравлічний опір, який є недопустимим.

Метою даної роботи є вибір серед сучасних конструкцій теплообмінного обладнання, перевірка його патентної чистоти, модернізація устаткування, що має підвищити якість проміжного продукту та збільшити продуктивність обладнання.

Перелік посилань:

1. В.А. Смирнов "Пищевые кислоты (Лимонная, молочная, уксусная)" Москва "Лёгкая пищевая промышленность" 1983. - 362 с.
2. Р.Я. Карклиньш, Г.К. Лиепиньш "Микробиологический синтез лимонной кислоты", рига "ЗИНАТНЕ" 1993. - 254 с.
3. "Промышленная микробиология" под редакцией проф.Н.С. Егорова Москва "Высшая школа" 1989. - 378 с.
4. К.П. Гапонов "Процессы и аппараты микробиологических производств". Москва, "Легкая и пищевая промышленность", 1981. - 452с.
5. Л.А. Иванова, И.С. Иванова "Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине "Процессы и аппараты биотехнологии" (ч.1, ч.2). - М.: 2002.
6. К.А. Калунянц, Л.И. Голгер Балашов В.Е. "Оборудование микробиологических производств" - М.: Агропромиздат, 1987. - 398с.

7. УДК 661.715

КИП'ЯТИЛЬНИК ПАРОПЕРЕТВОРЮВАЧА В УСТАНОВЦІ ВИРОБНИЦТВА ФУРФУРОЛУ

студент Гридякін О.С., доцент Дуда Б.І.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Фурфурол є одним із найпоширеніших селективних розчинників, що застосовуються у нафтохімічній промисловості. Основною областю застосування фурфуролу у нафтохімічній промисловості є селективне очищення моторних мастил. Такому очищенню підлягають змащувальні мастила будь-якої в'язкості.

На рисунку 1 зображена схема нейтралізації парів що містять фурфурол.

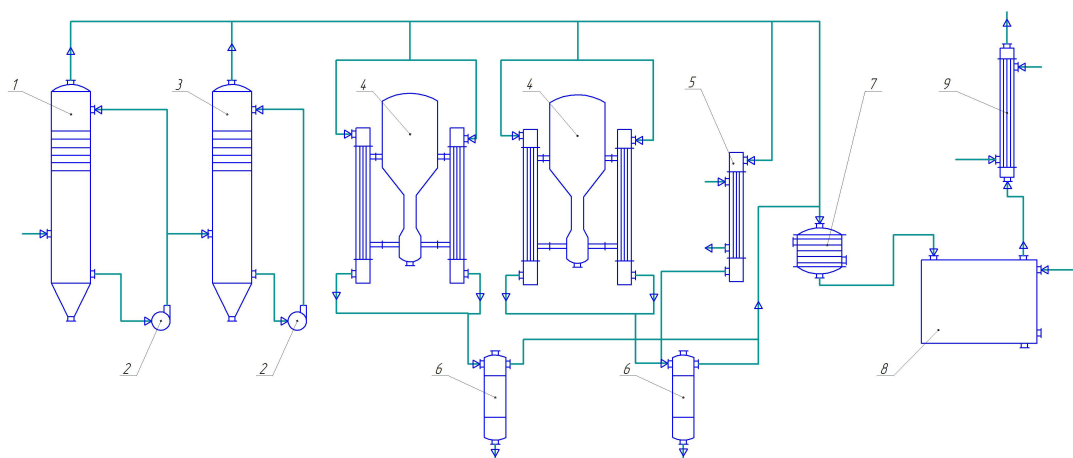
Пари, що містять фурфурол, мають до 2% летких кислот, переважно оцтову. Нейтралізувати пари потрібно для попередження корозії апаратури.

Очищені від пилу кислі пари направляються в нейтралізуючу колону високого тиску 1, контактуючи з ненасиченим розчином оцто-кислого кальцію, нейтралізуються. Новоутворена рідина циркулює за допомогою насоса 2. Частина циркулюючої рідини направляється в нейтралізуючу колону низького тиску 3 для нейтралізації здувочних парів.

Нейтралізовані пари, що містить фурфурол, тиском 9-10 атм поступають в пароперетворювач 4, де конденсуються. При цьому тепло, що виділяється, дозволяє отримати з пом'якшеної води вторинний пар тиском від 2 до 7 атм. Якщо в пароперетворювачі не сконденсуються всі пари, проводиться додаткова конденсація їх водою в конденсаторі 5.

Конденсат, отриманий в пароперетворювачі і конденсаторі, пройшовши відокремлювач конденсату 6, охолоджується до 100°C в спіральному теплообміннику 7, куди також поступають для охолодження здувочні пари. Охолоджений конденсат збирається в накопичувачі 8. На витяжній трубі цього накопичувача встановлюється зворотній холодильник 9.

Одним з головних елементів даної схеми є кип'ятильник пароперетворювача (теплообмінний апарат).



1 – нейтралізуюча колона високого тиску, 2 – насоси, 3 – нейтралізуюча колона низького тиску, 4 – пароперетворювач, 5 – конденсатор, 6 – відокремлювач конденсату, 7 – спіральний теплообмінник, 8 - накопичувач, 9 – зворотній холодильник

Рисунок 1 - технологічна схема нейтралізації парів що містять фурфурол.

У бакалаврському проекті планується огляд сучасних теплообмінних апаратів, вибір підходящого, параметричний, гідравлічний та конструктивні розрахунки що підтвердять працездатність апарату. А також модернізація теплообмінника для інтенсифікації процесу шляхом використання поперечних перегородок в міжтрубному просторі, де випаровується вода.

Перелік посилань:

1. Брызгалов Л.И. Типовой гидролизно-фурфурольный завод.- Л: Москва 1960.
2. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Учебное пособие для вузов/Под ред. чл.-корр. АН СССР П. Г. Романкова. — 10-е изд., перераб. и доп. — Л.: Химия, 1987. — 576 с.

УДК 661.715

ДЕФЛЕГМАТОР РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ В УСТАНОВЦІ ВИРОБНИЦТВА ФУРФУРОЛУ

студент Усенко О.В., доцент Дуда Б.І.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Фурфурол застосовують на підприємствах нафтохімії як розчинник для екстракції дієнів з суміші вуглеводнів. Основною областю застосування фурфуролу у нафтохімічній промисловості є селективне очищення моторних мастил.

На рисунку 1 зображена схема ректифікації фурфурольного конденсату.

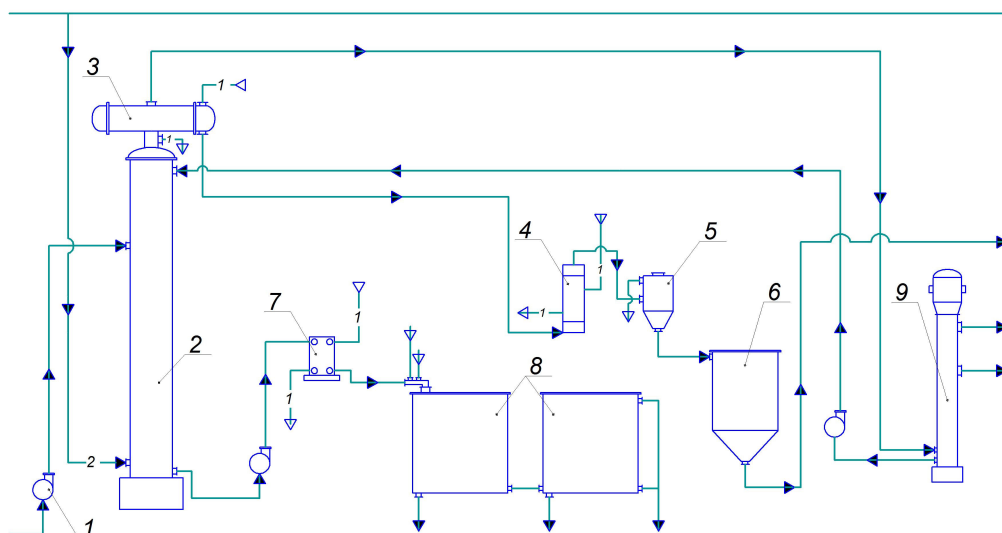
Із накопичувача конденсат подають насосом 1 на тарілку живлення ректифікаційної колони 2. З пароперетворювача в нижню частину колони поступає гостра пара. Утворюються пари, що містять фурфурол з концентрацією 35%, які підіймаються вгору і потрапляють в дефлегматор 3, де конденсуються. Конденсат стікає в декантатор, що знаходиться під дефлегматором. Нижній шар з концентрацією фурфуролу 84,1% поступає в холодильник 4, де охолоджується до 32°C, і далі у декантатор 5. Верхній шар – флегма з концентрацією фурфуролу 18,4%, повертається у колону.

З нижньої частини декантатора 5 витікає фурфурол-сирець з концентрацією 94%, який потрапляє у накопичувач 6.

З нижньої частини колони 2 через холодильник 7 лютер поступає в перший бак-мішалку 8, куди також подається вапняне молоко та хлорна вода, для руйнування в лютері фурфуролу. Очищений лютер скидається у каналізацію.

Для зменшення втрат фурфуролу передбачена додаткова колонка 9. До її кубової частини направляються пари, що не сконденсувалися у дефлегматорі 3. З верхньої частини додаткової колонки відбираються головні фракції, з нижньої – лютер, який повертається до верхньої частини ректифікаційної колони 2.

Одним з елементів даної схеми є дефлегматор ректифікаційної колони.



1 – насос, 2 – ректифікаційна колона, 3 – дефлегматор, 4 – холодильник фурфурольного дистилляту, 5 – декантатор, 6 – накопичувач фурфуролу сирцю, 7 – холодильник лютера, 8 – баки-мішалки, 9 – додаткова колонка

Рисунок 1 – технологічна схема ректифікації фурфурольного конденсату

В бакалаврському проекті планується зробити огляд новітніх конструкцій дефлегматорів, обрати оптимальну, зробити розрахунки, які підтвердять працездатність апарату а саме, параметричний, гідравлічний та конструктивний. Також пропоную модернізацію дефлегматора шляхом встановлення розподільника у міжтрубному просторі для інтенсифікації процесу теплообміну та рівномірного розподілу пари.

Перелік посилань:

1. Брызгалов Л. И. Типовой гидролизно-фурфурольный завод, 1960.
2. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Учебное пособие для вузов/Под ред. чл.-корр. АН СССР П. Г. Романкова. — 10-е изд., перераб. и доп. — Л.: Химия, 1987. — 576 с.

СЕКЦІЯ 3

«ОБЛАДНАННЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЗАОЩАДЖУЮЧИХ І ЕКОБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ХОЛОДИЛЬНИХ І ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

УДК 66.074

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНІЧНОГО ЕЖЕКЦІЙНОГО СКРУБЕРА З РУХОМОЮ НАСАДКОЮ

к.т.н., доц. І.А.Андреев, студент А.М.Демидюк

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Конічний ежекційний скрубєр з рухомою насадкою є традиційним апаратом для мокрого газоочищення і застосовується в хімічній, харчовій та інших галузях промисловості.

Для переходу до режиму вібро псевдозріженого шару, при якому збільшується ефективність взаємодії насадки з газом, а отже і роботи апарата в цілому, на опорній пружній тарілці встановлюють вібратор, а насадку виконують з пружних матеріалів [1].

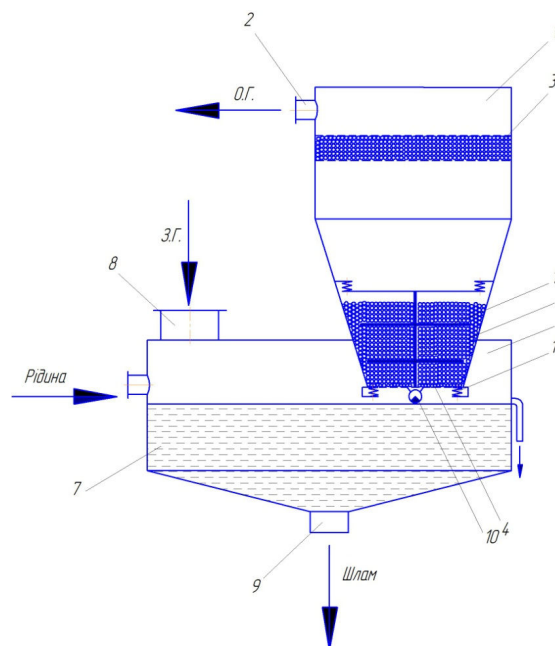
Проте такий скрубєр має ще відносно низьку ефективність, оскільки безпосередньо вібрації більш за все піддається насадка, що розташована біля опорної тарілки, а жорстке закріплення опорної тарілки призводить до вібраційного навантаження всього апарата, що зменшує його надійність.

Авторами була вдосконалена конструкція конічного ежекційного скрубєра з рухомою насадкою, в результаті чого вібрація поширюється вже на весь об'єм насадки в скрубєрі і одночасно зменшується вібраційне навантаження на корпус апарата, а отже і підвищується ефективність роботи і надійність скрубєра [2].

Інтенсивність взаємодії насадки з газом залежить від конструкції змішувального елемента.

Конструкція апарата наведена на рисунку.

Запропонований скрубєр рівномірно розподіляє вібраційний вплив у всьому шарі насадки, дає можливість змінювати інтенсивність вібрації, істотно підвищує ефективність процесу газоочищення.



- 1 – корпус; 2 – патрубок для очищеного газу; 3 – краплевловлювач;
4 – опорна тарілка; 5 – насадка; 6 – резервуар; 7 – рідина; 8 – патрубок для
запиленого газу; 9 – кран для відведення шламу; 10 – вібратор;
11 – змішувальний елемент; 12 – пружні зв'язки

Рисунок – Модернізований конічний ежекційний скруббер з рухомою насадкою

Перелік посилань:

1. Пат. 2286835 Российская Федерация, МПК (2006.01) B01D47/14, B01D53/18. Конический эжекционный скруббер с подвижной насадкой / Кочетов Олег Савельевич, Кочетова Мария Олеговна, Ходакова Татьяна Дмитриевна, Куличенко Александр Владимирович; патентообладатель Кочетов Олег Савельевич. — № 2005106796/15 ; заявл. 14.03.05 ; опубл. 11.11.06, Бюл. № 32.
2. Пат. 77167 Україна, МПК (2006.01) B01D 47/14, B01D 53/18. Конічний ежекційний скруббер з рухомою насадкою / Андреев І.А., Демидюк А.М.; заявник і патентовласник вони ж. – № u201211198; заявл. 27.09.2012; опубл. 25.01. 2013, бюл. № 2.

УДК 66.045

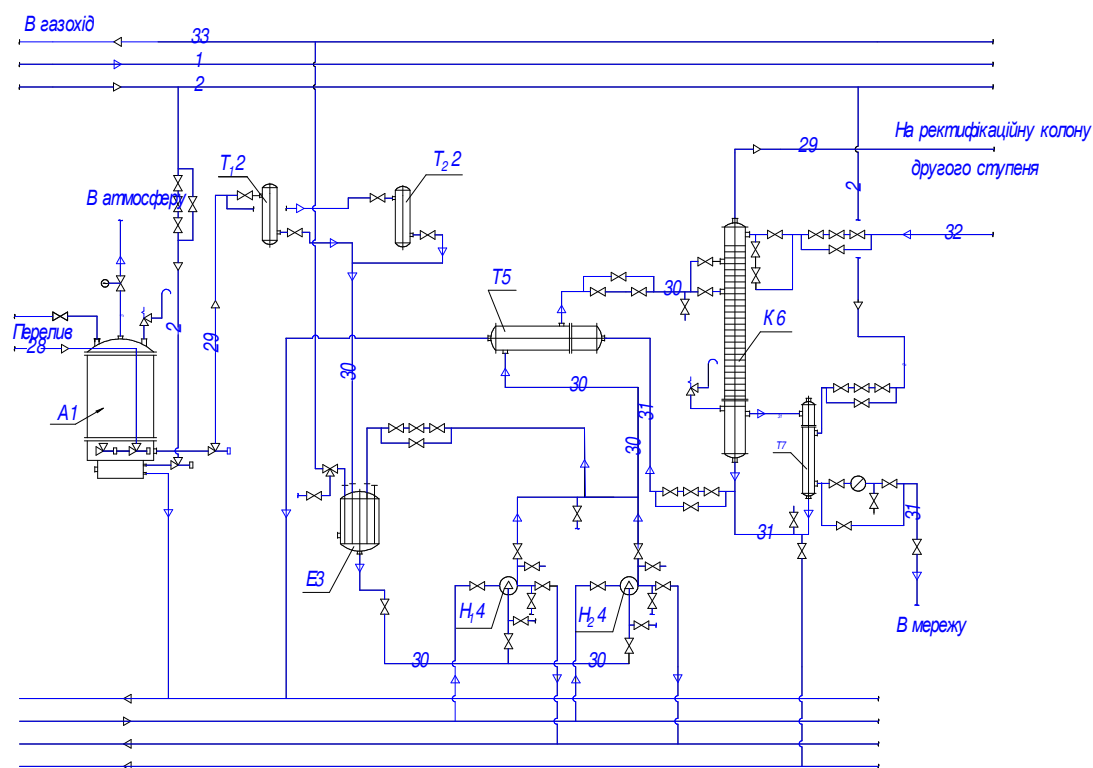
ЗАСТОСУВАННЯ КОЖУХОТРУБНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ В ПРОЦЕСІ РЕКУПЕРАЦІЇ ПАРІВ АЦЕТОНУ

к.т.н., доц. І.А.Андреєв, студент А.М.Демидюк

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Технологічна схема ділянки рекуперації парів ацетону представлена на рисунку.



A1 – адсорбер вертикальний; T2 – конденсатори рекуперату; E3 – збірник рекуперату; H4 – насоси відцентрові АХ-Е40-25-160к255(робочий і резервний); T5 – теплообмінник кожухотрубний горизонтальний (підігрівач);

K6 – колона ректифікаційна; T7 – випарювач виносний

Рисунок – Технологічна схема ділянки рекуперації парів ацетону (відділення ректифікації)

В промисловому масштабі цей процес здійснений на Броварському заводі порошкової металургії. Ацетон – повітряна суміш з відділення

промивання і пропитування тканини цеху "натурних виробів" з концентрацією органічних розчинників (ацетон, сліди толуолу) до $16,8 \text{ г/м}^3$ ($0,0168 \text{ кг/м}^3$) поступають на установку рекуперації ацетону.

В наведеному процесі (див. Рисунок) стандартні кожухотрубні теплообмінники використовуються у якості конденсаторів рекуперата (поз. T_1 та T_2), випарника (поз. T_7) і підігрівача (поз. T_5), в якому відбувається підігрів ацетоно-водяної суміші до температури 74°C (347K), що подається на живлення колони (поз. K_6), кубовим залишком (майже вода) ректифікаційної колони.

Кожухотрубні теплообмінники є найбільш поширеними апаратами в хімічній промисловості. Такі теплообмінники складаються з пучка труб, кінці яких закріплені в спеціальних трубних решітках. Пучок труб розміщується всередині загального кожуха, причому один з теплоносіїв рухається по трубах, а інший – у просторі між кожухом і трубами (міжтрубний простір).

Різноманітне застосування кожухотрубних теплообмінників потребує індивідуального підходу до кожного окремого випадку. Проведений літературний і патентний пошук показали, що в останній час з'явилося багато прикладів удосконалення таких апаратів, що полягають, наприклад, у підвищенні інтенсивності тепловіддачі (патенти України на корисну модель №№ U 932, U 41616, U 60674), зменшенні впливу температурних напружень на трубну решітку та фланцеві з'єднання (патент України на корисну модель № U 47687), покращенні умов обслуговування (патенти України на корисну модель №№ U 28583, U 72403), підвищенні ефективності теплообміну і надійності теплообмінника (патент України на корисну модель № U 54517), зменшенні габаритів і маси (патент РФ на винахід № 2451888), спрощенні конструкції (патент України на корисну модель № U 26908) та т. ін.

Враховуючи можливості подальшого удосконалення кожухотрубних теплообмінників і особливості процесів, які в них здійснюються на ділянці рекуперації парів ацетону, у подальших дослідженнях планується провести пошукові роботи з модернізації цих апаратів.

УДК 532.137: 666.97

УДОСКОНАЛЕННЯ ВІБРОЕКСТРУЗІЙНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

к.т.н., доц. І.А.Андрєєв, студентка Е.О.Овсяннікова
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

В процесі віброекструзії фібробетонних виробів для якісного перемішування компонентів суміші необхідно застосовувати декілька віброекструдерів через нерівномірність зсувних деформацій, що виникає у перерізі змішувальних каналів.

Величина необхідної сумарної деформації зсуву для забезпечення якісного змішання залежить від компонентів суміші, а також від матеріалу і питомої поверхні фібр. Практично ступінь змішування характеризується швидкістю віброекструзії. Через те, що при віброекструзійному змішуванні не відбувається руйнування фібрової арматури, в результаті послідовного проходження суміші через декілька каналів настає момент, коли швидкість віброекструзії стабілізується (зростання її припиняється). Це свідчить про повне змочування фібр розчином.

Так, при проектуванні дослідно-промислової установки віброекструзії розмір і кількість змішувальних каналів визначалося фізичним моделюванням процесу з урахуванням складів базальтофібробетонів. Встановлена необхідна кількість каналів ≥ 3 і сумарна деформація зсуву $\sum \bar{\gamma} \geq 26$.

Авторами була запропонована конструкція віброекструдера, що дозволяє вирівнювати деформації зсуву, у всьому об'ємі матеріалу [1]. В запропонованому апараті між стінками бункера і вертикальними перегородками, а також між вертикальними перегородками і похилими перегородками утворюються плоскі несиметричні канали, які звужуються. Якість змішування у таких каналах набагато вище ніж у традиційних симетричних. Таким чином покращується однорідність суміші і міцність виробів, що формуються.

Розрахункова схема плоского несиметричного каналу, який звужується і в якому здійснюється плин суміші, подана на рисунку.

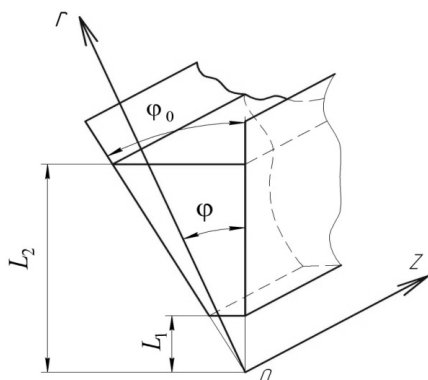


Рисунок – Розрахункова
схема несиметричного каналу

Середня деформація зсуву $\bar{\gamma}$ в результаті проходження сумішшю каналу на ділянці $0 \leq \varphi \leq 0,5\varphi_0$:

$$\bar{\gamma} = \frac{(L_2 - L_1)^2 (1 - \cos \varphi_0)}{L_1 L_2 \ln \frac{L_2}{L_1} (\operatorname{tg} \varphi_0 - \varphi_0) \cos \varphi_0},$$

на ділянці $0,5\varphi_0 \leq \varphi \leq \varphi_0$:

$$\bar{\gamma} = \frac{(L_2 - L_1)^2 (\cos \varphi_0 - 1)}{L_1 L_2 \ln \frac{L_2}{L_1} (\operatorname{tg} \varphi_0 - \varphi_0) \cos \varphi_0} [2],$$

де φ_0 - кут нахилу похилої стінки каналу до вертикалі, рад.; L_1 - відстань від початку координат до вихідного зрізу бункера, м; $L_2 - L_1$ - висота стовпа суміші в бункері, м.

За наведеними формулами був проведений розрахунок сумарної деформація зсуву, що отримує суміш в результаті застосування запропонованого віброекструдера. Отримано $\sum \bar{\gamma} = 28$, що більше мінімально необхідного значення для повного змішування компонентів суміші. Це дає змогу зробити заміну двох традиційних віброекструдерів для змішування в установці на один запропонований.

Перелік посилань:

1. Заявка на патент України. МПК (2012.01) B28B 13/00. Віброекструдер для змішання фібробетонних сумішей / Андреев І.А., Овсяннікова Е. О.; заявник і патентовласник вони же. — № u201211812; заявл. 12.10.2012.

2. Андреев І.А. Особливості віброекструзійного змішування фібробетону в несиметричному каналі / І.А.Андреев, Л.О.Безугла // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2009. – №2. – С. 61-65.

УДК 66.045

ВЕРТИКАЛЬНИЙ ТРУБЧАСТИЙ ТЕПЛООБМІННИК

ЗІ ЗНІМНИМ КОЖУХОМ

к.т.н., доц. І.А.Андреев, студент А.М.Демидюк

Національний технічний університет України

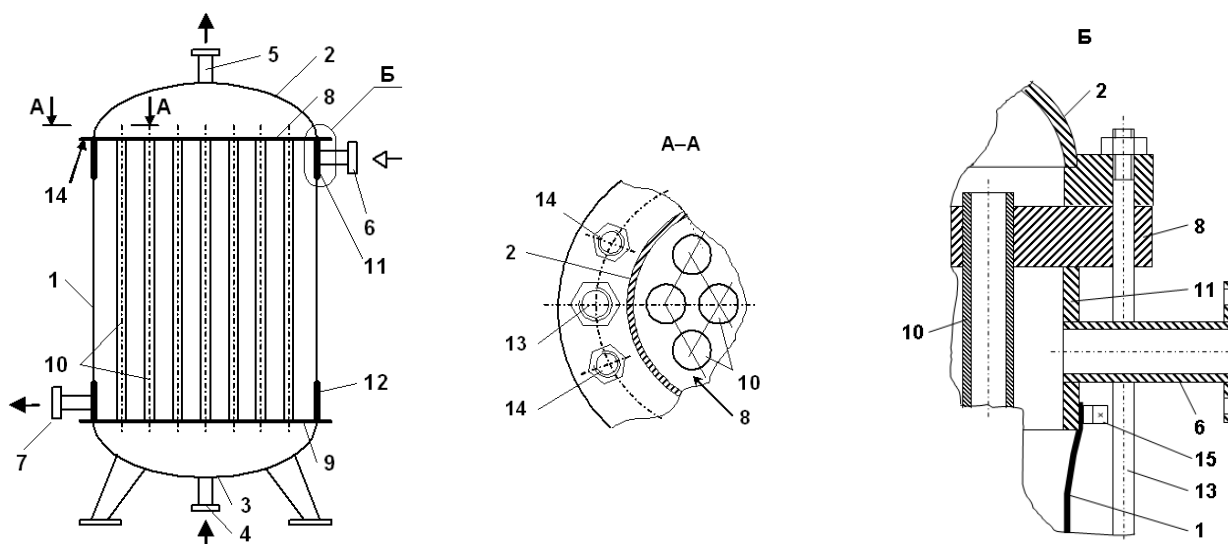
“Київський політехнічний інститут”

Трубчасті теплообмінні апарати є найбільш розповсюдженими в хімічній, нафтохімічній, нафтопереробній, харчовій, теплоенергетичній та інших галузях промисловості.

Стандартний найпростіший кожухотрубний теплообмінний апарат містить незнімний жорсткий кожух, дві кришки, штуцери трубного і міжтрубного просторів, а також дві трубні решітки із закріпленими в них теплообмінними трубами.

Для зменшення матеріалоємності апарата і надання можливості очищувати міжтрубний простір від відкладень кожух виконують знімним з гнучкого матеріалу, а штуцери міжтрубного простору кріплять на трубних решітках [1]. Разом з наведеними перевагами теплообмінник має недоліки: закріплення штуцерів міжтрубного простору на трубних решітках не тільки передбачає виконання трубних решіток надмірної товщини, а і знижує ефективність теплообміну в міжтрубному просторі, у якому реалізується поздовжнє, а не поперечне обтікання теплоносієм теплообмінних трубок.

В результаті проведених пошукових робіт авторами запропоновано нове конструктивне виконання теплообмінника, яке разом з перевагами попереднього апарата забезпечує можливість застосування трубних решіток меншої товщини, а також підвищення ефективності теплообміну в міжтрубному просторі за рахунок поперечного обтікання теплоносієм теплообмінних трубок [2]. Наведені переваги були отримані за рахунок того, що штуцери міжтрубного простору і кожух закріплено на приєднаних до трубних решіток циліндричних кільцях (див. Рисунок).



1 – кожух; 2, 3 – кришки; 4 - 7 – штуцери; 8, 9 – трубні решітки; 10 – теплообмінні труби; 11, 12 – циліндричні кільця; 13 – жорсткі стрижні; 14 – болти; 15 – стрічкові хомути

Рисунок – Вертикальний трубчастий теплообмінний апарат

Теплообмінник дає змогу збільшити номінальний діаметр штуцерів міжтрубного простору без збільшення товщини трубних решіток.

Застосування апарата з кожухом із гнучкого матеріалу доцільне, коли в міжтрубному просторі теплоносій перебуває під невеликим тиском (газ або пара, що конденсується). При цьому кожух, виконаний з матеріалу з низьким коефіцієнтом теплопровідності (наприклад, з гуми) зменшуватиме теплові втрати в навколишнє середовище.

Перелік посилань:

1. Пат. 28583 U Україна, МПК (2006) F28D 7/00. Вертикальний трубчастий теплообмінний апарат / Мікульонок І.О., Рябцев Г.Л.; заявник і патентовласник Націон. тех. ун-т України „Київ. політех. ін-т”.. – № u200709971; заявл. 06.09.2007; опубл. 10.12. 2007, бюл. № 23.

2. Заявка на патент України. МПК (2012.01) F28D 7/00, F28F 9/00. Вертикальний трубчастий теплообмінний апарат / Андреев І.А., Демидюк А.М., Мікульонок І.О.; заявник і патентовласник вони же. — № u201212226; заявл. 25.10.2012

УДК 661.938

КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛООБМІННИК У СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА АМІАКУ

студ. Коваленко Д.В., студ. Погребна І.Д., асистент Михальчук О. Д.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Кожухотрубні теплообмінники забезпечують обмін теплової енергії між газами та рідинами. Вони мають найбільш поширену конструкцію теплообмінних апаратів.

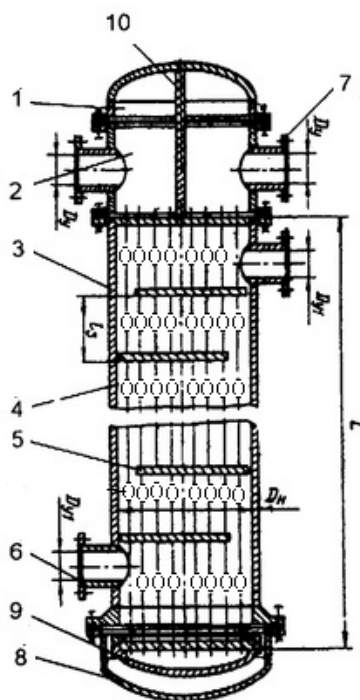
Надійна робота агрегату виробництва аміаку великої одиничної потужності (1360 тон/доб) можлива тільки у тому випадку, якщо постійно підтримується висока виробнича дисципліна, забезпечена відповідна міра надійності роботи усієї апаратури і устаткування, своєчасно і якісно проводяться планово-запобіжні ремонти. Найбільша ефективність синтезу аміаку досягається при оптимізації таких параметрів процесу, як тиск, температурний режим, об'ємна швидкість, склад газу, що подається в реактор синтезу аміаку, а також активізації теплообмінну між газовою сумішшю та циркуляційним газом у теплообмінниках.

Метою роботи є модернізація та проектування кожухотрубного теплообмінника у схемі виробництва аміаку.

Поставлена задача вирішується тим, що теплообмінник містить в собі розподільчу камеру з кришкою, з'єднаною з кожухом, теплообмінні труби, з'єднанні перегородками з сегментними вирізами, та штуцера для між трубного і трубного простору, який відрізняється тим, що теплообмінник розміщено вертикально, а теплообмінні труби виконано з перемінним повздовжнім профілем.

Кожухотрубний теплообмінник, що зображений на рисунку 1 містить розподільну камеру 2 з кришкою 1, з'єднану з кожухом 3, теплообмінні труби з перемінним повздовжнім профілем 4 довжиною L, перегородки 5 із сегментними вирізами, штуцера 6 для міжтрубному простору, штуцера 7 для трубного простору і кришку 8 кожуха, всередині якої розміщена кришка 9 плаваючої головки. Розподільна камера 2 розділена перегородкою 10. Діаметри умовного

проходу штуцерів 7 для трубного простору дорівнюють D_y , а штуцерів 6 для міжтрубного простору дорівнюють D_{y1} . Незакріплена на кожусі 3 друга трубна решітка разом з внутрішньою кришкою 9, що відокремлює трубне простір від міжтрубного, утворює плаваючу головку. Запропонована конструкція виключає температурні напруження в кожусі 3 і трубах 4.



1-кришка, 2-розподільна камера, 3-кожух, 4-теплообмінні труби, 5-перегородки із сегментними вирізами, 6-штуцера для між трубного простору, 7-штуцера для трубного простору, 8-кришка кожуха, 9-кришка плаваючої головки, 10-перегородка.

Рисунок 1-кожухотрубий теплообмінник

Загалом запропонована конструкція відповідає заданим вимогам за рахунок підвищення коефіцієнту тепловіддачі, ефективного зменшенні використання виробничої площі, можливості регулювання по конденсату, що в свою чергу дозволяє підтримувати надійність та продуктивність процесу.

Перелік посилань:

3. Патент RU 2306515.
4. Процеси та обладнання хімічної технології: підруч. У 2 ч. Ч. 1. / Я. М. Корнієнко, Ю. Ю. Лукач, І. О. Мікульонок та ін. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 300 с.

МАЛОТОННАЖНІ УСТАНОВКИ З ПЕРЕРОБКИ НАФТИ ТА ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТУ

студентка Юрченко М.С., к.т.н., доц. Ракицький В.Л. ,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В останні роки збільшився інтерес до розробки малотоннажних установок з переробки нафти та газового конденсату. Вказане викликано можливістю приватизації нафтових і газоконденсатних родовищ в тому числі й малої потужності, що призвело до зростання кількості вказаних міні комплексів. Ситуація, що склалася в свій час в СРСР, а пізніше в СНД, перш за все в Росії, мала ряд специфічних особливостей, головна з них – це віддалення основних нафтовидобувних регіонів (Західна Сибір) від нафтопереробних підприємств, розташованих переважно в Європейській частині держави. Це особливо гостро позначилося на забезпеченні вказаного району моторним паливом. З ціллю зменшення вказаного дефіциту в Тюменській області (Сургуті, Нижневартовскі) були побудовані малотоннажні установки з переробки нафти. Так, наприклад, установка в Нижневартовскі розрахована на переробку 100 тис. тон нафти за рік з отриманням бензинової і дизельної фракції, а також мазуту. Дизельна фракція незалежно від цетанового числа застосовувалась як дизельне пальне для місцевих транспортних засобів, мазут - як котельне паливо, а бензинова фракція (кінець кипіння – 140 ° С) закачувалась в нафтові свердловини і застосовувалась для розриву пластів.

Першою в Україні малотоннажною установкою по переробці газового конденсату є побудована в середині 90-х років складу ЗАО «МТН-Полтава» установка потужністю 18 тис. тон/рік по сировині. На установці використано вітчизняне обладнання Черновицького машинобудівельного заводу. Проектом передбачався вихід прямогоного бензину – до 60%, дизельного палива – 30%, мазуту – 5-7% . У випадку відсутності в газовому конденсаті дизельної фракції, вихід бензинової фракції на цій установці може складати до 85%.

До числа ведучих в Україні малотоннажних комплексів по переробці вуглеводневої сировини, потрібно віднести установку потужністю 300 тис. тон/рік нафти в Маріуполі (Азовська нафтова компанія, постачальник обладнання американська фірма «Ventek»), 4 установки проектною потужністю 25 тис. тон за рік в Запоріжжі (постачальник обладнання «Турбогаз»), в Донецькій області («Коксохімпроект»), в Харківській області (Oktan, Словакія) установка в Чернівецькій області виробництва ОАО «Чернівецький машинобудівний завод». Відома також споруджена в м. Кременчук установка ЗАО «Фобос» продуктивністю 15 тис. тон на рік (постачальник обладнання НПО «МАСМА»), а також для інших установок продуктивністю 10 і 5 тис. тон нафти на рік.

Міні установки мають ряд переваг перед великими промисловими установками, до числа яких перш за все потрібно віднести зниження вартості отриманого палива (розуміється сертифікованого, а це звичайно літнє дизельне паливо і топковий мазут) за рахунок скорочення транспортних витрат – наближення до місця видобутку нафти чи газового конденсату, або до місця потреби палива – для пересувних установок. Вартість самої сировини безумовно нижче, ніж на великих НПЗ чи на ГПЗ. Немаловажним фактором є можливість залучення в сферу переробки малодебітних родовищ і родовищ з непромисловими запасами вуглеводневої сировини, тут немає необхідності в додаткових інвестиціях на розвідку родовищ.

Перелік посилань:

1. Проспект фірми «Farsythe Int.»
2. Petroleum scene heating in fledgling cruse export Papua New Guinea. Oil and gas I., 1994, 92, N16, p.22-26.
3. Oil and gas J., 1990, 88, N6, p.53.
4. Гориславец С.П., Ильенко Б.К. Малотоннажная установка первичной переработки нефти // Эко технологии и ресурсосбережение. -2000. – N.2 – с.454 – 50.

УДК 66.023

БАРАБАННА СУШАРКА У СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА ТЕХНІЧНОГО ВУГЛЕЦЮ

студ. Гудков М.М., асистент Михальчук О. Д.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

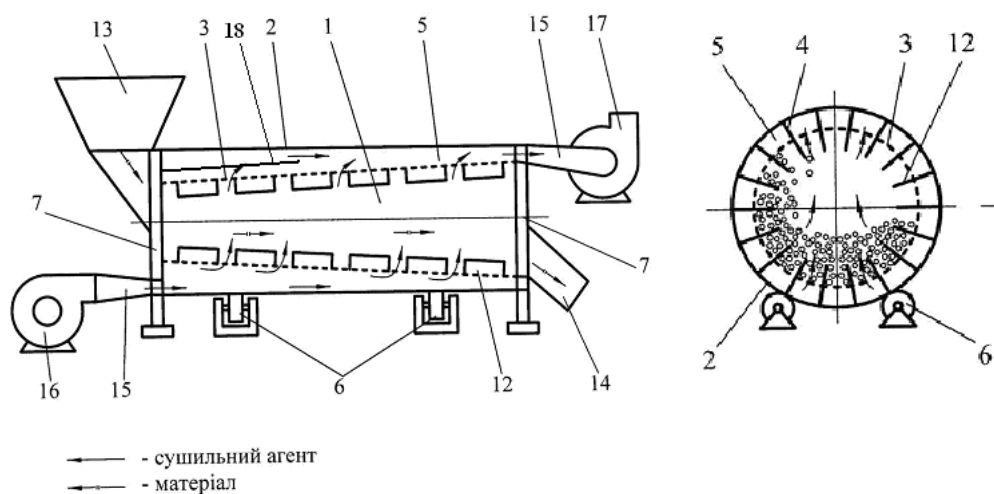
Барабанна сушарка застосовується для сушіння сипучих, зернистих і дрібно шматкових матеріалів. У сушарках цього типу тепло сушильного агента безпосередньо передається матеріалу в обертовому сушильному барабані. В якості сушильного агента використовується нагріте повітря або димові гази.

Технологічна схема виробництва сажі включає процес неповного спалювання в основному рідких вуглеводнів з подальшим поділом газоподібних продуктів реакції і сажі. Утворення гранул сажі відбувається при інтенсивному змішанні сажі з водою у співвідношенні 1:1 з наступним сушінням вологою гранульованої сажі в сушильному барабані. Сушка гранульованої сажі здійснюється високотемпературними димовими газами, які утворюється при спалюванні вуглеводневого палива і найчастіше - природного газу з теплотою згоряння близько 8000 ккал/ , витрата якого складає $120 \div 130$ на 1 т сухої гранульованої сажі.

Метою роботи є модернізація та проектування барабанної сушарки у схемі виробництва технічного вуглецю.

Поставлена задача вирішується тим, що барабанна сушарка містить в собі перегородку 18, з'єднаною з нерухомою кришкою, яка передбачає утримання сушильного агента в сушарці. Перегородка знаходиться в просторі між циліндричним кожухом та конусом. Через малий гідравлічний опір частина сушильного агента буде виходити через верхню частину барабана в відсмоктувальний вентилятор. Як результат – не раціональне використання сушильного агента та низько ефективний процес сушіння. Перегородка забезпечить утримання сушильного агента в середині барабану, що в свою

чергу покращує інтенсивність процесу сушіння та якість сушіння. Сушильний агент буде використовуватись раціонально.



1- сушильний барабан, 2- циліндричний кожух, 3- конус, 4-перегородки ,
5- секції, 6- опорноприводні ролики, 7- нерухомі кришки, 12- полицки, 13-
завантажувальний бункер, 14- вивантажувальний патрубок, 15- повітропровід,
16- нагнітаючий вентилятор, 17- відсмоктувальний вентилятор .

Рисунок 1- Барабанна сушарка

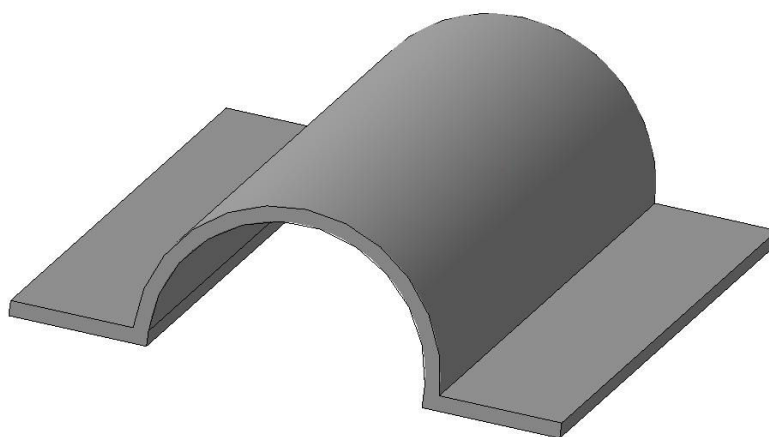


Рисунок 2- Перегородка

Перелік посилань:

1. Патент UA 90341.
2. Процеси та обладнання хімічної технології: підруч. У 2 ч. Ч. 1. / Я. М. Корнієнко, Ю. Ю. Лукач, І. О. Мікульонок та ін. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 300 с.

УДК 665.63

**ІНТЕНСИФІКАЦІЯ КИПІННЯ ШТУЧНО ЗМІНЕНОЮ
ШОРСТКІСТЮ ЗОВНІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ ТРУБ У
КОЖУХОТРУБНОМУ КИП'ЯТИЛЬНИКУ.**

ст. викл. Двойнос Я. Г., студент Хотинецький М. І.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Інтенсифікація процесів теплообміну має важливе значення для економії енергетичних ресурсів та зниження капітальних затрат у виробництві.

Метою дослідження є аналіз ефективності інтенсифікації процесу кипіння у між трубному просторі кожухотрубного кип'ятильника підготовки водяної пари для пропарки каталізатора перед його випалюванням у технологічній схемі каталітичного крекінгу нафти.

Вплив інтенсифікації кипіння тим більший, чим більший тепловий опір процесу кипіння відносно загального теплового опору процесу $r(\text{кипіння})/r(\text{загальне}) = k/\alpha_{\text{кипіння}}$, рисунок 1. Економічне обґрунтування інтенсифікації процесу кипіння можна визначити за впливом затрат на модернізацію обладнання та зменшенням його розмірів, зниженням температури гріючого теплоносія. Огляд літературних джерел [1, 2, 3] визначив шляхи інтенсифікації – створення штучної шорсткості, або нанесення пористого покриття, та оцінити ефект від інтенсифікації, обрано спосіб нанесення штучної шорсткості динамічним обстрілом колотим дробом.

Визначено оптимальні параметри шорсткості, за яких впадини та шпарини утримують пару та можуть бути ініціаторами пароутворення, - ці параметри відповідають розмірам пухирців пари, які можуть схлопнути $R_{кр}$ за рахунок сил поверхневого натягнення σ , але ще не достатньо великі, щоб відірватися від поверхні рисунок 2. Встановлено, що максимальний ефект за $\Delta t_{кип} < 8^\circ\text{C}$ $\alpha_{кип_нове}/\alpha_{кип} = 7,5$ інтенсифікації кипіння відповідає 6-7 класу чистоти поверхні, тобто $R_z = 5-10$ мкм.

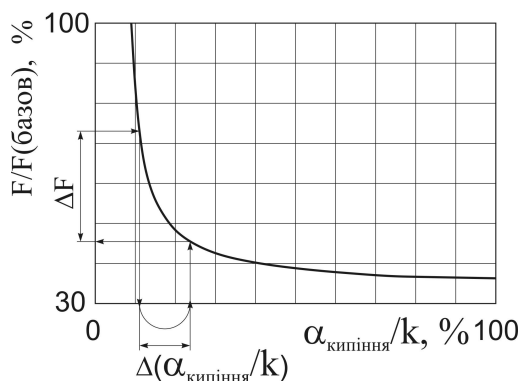


Рисунок 1 – Ефективність інтенсифікації кипіння

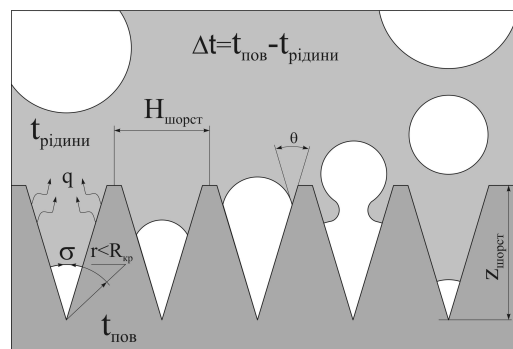


Рисунок 2 - Кипіння пухирцеве із зовнішньої поверхні труб

Проведено проектний розрахунок кип'ятильника кожухотрубної конструкції, визначено коефіцієнти тепловіддачі при кипінні $\alpha_{\text{кип}}=11645$ Вт/(м²К), теплопередачі $k=5445$ Вт/(м²К), температурний напір при кипінні $\Delta t_{\text{кип}}=4,68^\circ\text{C}$, необхідна площа теплообміну $F=22,6\text{ м}^2$, $k/\alpha_{\text{кип}}=0,47$. Після модернізації: $\alpha_{\text{кип}}=23385$ Вт/(м²К), $k=7116$ Вт/(м²К), $\Delta t_{\text{кип}}=3,04^\circ\text{C}$, $F=17,3\text{ м}^2$.

Розрахункове зменшення необхідної площі поверхні теплообміну на 23,5%, або температури гарячого теплоносія на $3,28^\circ\text{C}$ дозволяє рекомендувати впровадження методу у виробництво кип'ятильників, подано заявку на патент.

Висновок: обробка зовнішньої поверхні труб кип'ятильника кожухотрубної конструкції має сенс за умов $k/\alpha_{\text{кип}}$ не менше 0,1, що відповідає конденсації гарячого теплоносія, або його турбулентному руху, а також за умов температурного напору процесу кипіння не більше $\Delta t_{\text{кип}}=10^\circ\text{C}$.

Перелік посилань:

1. Влияние искусственной шероховатости на процесс пузырькового кипения ... Т. Ш. Маграквелидзе, Х. Н. Ломидзе. 6-й Минский Международный Форум по Тепломассообмену ММФ 2008, Минск.
2. Кипение жидкости на поверхностях с пористыми покрытиями. В. М. Поляев, Б. В. Кичатов, МГТУ им. Баумана.
3. Інтенсифікація роботи генератора. Д. М. Корінчук, Д. А. Русавський, збірник тез доповідей VIII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених, частина 2, НТУУ "КПІ", м. Київ, с. 27-28.

УДК 532.137: 666.97

ЗАСТОСУВАННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ЛОТОКІВ

к.т.н., доц. І.А.Андреев, студентка Д.Ю.Шмельова

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Дисперсне армування бетону є сучасним напрямком покращення практично всіх його основних фізико-механічних характеристик за рахунок залучання фібр у спільну роботу з бетоном при виникненні напружень.

Спеціально розроблений віброекструзійний спосіб формування фібробетонних виробів дозволяє використовувати будь-які фібри при знижених водоцементних відношеннях і без застосування поверхнево-активних речовин. В процесі віброекструзії фібробетону можна здійснювати потрібну орієнтацію фібр, що підвищує ефективність армування бетону.

Авторами було запропоновано застосувати віброекструзію для виготовлення фібробетонних виробів типу лотоків [1].

При застосуванні для армування бетонної матриці грубих базальтових фібр фізико-механічні характеристики композиції порівняно з дрібнозернистим бетоном значно покращуються (див. таблицю).

Таблиця. Фізико-механічні характеристики базальтофібробетону і дрібнозернистого бетону

Найменування характеристик	Дрібнозернистий бетон	Базальтофібро-бетон
Границя міцності при стиску, МПа	40,0	50,0
Границя міцності при розтягу, МПа	2,0	7,0
Границя міцності при вигині, МПа	8,0	18,0
Ударна в'язкість, кН·м/м ²	11,4	44,2
Морозостійкість, циклів	50	150
Зношуваність, МПа	$1,4 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$

Наведені характеристики базальтофібробетону дозволяють виготовляти з цього матеріалу кормушки і лотки для видалення гною замість залізобетонних

аналогів (Рисунок 1, 2) в фермах для великої рогатої худоби. При цьому значно зменшується маса виробів.



Рисунок 1 – Кормушка довжиною 1,2 м і шириною 0,37 м (модель LIRA)

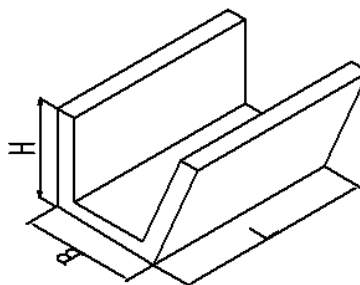


Рисунок 2 – Лоток для видалення гною ЛТ8

($L = 2,98$ м; $H = 0,7$ м; $B = 0,4$ м)

Віброекструзійні базальтофібробетонні лотки характеризуються високою довговічністю і можуть знайти широке застосування також для обладнання підземних інженерних комунікацій для гарячого і холодного водопостачання, прокладки кабелів, при будівництві підземних і багатоповерхових гаражних комплексів і т. ін.

Перелік посилань:

1. Андреев І.А. Спосіб виготовлення фібробетонних лотків / І.А.Андреев, Д.Ю.Шмельова // Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів: XI всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ, 12-13 грудня 2012 р.): тез. допов. – 2012.– С. 71-72.

УДК 66.047.69

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА СПУЧЕНИХ ПЕРЛІТІВ, МОДЕРНІЗАЦІЯ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ БН2,0-8НУ-03

ст. викл. Двойнос Я. Г., студент Назарчук В. В.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Технологічна схема виробництва спученого перліту [1, 2] включає термообробку сировини та спучення у барабанних або шахтних печах. Процес спучення відбувається за рахунок звільнення гідратної води та розм'якшення перліту при температурі 900-1200°C.

Запропоновано новий метод розрахунку температури та часу попередньої термообробки з метою отримання контрольованих значень уявної густини продукту та мінімальної долі відкритих пор. Випаливши зайві летючі сполуки в процесі термічної обробки зменшується їх утворення в процесі спучення, за рахунок чого контролюється уявна густина продукту, а також досягається мінімальна доля відкритих пор.

Початкова кількість газоподібних складових у породі залежить від місця видобутку породи (її складу), визначається витратою ваги після прокалювання. Кінцевий вміст цих продуктів після термообробки визначається так само, та перевіряється методом [3] визначення температури спучення та мінімальної насипної щільності спученого перлітового піску в муфельній печі.

Процес термічної обробки включає наступні стадії: прогрів породи до 100°C; випарування вільної води з поверхні; прогрів сухої породи до температури попередньої термообробки; витримка породи за температури термообробки до закінчення десорбції газоподібних складових з породи.

Проведено розрахунок барабанної сушарки БН2,0-8НУ-03, для породи "Береговського кар'єра" Закарпатської обл. – пісок рядової групи зернового состава розмір часток піску 0,16-5,0 мм стандартної технологічної схеми виробництва спученого перліту насипної щільності 200 кг/м³, продуктивність 3000 кг/год. Результати розрахунку дозволили звузити значення температури попередньої обробки породи з рекомендованого діапазону [1] 200-700°C до 275°C – протягом 35 хвилин. Існуюча сушарка не забезпечує даної вимоги як у часі, так і по однорідності отриманого продукту.

З метою вдосконалення процесу виробництва виконано модернізацію існуючої барабанної сушарки, що дозволило(теоретично):

1. Збільшити час обробки до 65 хвилин, і таким чином поліпшити якість продукції [6]: зменшити водопоглинання з 125% до 100%, збільшити теплопровідність, міцність з 0,10 до 0,12 МПа.

2. Зменшити витрати теплової енергії димових газів за рахунок зниження температури стінок сушарки з 290°C до 210°C.

Схему модернізації надано на Рисунок 1. Подано заявку на патент України.

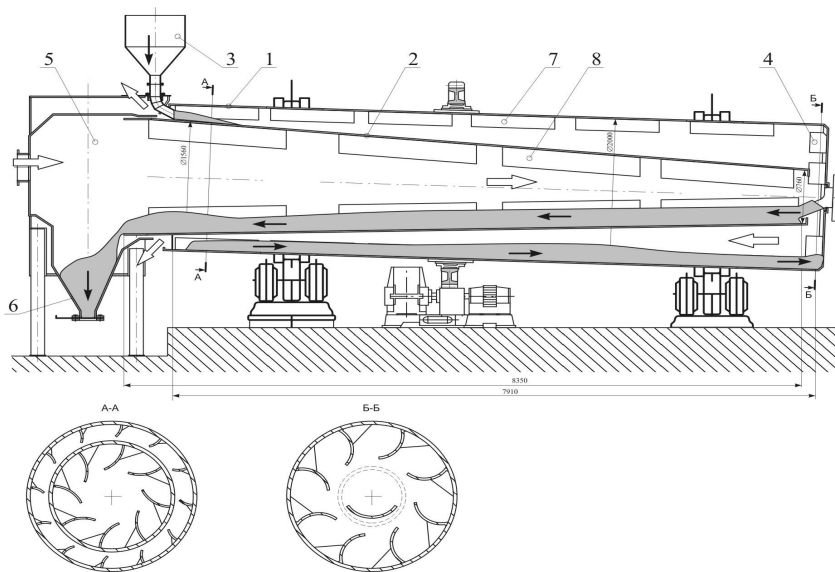


Рисунок 1 Схема модернізації барабанної сушарки БН2,0-8НУ-03

Поз. 1 – не модернізована сушарка; 2- нова насадка; 3- механізм загрузки породи; 4- під'йомна частина мішалки; 5- камера декомпресії димових газів для зменшення їх швидкості; 6- гідрозатвор для обробленої породи; 7, 8- елементи перемішування.

Перелік посилань:

1. Строительные материалы и изделия: учебник для инж.-экон. Спец. Строит, вузов. — 5-е изд., перераб. И доп. Издательство «высшая школа», 1988, с изменениями.

2. Горлов ю. П. Технология теплоизоляционных материалов. – м., изд. “стройиздат”, 1980.

3. Гост 25226-96 “щебень и песок перлитовые для производства вспученного перлита”.

УДК621.2

ТЕПЛООБМІННИК УСТАНОВКИ ГРАНУЛЯЦІЇ ДОБРИВ В ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ

ст. викл. Магазій П.М., студент Хотинецька М.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Інтенсивність теплообміну можна підвищувати відповідно основному закону теплопередачі, за рахунок збільшення різниці температур між стінкою і середовищем, збільшення поверхні теплообміну, а також зменшення термічного опору.

Всі ці можливості реалізуються завдяки зміні конструкції теплообмінних труб.

Теплообмінні труби розташовані в трубній решітці в шахматному порядку і мають перемінний спіральний профіль, з заданим кроком (рисунок).

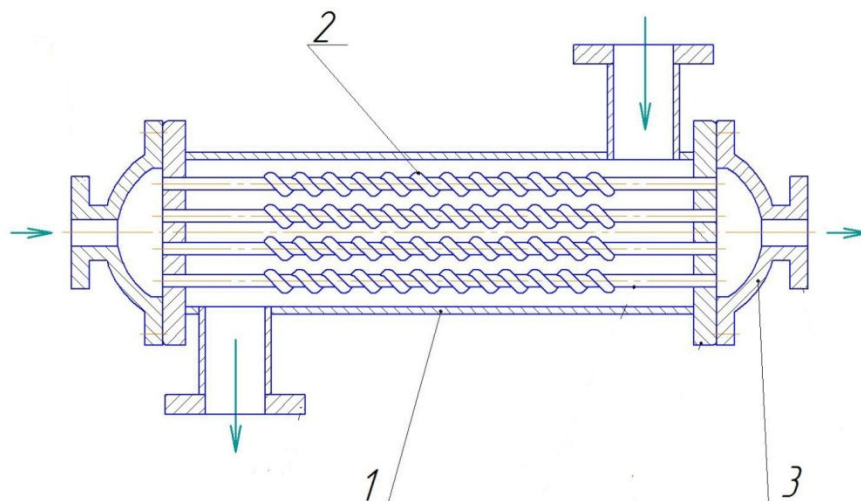


Рисунок. Кожухотрубний теплообмінник

1- корпус, 2- труби, 3- кришка

При русі рідини в середині трубок потік закручується, чим досягається краща турбулізація і зменшення пристінного ламінарного шару і відповідно термічного опору; за рахунок відцентрових сил холодні шари розчину, що мають меншу температуру і більшу густину, переміщуються до стінок труби і

чим досягається більша різниця температур між стінкою труби і середовищем, чим в трубах з циліндричним прямим профілем.

Завдяки розвинутому профілю труб збільшується і загальна поверхня теплообміну, що дозволяє зменшити габарити теплообмінника. Також краще турбулізується на щільнішому профілю труб потік рідини в міжтрубному просторі, що поліпшує загальний коефіцієнт теплопередачі.

Очевидно, потрібні додаткові дослідження для визначення економічної доцільності запропонованого вдосконалення, через додаткові затрати виготовлення профільних труб.

Перелік посилань:

1. Корнієнко Я. М. Методичні вказівки до проведення НДРС з курсу «Процеси та апарати хімічної технології» 1995 р.
2. Подмогильний Н. В., Корниенко Я. Н., Сильвестров А. Н. Управление качеством гранулирования минеральных удобрений.
3. Корнієнко Я. М. Технічні способи грануляції.

УДК665.63 (075.8)

ПАРОГЕНЕРАТОР ДЛЯ ДОБУВАННЯ ВОДЯНОЇ ПАРИ УСТАНОВКИ ПЕРЕРОБКИ НАДСМОЛЬНОЇ АМІАЧНОЇ ВОДИ.

асистент Гатілов К.О., студент Лавреха А.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Парогенератор використовуються для підігріву води до стану водяної пари (~373K) яка є тепловим живленням колони. Схема парогенератора наведена на рисунку.

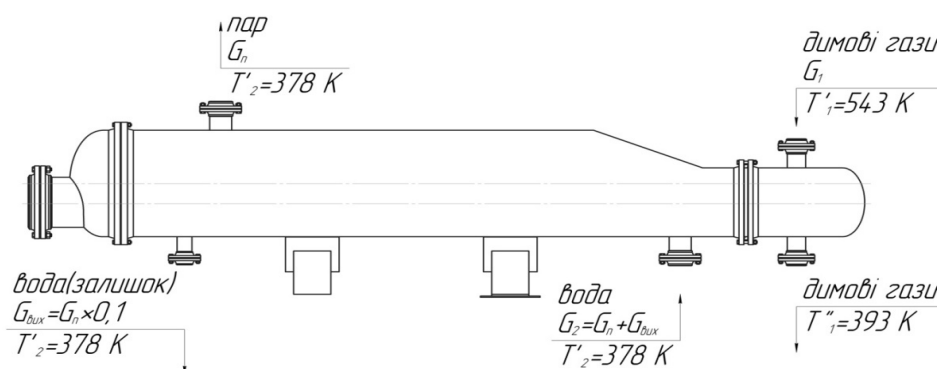


Рисунок – Конструктивна схема парогенератора

Технічна вода подається до між трубного простору де підігрівається до стану водяної пари. Потім пара проходить краплевідбійник та подається до колони через трубопровід. Гарячим теплоносієм слугують димові гази, що рухаються у трубному просторі.

Різноманітне застосування парогенераторів потребує індивідуального підходу до кожного окремого випадку. Проведений літературний і патентний пошук показали, що в останній час з'явилося багато прикладів удосконалення таких апаратів, що полягають, наприклад, у підвищенні швидкості нагрівання води й скорочення часу на паротворення, у результаті чого збільшується ККД парогенератора, його продуктивність і економічність (патенти України на корисну модель № 47152 А, 60669), можливість встановлення підвісом та зовсім портативно (патент України на корисну модель № 89640, 13301), покращенні умов обслуговування (патенти України на корисну модель № 50871, 50872), підвищенні ефективності пароутворення (патент України на

корисну модель № 73830),застосування в ядерній технології (патент України на корисну модель № 21863),і т. ін.

Враховуючи можливості подальшого удосконалення парогенераторів і особливості процесів, які в них здійснюються, у подальших дослідженнях планується провести пошукові роботи з модернізації цих апаратів.

Вплив різних параметрів на процес переробки надсмольної аміачної води наведені у таблиці.

Таблиця. Процес переробки аміачної води.

Параметр	Автоматизація
$L_1 = 2 \pm 0,2$ м рівень надсмольної води у резервуарі	Контроль, Сигналізація, Захист
$L_2 = 2 \pm 0,2$ м рівень надсмольної води у напірному баці	Контроль, Сигналізація
$L_3 = 1,75 \pm 0,2$ м рівень надсмольної води у проміжному збірнику	Контроль, сигналізація
$T_1 = 110 \pm 2$ °C температура у скрубєрі	Контроль
$T_2 = 100 \pm 2$ °C температура у колоні	Контроль, автоматичне регулювання, дистанційне керування
$T_3 = 100 \pm 2$ °C Температура у приколонку	Контроль, автоматичне регулювання, дистанційне керування
$G_1 = 0,18 \pm 0,1 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$ Витрати гострої пари у приколонку	Контроль, автоматичне регулювання, дистанційне керування
$G_2 = 15 \pm 3 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$ Витрати їдконого натру в скрубєрі	Контроль, автоматичне регулювання, дистанційне керування
$x_{\text{аміаку}} = 0,075 \pm 0,03 \frac{\text{г}}{\text{л}}$ Якість вихідного продукту колони	Контроль, автоматичне регулювання

УДК 622.691.4

ГІДРООЧИЩЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА З ЦИРКУЛЯЦІЄЮ ВОДОРОДОВМІСТКОГО ГАЗУ

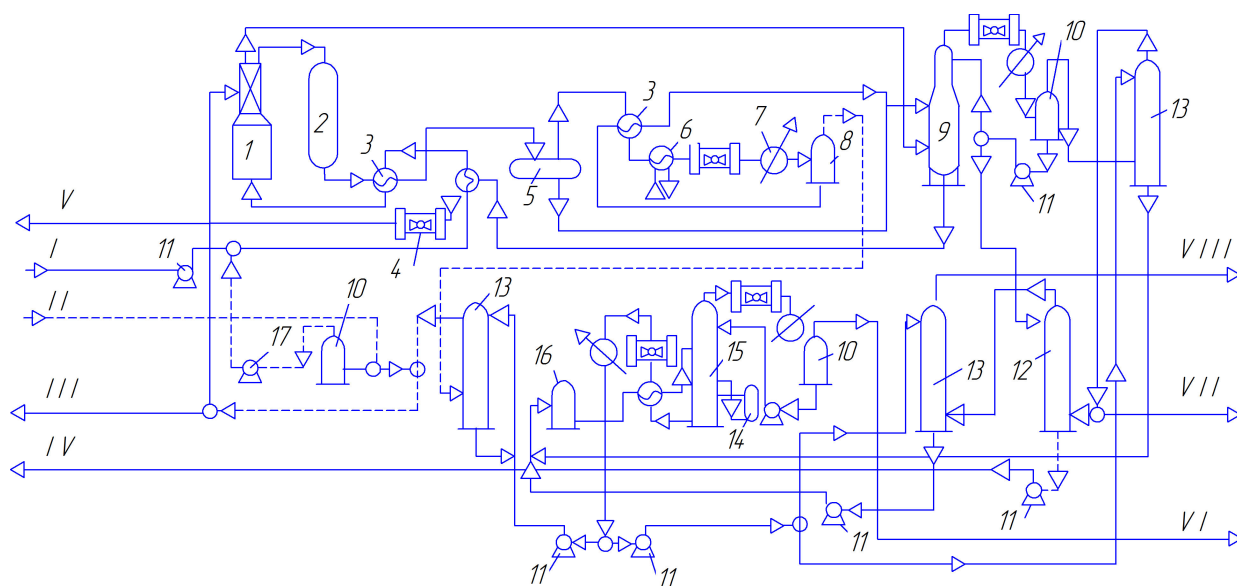
студент Гомельський В.В., асистент Михальчук О.Д.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Дизельне паливо використовується в двигунах, на водному і залізничному транспорті, у різних енергетичних установках. Залишкове дизельне паливо часто використовується в якості котельного палива, в мастильно-охолоджуючих засобах при механічній і гартівних рідинах при термічній обробці металів, а також для обробки шкір.

На Рисунок 1 зображена технологічна схема установки гідроочищення дизельного палива з циркуляцією водородовмісткого газу.



1 - трубчаста піч; 2 - реактор; 3 - теплообмінники; 4 - повітряний холодильник; 5 - гарячий сепаратор; 6 - теплообмінники для отримання пари; 7 - холодильники; 8 - холодний сепаратор; 9 - стабілізаційна колона; 10 - сепаратори; 11 - насоси; 12 - колона для віддуду сірководню з бензину; 13 - абсорбери; 14 - термосифонний ребойлер; 15 - відгонна колона; 16 - дегазатор; 17 - відцентровий компресор; I - сировина; II - ввродородовмісткий газ; III - вуглеводневий газ; IV - бензин-відгін; V - очищене дизельне паливо; VI - сірководень; VII - вуглеводневий газ з установки; VIII - вуглеводневий газ до печей.

Рисунок 1 - технологічна схема установки гідроочищення дизельного палива з циркуляцією водородовмісткого газу

Циркуляційний газ змішується із сировиною, суміш підігрівается стабільним паливом в теплообмінниках 3, яке надходить з нижньої частини стабілізаційної колони 9. Далі потоком газової суміші догрівається в печі 1 до температури реакції і направляється в реактор 2. Після реактора газова суміш, через теплообмінник надходить в гарячий сепаратор 5, де відбувається поділ парогазової суміші і гідрогенізаторів. Парогазова суміш, що йде з гарячого сепаратора, віддає своє тепло для нагрівання гідрогенізаторів, що виходить з холодного сепаратора 8. Там виділяється циркулюючий водородовмісткий газ.

Для підтримки концентрації водню проводиться підживлення свіжим воднем, а частина циркуляційного газу обдувається в колоні 12. Газ після підігріву надходить в стабілізаційну колону 9. Стабільне паливо, що виходить з нижньої частини колони охолоджується в теплообмінниках, повітряному холодильнику і виводиться з установки. Вуглеводні гази, відгін і вода відбираються з верхньої частини колони та після охолодження надходять в сепаратор стабілізаційної колони. Вуглеводневий газ після очищення від сірководню використовується в якості палива для печі установки.

Балансова кількість відгону після очищення від сірководню виводиться з установки.

У дипломному проекті планується розробити повітряний холодильник 4, для якого буде проведено патентний пошук за останні 3 роки, технологічний, гідравлічний, конструктивний розрахунки, розроблено складальні креслення апарата та основних його вузлів. Буде проведено розрахунки економічного обґрунтування його модернізації та розроблені вимоги до техніки безпеки.

Перелік посилань:

1. Справочник нефтепереработчика: Справочник / Под ред. Г. А. Ластовкина, Е. Д. Радченко и М. Г. Рудика. – Л: Химия, 1986. – 648с.

УДК 622.691.4

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОВІТРЯНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА

студент Гомельський В.В., асистент Михальчук О.Д.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Відомий апарат повітряного охолодження патент №2294501 F28D1/04, дата публікації 27.10.2006р., виконаний таким чином, що з внутрішньої сторони стінок встановлені клапани, що не пропускають повітря.

Апарат відноситься до хімічної промисловості і використовується для охолодження рідкої суміші повітрям.

Мета винаходу – інтенсифікувати процес теплообміну. Крім того, при сталій продуктивності по газу, корисна модель дозволяє збільшити коефіцієнт тепловіддачі з боку холодильного агенту.

Мета досягається встановленням ребрень під кутом α . Кут нахилу парних рядів труб співпадають, а непарних – протилежний куту нахилу парних рядів відносно осі труб.

Повітряний холодильник працює таким чином (Рисунок 1). Суміш, що необхідно охолодити, проходить через труби 2 в одному напрямі. Вентилятором обдуваються труби, на яких встановлені ребрення 1 під кутом α . Повітря рухається від верхніх рядів до нижніх. Між трубами повітря перерозподіляється по довжині труб.

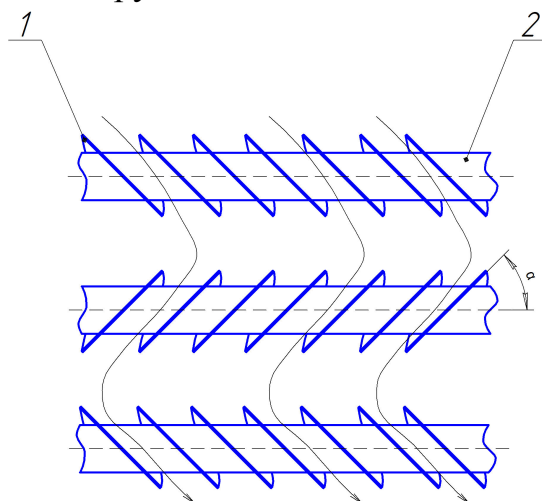


Рисунок 1 – Схема розташування труб.

Проведемо теоретичний розрахунок часу перебування повітря в модернізованій моделі та порівняємо з відомим аналогом, що вказаний вище.

Довільно приймаємо кількість рядів труб $n = 5$, висоту труб з оребренням $L = 5 \cdot 10^{-3}$ м, відстань між оребреннями сусідніх труб $l = 10^{-4}$ м, швидкість повітря $\omega = 5$ м/с.

В першому випадку (рис . 2) відстань S , що проходить повітря, знаходимо за формулою:

$$S_1 = L \cdot n + l \cdot (n - 1) = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 5 + 10^{-4} \cdot (5 - 1) = 2,54 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Час перебування повітря визначаємо за формулою:

$$t_1 = \frac{S_1}{\omega} = \frac{2,54 \cdot 10^{-2}}{5} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

В другому випадку (Рисунок 3) довільно приймаємо $\alpha = 45^\circ$. Відстань S , що проходить повітря знаходимо за формулою:

$$S_2 = \frac{L}{\cos \alpha} \cdot n + l \cdot (n - 1) = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{\cos 45^\circ} \cdot 5 + 10^{-4} \cdot (5 - 1) = 3,53 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Час перебування повітря визначаємо за формулою:

$$t_2 = \frac{S_2}{\omega} = \frac{3,53 \cdot 10^{-2}}{5} = 7,1 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

Порівнюючи значення $t_1 < t_2$, отримуємо висновок: час знаходження повітря у модернізованому повітряному холодильнику більше, ніж у попередньому аналогу.

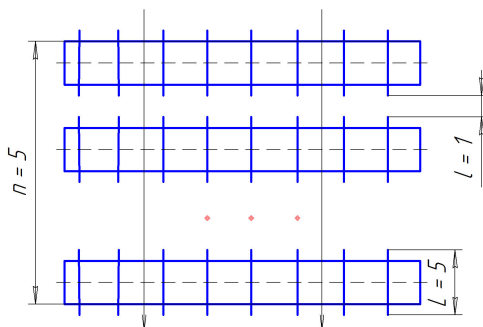


Рисунок 2 – Вертикальні оребрення

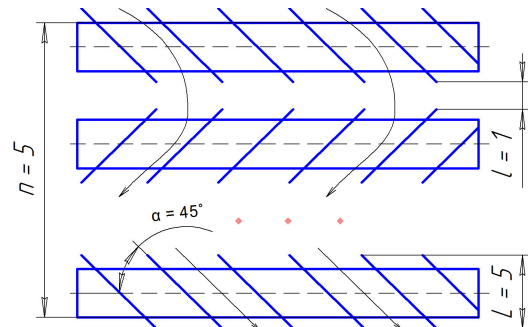


Рисунок 3 – Оребрення під кутом

Перелік посилань:

Справочник нефтепереработчика: Справочник / Под ред. Г. А. Ластовкина, Е. Д. Радченко и М. Г. Рудика. – Л: Химия, 1986. – 648с.

УДК 66.048.5

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРОВУВАЧА МОДУЛЬНОЇ ТЕПЛОНАСОСНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ МТНХУ 200/26

доцент, к.т.н. Семінський О.О., студент Овсяннікова М.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Застосування модульних теплонасосних холодильних установок дозволяє активно впроваджувати концепцію ресурсоенергозбереження в обладнанні теплоенергетичного комплексу за рахунок використання у теплових циклах енергії низькопотенціальних теплоносіїв. Одним з найкращих промислових зразків таких установок є установка МТНХУ 200/26 [1], призначена для теплового оснащення опалювальної системи житлових будинків та допоміжних об'єктів. Ефективна робота цієї установки в заданому технологічному режимі значною мірою забезпечується за рахунок випаровувачів. Тому запровадження та розробка нової, покращеної конструкції випаровувача є актуальною.

Метою роботи є модернізація конструкції випаровувача установки МТНХУ 200/26 для підвищення компактності за рахунок інтенсифікації теплообміну.

Базова конструкція випаровувача установки МТНХУ 200/26 являє собою горизонтальний кожухотрубний апарат затопленого типу з паровим простором у верхній частині. Така конструкція відрізняється надійністю експлуатації та простотою обслуговування. Враховуючи, що різниця температур теплоносіїв в трубному і міжтрубному просторах не перевищує 6 °С доцільно обрати жорстке кріплення труб в трубних плитах.

В якості теплоносіїв використовуються вода і фреон R142. При цьому вода подається в трубний простір, а фреон – кипить у міжтрубному. Для інтенсифікації теплообміну у випаровувачі організовано розподілену подачу

теплоносія у міжтрубний простір, яка забезпечується колекторами, встановленими певним кроком по всій довжині трубного пучка.

В ході проектування випаровувача для базової конструкції апарата визначено параметри процесу теплообміну, розраховано та сконфігуровано площу теплообмінної поверхні. Розрахунковим шляхом встановлено доцільність використання кожухотрубною конструкції апарату багатоходової по трубному простору, що дозволяє інтенсифікувати теплообмін за рахунок збільшення часу перебування гріючого теплоносія в зоні теплообміну та турбулізації потоку. Обрано кількість ходів по трубному простору рівною восьми.

Враховуючи, що прийнята у базовій конфігурації поверхня теплообміну, утворена трубним пучком, що складається з гладких труб, не є достатньо ефективною, запропоновано модернізацію апарату, що полягає у заміні гладких труб на оребрені [2, 3]. Проведені розрахунки підтвердили доцільність такого рішення. Модернізація дозволила, порівняно з базовою конструкцією, підвищити компактність не зменшивши при цьому зручності обслуговування, оскільки фреон, що подається у міжтрубний простір є чистим теплоносієм.

Перелік посилань:

1. Данилова Г.Н. Теплообменные аппараты холодильных установок / Г.Н. Данилова, С.Н. Богданов, О.П.Иванов и др. – Л.: Машиностроение, 1986.– 303с.
2. Бучко Н.А.Теплофизические основы получения искусственного холода / Н.А. Бучко, А.Т. Гоголин, Г.Н. Данилова и др. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 227 с.
3. Павлов К.Ф.Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф.Павлов, П.Г.Романков, А.А.Носков– Л.: Химия, 1987. – 576 с.

УДК 066.045

КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛООБМІННИК У СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІКАПРОАМІДУ

студентка Холодова О.А. к.т. н., доцент Ракицький В.Л.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Вертикальний кожухотрубний теплообмінник відноситься до найбільш поширених поверхневих теплообмінників. Вони можуть застосовуватися як для нагріву, так і охолодження цільового компоненту. Сфера застосування теплообмінників цього типу - хімічна, нафтохімічна, енергетична, металургійна та харчова галузі.

Перевагою кожухотрубного теплообмінника є можливість отримання значної поверхні теплообміну при порівняно невеликих габаритах; недоліком - більш висока витрата матеріалу в порівнянні з деякими сучасними типами теплообмінних апаратів (спіральними, пластинчастими теплообмінниками та ін.). Теплообмінники можуть бути вертикального чи горизонтального виконання. Обидва варіанти встановлення однаково широко поширені і вибираються в основному з міркувань монтажу: вертикальні займають меншу площу в цеху, горизонтальні можуть бути розміщені в порівняно невисокому приміщенні. Матеріал виготовлення теплообмінників - вуглецева або нержавіюча сталь. Розплавлений в плавителі 1 капролактам періодично подається в бак-мішалку 2, де він змішується з активатором та стабілізатором. Перемішаний розплав поступає потім в теплообмінник 3, звідки безперервно подається в апарат полімеризації 6 через фільтри 4 та дозуючий пристрій 5.

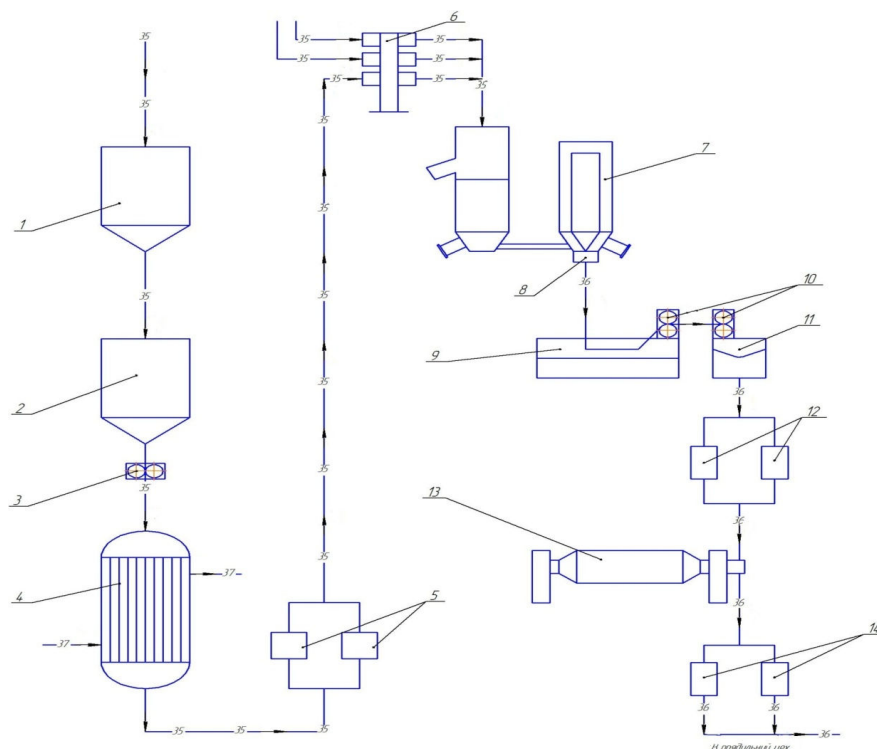


Рисунок 1: технологічна схема

1 – плавитель; 2 – бак-мішалка; 3 – теплообмінник, 4 – фільтр; 5 – дозуючий пристрій; 6 – апарат полімеризації, 7 – пристрій для лиття; 8 – ванна; 9 – тягнучий пристрій; 10 – гранулятор; 11 – екстрактор; 12 – вакуум-сушарка; 13 – бункер.

Перелік посилань:

1. Мартыненко О. Г. Справочник по теплообменникам / Мартыненко О. Г. – М.: Энергоатомиздат, 1987 – Т. 2. – 352 с.
2. Румянцев О. В. Оборудование цехов синтеза высокого давления в азотной промышленности / Румянцев О. В. – М.: Химия, 1970 – 376с.
3. Справочник азотчика / Под. ред. Е. Я. Мельникова. – [2-ое изд.]. М.:Хімія 1987-464.

СЕКЦІЯ 4

«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»

УДК 676.05

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПЕРИФЕРИЧНОГО НАКАТУ ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ

асистент Новохат О.А., студент Василенко М.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

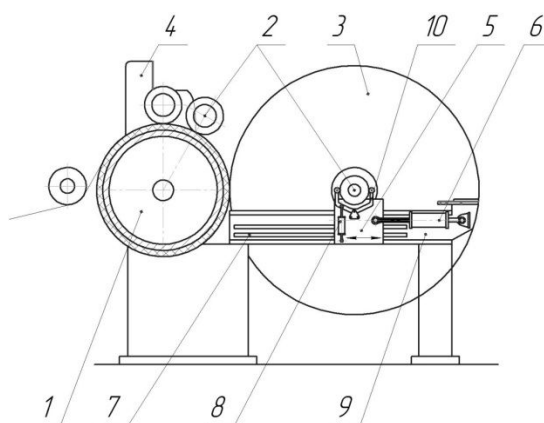
Намотування паперу на накатів значній мірі визначає якісні показники паперу. Так, якісне намотування дозволить зменшити затрати та полегшить подальшу обробку паперу. Залежить воно, здебільшого, від лінійного тиску між циліндром наката і рулоном [3].

Одним із шляхів вдосконалення периферичного наката є розробка механізму контролю притискання рулону до циліндра наката. Тому після аналізу існуючих конструкцій [1] було запропоновано вдосконалити механізм притискання рулону до циліндра наката [2].

Метою модернізації механізму є покращення якості намотування рулону та забезпечення кращого його контакту до циліндра наката за допомогою використання несучих пристроїв для рулону. Це досягається за рахунок встановленням несучих пристроїв, для тамбурного вала, які переміщуються пневмоциліндрами.

Периферичний накат папероробної машини після модернізації представлений на Рисунок 1 [2].

Вдосконалення периферичного наката полягає у встановленні несучих пристроїв з пневмоциліндрами, які допомагають рулон паперу. Переміщення несучих пристроїв допомагає забезпечити кращий контакт між циліндром наката і тамбурним валом, а отже, і якісне намотування рулону. А захвати несучого пристрою сприяють швидкому вивантаженню тамбурного вала, з заправ очних важелів.



1 - циліндр наката; 2 - тамбурний вал; 3 - рулон; 4 - заправочні важелі;
5 - несучі пристрої; 6 - пневмоциліндри; 7 - направляючі несучого пристрою;

8 - пневмоциліндри; 9 - станина; 10 - захвати несучого пристрою.

Рисунок 1- Периферичний накат

Завдяки несучим пристроям та пневмоциліндрам є можливість контролювати якість намотування паперового полотна.

Запропонована конструкція механізму притискання тамбурного валу до циліндра на периферичному накаті папероробної машини дає змогу більш рівномірно намотувати полотно та контролювати цей процес.

Перелік посилань:

1. XI Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів", м. Київ, 12-13 грудня 2012 р.

2. Заявка № u 2012 11731 про видачу патенту України на корисну модель на тему: «Накат периферичний».

3. Чичиев В.А., Глезин М.Л., Екімова В.А. и др. "Оборудования целюлозно-бумажного производства", М.: Леснаяпромышленность, 1981-264с.

УДК 676.056.42

МОДЕРНІЗАЦІЯ РОЗКАТУ ПОЗДОВЖНЬО-РІЗАЛЬНОГО ВЕРСТАТУ

студент Данілевич Є.С., асистент Мельник О.П.

Національний технічний університет України

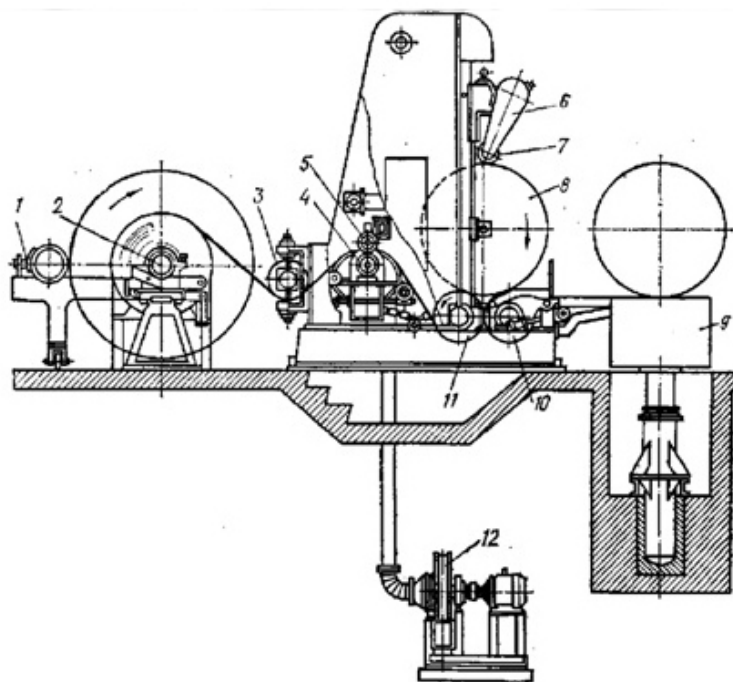
«Київський політехнічний інститут»

Повздовжньо – різальні верстати (ПРВ) найбільш швидкісні із всіх машин папероробного виробництва, їх швидкість складає 1600 - 2000 м/хв, при чому ПРВ працює на більшій швидкості, ніж ПРМ, це дозволяє варіювати час завершальних процесів. Основна задача таких верстатів – надання рулонному паперу заданої ширини після папероробної машини.

На рисунку 1 представлена схема поздовжньо-різального верстата з нижньою заправкою паперового полотна. Як видно з рисунку 1 на розкаті 2 встановлюється розмотуваний рулон паперу, який за допомогою механічного, пневматичного або електричного гальмівного пристрою 1 може бути швидко зупинений при обриві паперового полотна. Цей же пристрій служить для підтримки постійного натягу розмотуваного паперового полотна. Розмотуване паперове полотно огинає папероведучий валик 3 та проходить між ножами 4 і 5, які здійснюють розрізування паперового полотна за принципом ножиць. Далі розрізаний папір намотується в рулон 8 на намоточному валику, підтримуваному несучими валами 10 і 11, що приводяться в рух від електродвигуна з регульованою частотою обертання.

За вимогами до конструкції ПРВ він має формувати обрізну ширину, регулювати щільність намотування, чистоту і гладкість торцевих поверхонь. Щоб задовольнити даним вимогам пропонується змінити конструкцію розкату ПРВ, до конструкції якого відносяться стійки з тамбурним валом та вал, який приводить в рух розмотуваний рулон. Вдосконалення полягає у тому, що

замість валів, що дотикаються до розмотуваного рулону і приводять його в рух буде встановлено стрічку яка буде огинати рулон. Таким чином збільшиться зона контакту і зчеплення рулону з приводним валиком, що дозволить підтримувати постійний натяг паперового полотна і дозволить звільнитися від гальма з генератором.



1 – гальмівний пристрій; 2 – розкат; 3 – папероведучий валик; 4, 5 – ножі; 6 – механізм повороту заправочних важелів; 7 – робочі опори тамбурного валика; 8 – розрізаний рулон; 9 – шток циліндра; 10, 11 – несучі вали .

Рисунок 1 – Схема ПРВ.

Перелік посилань:

1. Бумагоделательные и отделочные машины. Изд. 2-е, перераб. и доп. И. Я. Эйдли. М.: „Гослесбумиздат" 1962 г.
2. Технология бумаги и картона: Учебное пособие для вузов. Примаков С. Ф., Барбаш В. А. М.: Экология, 1996.

УДК 676.05

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПЕРИФЕРИЧНОГО НАКАТУ

КАРТОНОРІБНОЇ МАШИНИ

асистент Новохат О.А., студент Василенко Р.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

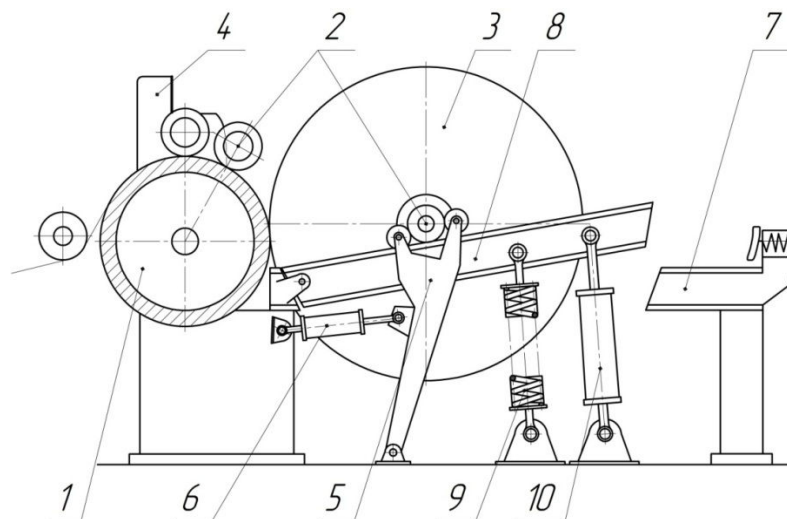
Накат повинен забезпечувати необхідну щільність намотування паперу в рулон для того, щоб він не деформувався (втрачав циліндричну форму), а витки при подальшому його транспортуванні та зберіганні не зміщувалися один відносно одного. Так як щільність намотування здебільшого залежить від лінійного тиску між циліндром накату і рулоном, то було вирішено провести модернізацію механізму притискання [1].

Метою модернізації механізму є покращення щільності намотування та притискання рулону до циліндра накату за допомогою його ваги. Це досягається за рахунок встановлених під кутом до горизонту направляючих балок та пружин, які підтримують балки з тамбурним валом у припіднятому положенні.

Розроблений механізм [2] зображено на рисунку 1.

Вдосконалення звичайного периферичного накату полягає у тому, що направляючі балки, по яким переміщується рулон що намотується, розташовуються під кутом до горизонту. Завдяки цьому при намотуванні рулон паперу притискається до циліндра за допомогою ваги тамбурного валу та рулону, вага якого постійно збільшується. Встановлені пружини підтримують направляючі балки з тамбурним валом у припіднятому положенні. Завдяки направляючим балкам з пружинами рулон розміщується так, що зростаюча його вага сприяє якості намотування паперового полотна. Пружини також необхідні для зменшення навантаження на гідроциліндри та зменшення часу їх

роботи. Адже останні задіюються лише тоді, коли вага рулону з направляючими балками стане більшою за силу пружності пружин. Також зріз направляючої балки виконаний під кутом, щоб усунути можливість падіння рулону при опусканні направляючих балок у нижнє положення, для відведення рулону від циліндра намоту.



- 1 – циліндр намоту; 2 – тамбурний вал; 3 – рулон; 4 – прийомні важелі;
5 – основні важелі; 6 і 10 – пневмоциліндри; 7 – станина;
8 – направляючі балки; 9 – пружини;

Рисунок 1 – Периферичний накат

Запропонована конструкція механізму притискання тамбурного вала до циліндра на периферичному накаті папероробної машини дає змогу задіяти силу ваги рулону, що покращить якість намотування паперового полотна в рулон.

Перелік посилань:

1. XI Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів", м. Київ, 12-13 грудня 2012 р.
2. Заявка № u 2012 11731 про видачу патенту України на корисну модель на тему: «Накат периферичний».

УДК 676.056.42

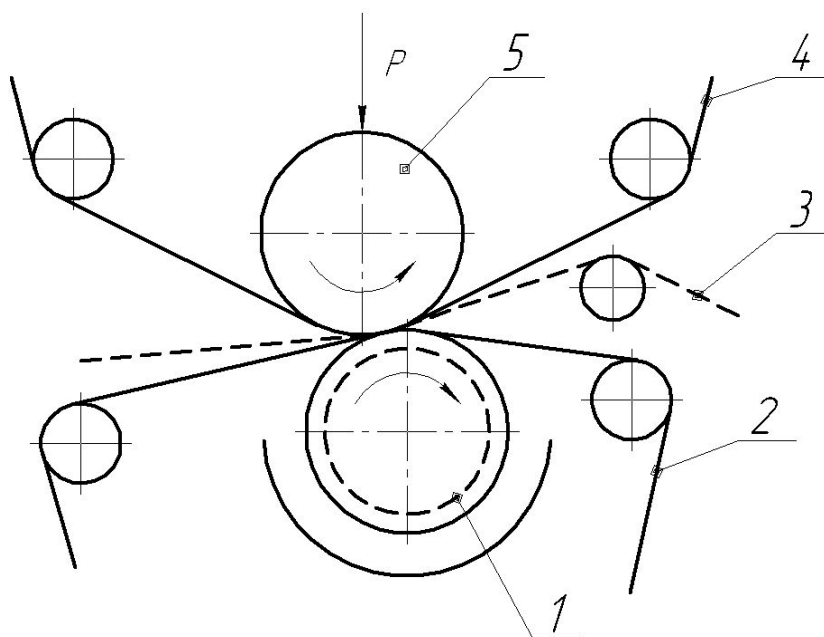
ЖОЛОБЧАСТИЙ ПРЕС КАРТОННОРОБНОЇ МАШИНИ

ст. викладач Зайцев С.В., студент Королік В.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В процесі виробництва картону важливу роль відіграє пресова частина. Оскільки на ній видаляється основна частина вологи із картонного полотна. В процесі обезвожування полотна виводиться велика кількість вологи. Враховуючи товщину картонного полотна, в ньому знаходиться більше вологи, ніж в паперовому полотні, тому процес видалення вологи більш складний, ніж у паперовому полотні. Саме цим викликане використання пресів з високими лінійними тисками (вал з глухими отворами, жолобчатий, та інші)



1 - вал жолобчастий; 2, 4 – верхнє і нижнє сукно; 3 – паперове полотно;

5 – вал верхній металевий, гумований

Рисунок 1- Конструкція жолобчатого пресу

Найбільш краще з параметрами роботи (кінцева сухість, лінійний тиск) зарекомендували себе преса з жолобчатим валом (Рисунок 1).

Відпресована волога видаляється в канавки (жолобки), які мають прямокутну форму. Зазвичай глибина їх становить 2,5 мм, ширина 0,5 мм. Крок між жолобками до 3 мм. Така конструкція вала навіть при наявності високого тиску пресування не викликає роздавлювання і маркування полотна картону. Тому використання подібних пресів при виготовленні картону є доцільним.

Провівши модернізацію шляхом нарізання канавок на нижніх гладких валах існуючих пресових валів, можливо перетворити їх у жолобчасті вали. Ця нескладна і недорога операція надає можливості отримати сучасну конструкцію преса з жолобчатим валом і призвести до підвищення продуктивності КРМ і якості кінцевого продукту.

Перелік посилань:

1. Чичаев А.А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. (Бумагоделательные машины) / Чичаев А.А. – М.: Лесная промышленность, 1981.– 264 с.
2. Кугушев І.Д. Теория процессов отлива и обезвоживания бумажной массы / Кугушев І.Д. – М.: Лесная промышленность, 1967. – 262с.

УДК676.026.522

ПЕРША ПРИВІДНА ГРУПА СУШИЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ

асист. Новохат О.А., студент Татарчук О.О.

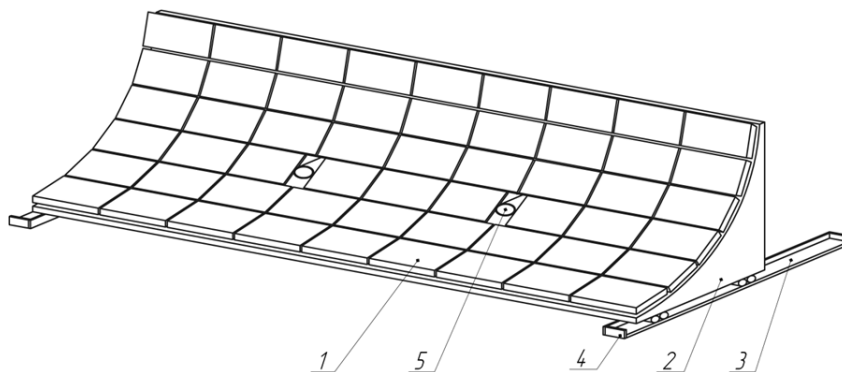
Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Целюлозно-паперове виробництво дуже енерго- та металоємне. Його метою є отримання паперового полотна на папероробній машині, де воно формується, зневоднюється шляхом пресування та сушіння, оброблюється та намотується в рулони.

Процес зневоднення паперового полотна в сушильній частині папероробної машини (ПРМ) є одним з найбільш енергоємних. Тому вдосконалення сушильної частини для інтенсифікації процесу сушіння є актуальним.

Для вирішення поставленої задачі розроблено пристрій для сушіння паперового полотна, який складається з інфрачервоних випромінювачів, рами та механізму переміщення пристрою (Рисунок 1). Останній дає змогу змінювати відстань від робочої поверхні самих випромінювачів до паперового полотна за рахунок зворотно-поступального переміщення пристрою.



1–інфрачервоні випромінювачі; 2–рама; 3–направляючі; 4–обмежувачі руху; 5–паровідвідні патрубки

Рисунок 1– Пристрій для сушіння

Завдяки можливості зворотно-поступального руху пристрою змінюється відстань від робочої поверхні інфрачервоних випромінювачів до паперового полотна. Це надає можливість додатково регулювати щільність теплового потоку на поверхні паперу та швидко віддалити випромінювачі для зменшення вірогідності займання паперу в разі його обриву та для більшої зручності ремонту та експлуатації.

За рахунок наявності паровідвідних патрубків в зоні сушіння зменшується вологість над поверхнею паперу і, відповідно, збільшується інтенсивність сушіння.

Завдяки такому пристрою досягається інтенсифікація процесу сушіння паперового полотна, зменшується вірогідність займання полотна в разі його обриву, покращуються експлуатаційні властивості пристрою, що є актуальним в сучасній папероробній промисловості.

Перелік посилань:

1. Бумагоделательные и отделочные машины, Эйшлин И.Я. Лесная промышленность, 1970, - 143 с.
2. Чичаев В. А. оборудование целлюлозно-бумажного производства. М.: Лесная промышленность, Том1. Оборудование для производства волокнистых полуфабрикатов, 1981 – 398с.

УДК 676.03

ХОЛОДИЛЬНА ЧАСТИНА КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ З РОЗРОБКОЮ ХОЛОДИЛЬНОГО ЦИЛІНДРА

ст. викладач Зайцев С.В., студент Осіпов О.С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Після сушильних циліндрів паперове або картонне полотно має температуру близько 70...90 °С. Воно має більш низьку вологість, ніж потрібно для отримання кінцевої продукції. Для усунення цього використовують пристрій охолодження, холодильний циліндр, що обертається навколо своєї осі з постійною швидкістю. Холодильний циліндр повинен мати здатність адаптуватися до будь-якого паперу і картону, крім того повинен з легкістю працювати на високих швидкостях. Для достатнього охолодження та зволоження паперу або картону холодильні циліндри повинні мати високу теплопровідність, механічну міцність, точність балансування та зручність обслуговування.

Навіть з сучасними методами охолодження залишається необхідність подальшого вдосконалення, таких як скорочення витрат на енергію, збільшення межі стиснення паперу або картону без негативного впливу на фізичні властивості готової продукції тощо. Корпуса таких циліндрів зазвичай виготовляють з нержавіючої сталі.

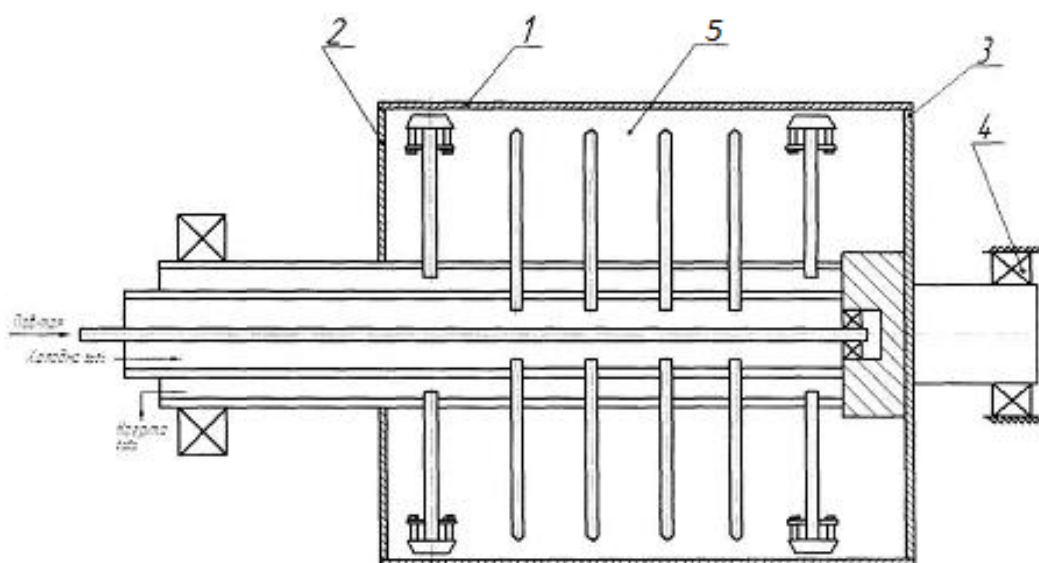
Охолоджуючий циліндр застосовують для підвищення ефективності після сушильних процесів, а також для усунення електризування, частого обривання тощо.

Для зменшення витрат по всьому полотну, охолодження повинно застосовуватися рівномірно. Метою є створення пристрою, в якому подача охолодженої води і відводу нагрітої води були б рівномірними.

Для цього труби для підведення охолоджувальної води доцільно виконати з водяними форсунками, розташованими рівномірно по всій внутрішній

поверхні циліндра, а для відводу нагрітої води використати спеціальні пристрої, що дозволять регулювати товщину шару охолоджувальної води, для створення тиску у внутрішню порожнину циліндра подається повітря.

Використовуючи пропоновану схему охолодження, можна за рахунок інтенсифікованим процесам подачі та відведення води зменшити енерговитрати до мінімальних показників.



- 1 – корпус циліндра; 2 – кришка привідної групи;
3 – кришка лицьової сторони; 4 - підшипники; 5 – внутрішній об'єм

Рисунок 1 – Холодильний циліндр

Перелік посилань:

- 1 Примаков С.П., Барбаш В.А. "Технологія паперу і картону"
- 2 Эйдлин И.Я. "Бумагоделательные и отделочные машины"
- 3 Иванов С.Н. "Технология бумаги"

УДК 676.05

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОЗДОВЖНЬО-РІЗАЛЬНОГО ВЕРСТАТУ

асистент Мельник О.П., студ. Трофименко Р.В.

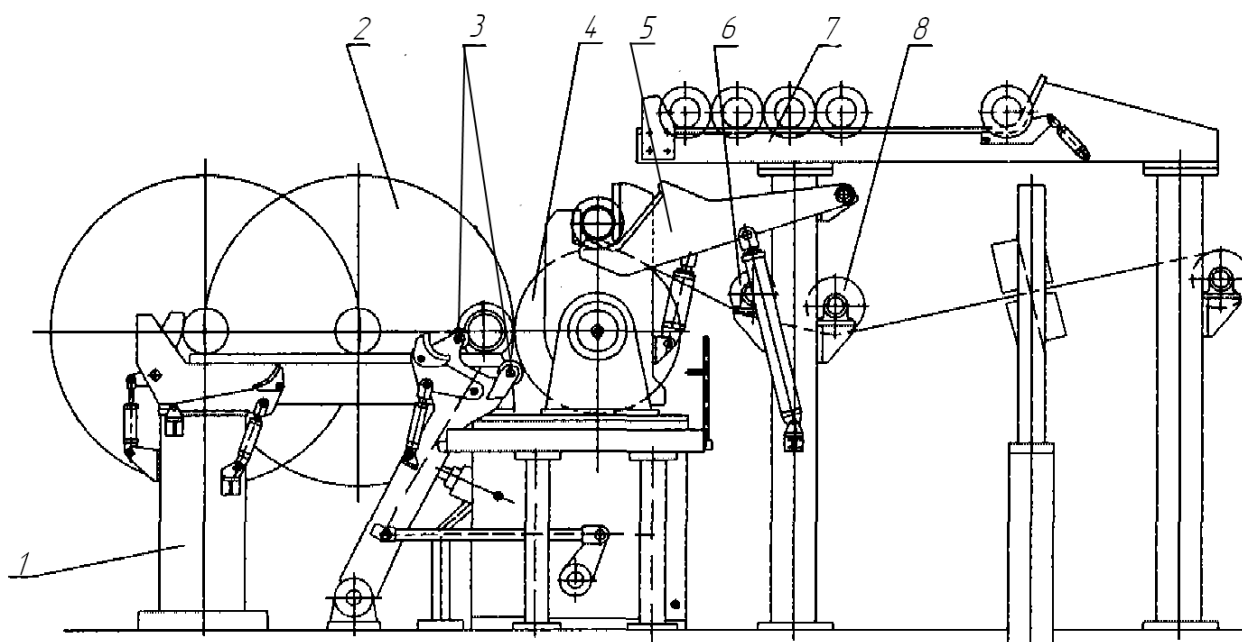
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Підвищення продуктивності папероробних машин (ПРМ) досягається шляхом збільшення їх швидкості. Однак, це неможливо без конструктивних змін складових частин ПРМ. Розрізання паперового полотна є одним з процесів, що лімітують швидкість ПРМ[1].

Після накату папероробної машини, рулон паперу надходить на поздовжньо-різальний верстат (ПРВ), який розрізає паперову стрічку на менші за шириною стрічки, які потім намотуються в декілька рулонів. ПРВ працюють в умовах постійних прискорень та гальмувань. Перемотка паперу на високих швидкостях спричиняє сильні навантаження на механічні вузли, у зв'язку з цим відбувається інтенсивне зношування рухомих частин, що супроводжується вібраціями та призводить до витoku мастил [2]. Оскільки ПРВ – машина періодичної дії, виникає необхідність прискорення допоміжних процесів, таких як подача гільз на механізм накату та знімання готових рулонів[3]. Підвищення продуктивності поздовжньо-різального верстату можна досягти шляхом застосування в конструкції машини магазину рулонних гільз на накаті (рисунк 1).

Рулонна гільза з магазину подається пневматичним подавачем на циліндр накату, після чого гільза встановлюється між несучими валами та циліндром накату, який виконує роль притискного валу. Коли рулон досягає заданого діаметру, механізм з несучими валами відводиться, а рейковий стіл, що встановлений на станині, опускається гідравлічними поршнями на невеликий кут. Таким чином рулон паперу вільно скочується на транспортер, а нова гільза знову подається на механізм накату.



1 – станина; 2 – рулон паперу; 3 – несучі вали; 4 – циліндр накату;
5 – подавач; 6 – розгінний вал; 7 – магазин рулонних гільз;
8 – папероведучий вал.

Рисунок 1 – Накат з магазином рулонних гільз;

Отже, застосування магазину рулонних гільз дозволяє підвищити продуктивність ПРВ за рахунок суттєвого зменшення часу на допоміжні операції, та дає змогу краще синхронізувати роботу ПРМ та ПРВ.

Перелік посилань:

1. Бумагоделательные и отделочные машины, изд. 3-е, испр. и доп. Эйдли И. Я. М; Лесная промышленность, 1970 г., 623 с.
2. <http://www.raumasterpaper.fi/ru/produksiya/namotochnye-i-peremotochnye-stanki/>
3. Методы повышения работоспособности резательных аппаратов. Кисилев С. С. М; Лесная промышленность, 1968 г., 280 с.

УДК 676.05

ПРЕСОВА ЧАСТИНА ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ

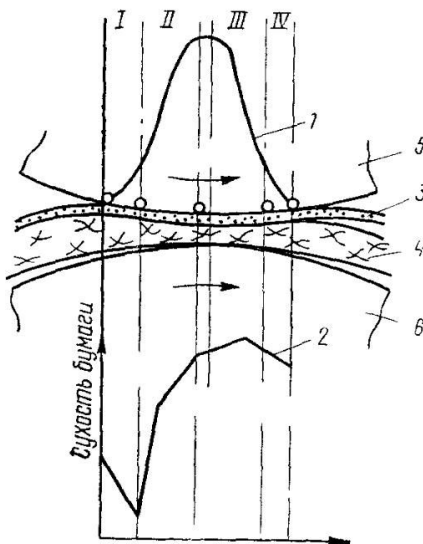
асистент Улітько Р.М., студент Заворотний Е.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Пресова частина служить для механічного зневоднення полотна паперу після сіточного столу. Інтенсивність зневоднення в пресі регулюється тиском між валами, створюваним притисканням, чи виважуванням одного з валів (звичайно верхнього).

Важливе значення для зневоднення полотна мають належний підбір сукон та його кондиціювання. Сучасні конструкції комбінованих багатовальних пресів забезпечують проходження папери без вільних ділянок (ділянок, де полотно папери не підтримується сукном), що дозволяє здійснити безобривну проводку паперу на пресовій частині.



1-загальний тиск, 2-сухість паперу, 3-папір, 4-сукно, 5-верхній вал, 6-нижній вал

I, II, III, IV – фази зневоднення

Рисунок 1- Фази видалення води на пресах та зміна тиску і сухості паперу по ширині зони контакту валів.

В даний час увесь період проходження полотна через зону контакту валів ділять на чотири періоди або фази (Рисунок 1). У I фазі полотно проходить на сукні шлях від місця зіткнення сукна з нижнім валом до входу в зону контактів валів; під II фазі - від місця надходження полотна паперу і сукна в зону контакту до її середини; в III фазі - від середини зони контакту до виходу з неї паперу і сукна; в IV фазі - від місця виходу паперу і сукна із зони контакту до точки відриву сукна від вала. При вході в зону контакту валів папір і сукно стискаються. Найбільшу деформацію стиснення відчуває сукно. Коли папір досягає точки насичення, в ній створюються гідравлічні сили і утворюється градієнт гідравлічного тиску між папером і сукном, викликає переміщення води.

У звичайному процесі з гладкими валами існує два градієнти тиску: вертикальний - по товщині паперу і сукна, і горизонтальний, викликає переміщення води по сукну в зворотний бік руху сукна.

У звичайному процесі швидкість фільтрації по сукну проти його руху повинна бути більше швидкості машини. Тільки в цьому випадку вода буде видалятися на нижній вал преса. Відтискуючись, вода утворює перед входом в зону контакту валів водяний клин. Полотно паперу перед надходженням в прес додатково зволожується, перепад гідравлічного тиску між полотном і сукном зменшується через підвищення гідравлічного протитиску в сукні. Підвищення тиску пресування на звичайних пресах при високій швидкості машини викликає роздавлювання полотна.

Для інтенсифікації зневоднення паперу на пресах у II фазі необхідно підтримувати високий питомий тиск і високу пористість сукна в стислому стані.

На вихідній стороні зони контакту пресових валів (фаза III) тиск в сукні й паперу поступово зменшується. Відновлюється товщина полотна паперу, сукна і пружного облицювання валу. З припиненням тиску градієнт гідравлічного тиску падає до нуля і теоретично можливо виникнення часткового вакууму, при цьому у твердій структурі (волокнах) усі ще можуть діяти напруги стиснення.

В ході досліджень було встановлено, що в III фазі волога переміщується з сукна в папір, це є негативним фактором роботи пресу.

Проаналізувавши процеси пресування паперового полотна було встановлено, що для інтенсифікації процесу необхідне:

- 1) досягнення максимально можливої сухості;
- 2) використання башмачного преса;
- 3) підігрів паперового полотна;
- 4) поєднання процесів пресування і сушіння;
- 5) вдосконалення технології відведення води яка видаляється з полотна в пресовому захопленні;
- 6) кондиціонування і очистка пресових сукон.

Перелік посилань:

1. Чичаев А.А. «Оборудование целюлозно-бумажного производства» двух томах. Том 2 «Бумагоделательные машины»- М. «Лесная промышленность» 1981.- 264с.

2. С. Ф. Примаков, В. А. Барбаш, А. П. Шутько «Технология бумаги и картона» / 304,[1]

3. <http://bukvar.su/promyshlennost-proizvodstvo/91898-Pressovaya-chast-bumagodelatel-noiy-mashiny-s-razrabotkoiy-granitnogo-vala-dlya-proizvodstva-ofsetnoiy-bumagi-Q-300t-sut.html> від 13.03.13

4. <http://ukrefs.com.ua/print:page,1,91898-Pressovaya-chast-bumagodelatel-noiy-mashiny-s-razrabotkoiy-granitnogo-vala-dlya-proizvodstva-ofsetnoiy-bumagi-Q-300t-sut.html> від 13.03.13

5. <http://refs.co.ua/79510-Bumaga.html> від 13.03.13

УДК 656.056.1

МІШАЛЬНИЙ БАСЕЙН З ГОРИЗОНТАЛЬНИМ ПЕРЕМІШУЮЧИМ ПРИСТРОЄМ

студент Жидченко М.Г., асистент Улітько Р.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Перемішування є одним з найважливіших процесів розмольно-підготовчого відділу. Завдяки перемішуванню здійснюється підтримання волокна в суспензії в зваженому стані, та забезпечення рівномірної концентрації маси, яка подається на папероробні і картоноробні машини. Завдяки якісному перемішуванню покращуються властивості майбутньої продукції, тому проблема інтенсифікації процесу перемішування завжди залишається актуальною.

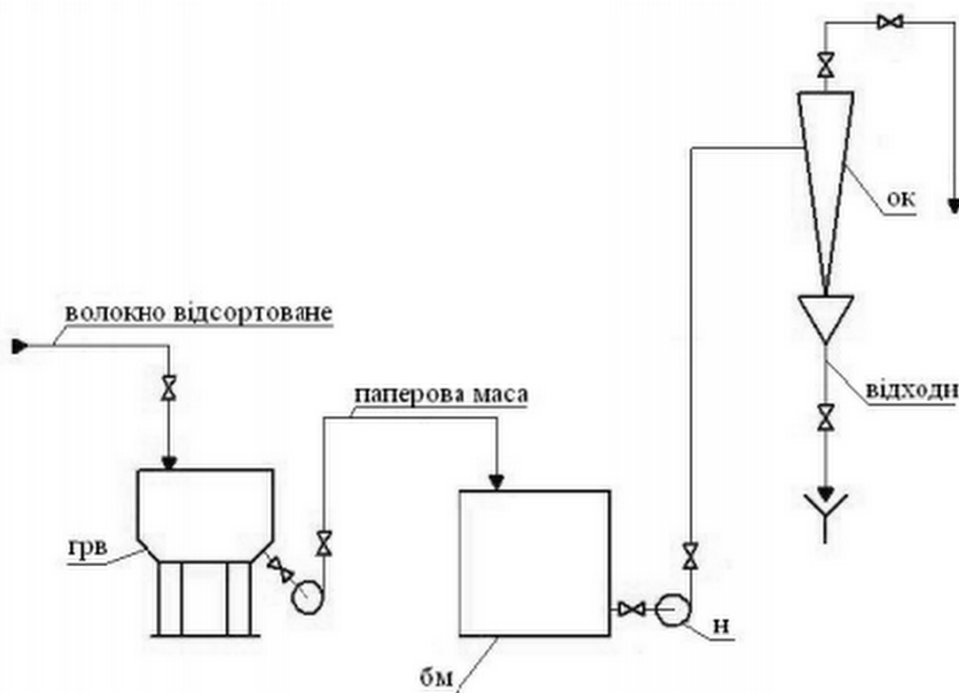
Метою проекту є розробка басейна мішального з горизонтальним перемішуючим пристроєм пропелерного типу та проведення параметричних розрахунків.

Вирішення даної задачі зводиться до вибору і розрахунку перемішуючого пристрою апарата і потужності, необхідної на перемішування.

Маса після гідророзбивача (Рисунок 1) перекачується насосом в масний басейн. З басейну маса відцентровим насосом подається на очисники маси високої концентрації.

Основною робочою частиною горизонтального перемішуючого пристрою є пропелерна мішалка з трьома лопатями. Для підвищення ефективності перемішування мішалка знаходиться в кільцевому елементі – дифузорі, а днище басейна виконано у вигляді нахилених (під кутом від 15° до 30° до горизонту) спряжених поверхонь. При обертанні гвинтової мішалки маса в басейні починає циркулювати, рухаючись з різними швидкостями по всьому об'єму басейна. Такий нерівномірний рух маси сприяє її інтенсивному перемішуванню і підтриманню рівномірної концентрації по всьому об'єму

Основною перевагою запропонованого проекту є простота конструкції та виготовлення, доступність і зручність для обслуговування та ремонту перемішуючого пристрою.



бм - басейн масний; ок – очисник кінцевий;

грав – гідророзбивач вертикальний; н – насос;

Рисунок 1 – Технологічна схема розмольно – підготовчого відділу

Виконано конструктивний розрахунок мішального басейна, проведено розрахунки на міцність основних його вузлів та деталей.

Виконана графічна частина, яка містить: технологічну схему масопідготовчого цеху, складальне креслення мішального басейну, креслення складальних одиниць та деталей.

При монтажі апарату для забезпечення техніки безпеки праці слід враховувати те, що одним з найважливіших факторів небезпеки є рухомий перемішувач, тому очищення внутрішньої частини апарату може здійснюватись лише при його повному відключенні.

Перелік посилань:

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты в химической технологии. – М.: Химия, 1971. 784 с.
2. Машины и аппараты химических производств / Под ред. И.И. Чернобыльского. – М.: Машиностроение, 1975. – 456 с.

УДК 676.05

ЦИЛІНДР ЛОЩИЛЬНИЙ

Ждановський І.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В целюлозно-паперовому виробництві для виготовлення санітарно-гігієнічних видів паперу, паперу односторонньої гладкості, та картону високої якості використовують сушильні частини папероробних машин з лощильним циліндром великого діаметра.

Найпоширенішим методом сушіння паперового полотна є контактний метод, який здійснюється за допомогою сушильних циліндрів, що обігріваються парою [1]. При контактному методі сушіння тепло передається вологому полотну безпосередньо від нагрітої поверхні сушильного циліндра. Лощильний циліндр є одним з основних елементів сушильної частини ПРМ. Сушіння на ньому здійснюється за рахунок щільного притискання полотна, до зовнішньої поверхні циліндра контактним методом. Контактний метод є одним з найбільш ефективних, однак він потребує значних енергозатрат, тому актуальною є задача вдосконалення існуючих конструкцій сушильних частин з метою зменшення енергозатрат.

Для зменшення енергозатрат при контактному сушінні доцільно встановити ковпак конвективного сушіння над лощильним циліндром, що дасть змогу зменшити вологовміст пари, яка при контактному сушінні розповсюджувалась по всьому об'єму, за рахунок чого вологовміст збільшувався, що призводило до збільшення затрат енергії на сушіння паперового полотна. Вологе повітря при цьому повинно постійно видалятися з зони сушіння та замінятися свіжим повітрям з меншим вологовмістом. Запропонована модернізація дозволить зменшити енергозатрати приблизно на 15-20 %.

Перелік посилань:

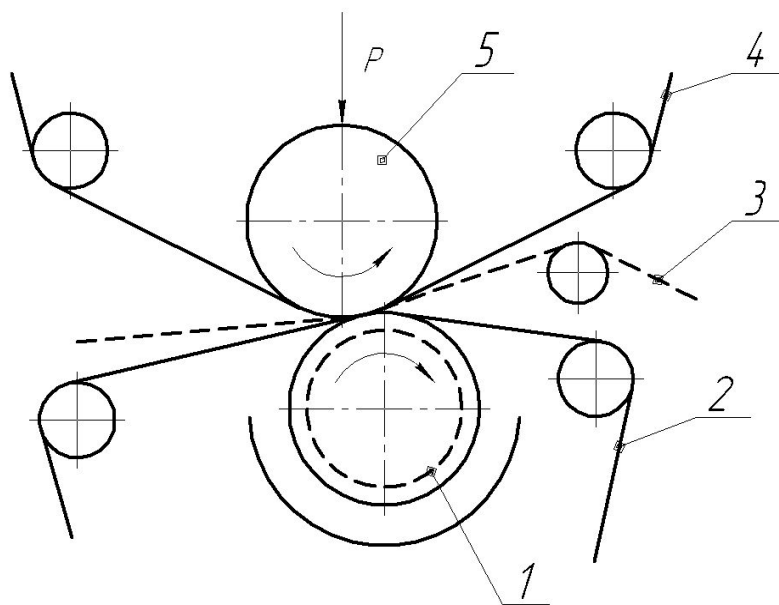
1. Лыков М. В. Сушка в химической промышленности – М.: Химия, 1970. – 483с.
2. В.А. Чичаев «Оборудование целлюлозно-бумажного производства» Том 2 1981-264с. М. «Лесная промышленность».

УДК 676.056.42

ВІДСМОКТУЮЧИЙ ПРЕС КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ

ст. викладач Зайцев С.В., студент Сухий І.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

В процесі виробництва картону важливу роль відіграє пресова частина. Оскільки на ній видаляється основна частина вологи із картонного полотна. В процесі обезвожування полотна виводиться велика кількість вологи. Враховуючи товщину картонного полотна, в ньому знаходиться більше вологи, ніж в паперовому полотні, тому процес видалення вологи більш складний, ніж у паперовому полотні. Саме цим викликане використання пресів з високими лінійними тисками (вал з глухими отворами, жолобчатий, відсмоктуючий, та інші)



1 - вал відсмоктуючий; 2, 4 – верхнє і нижнє сукно; 3 – паперове полотно;

5 – вал верхній металевий, гумований

Рисунок 1- Конструкція відсмоктуючого пресу

Найбільш краще з параметрами роботи(кінцева сухість, лінійний тиск) зарекомендували себе преса з відсмоктуючим валом(Рисунок 1).

Відсмоктуючі преси рекомендується використовувати в якості першого і, рідше, в якості другого пресу (для тонкого паперу із жирної маси). Для усунення маркування паперу від отворів відсмоктуючого валу, особливо при роботі на лінійних тисках між валами біль ніж 60 кН/м необхідно використовувати не тканинні сукна масою 1-1,4 кг. Тому використання подібних пресів при виготовленні картону є доцільним.

Провівши модернізацію шляхом покращення прокладки в гауч камері, покращення герметизації вакуумної камери то покращення перфорації в обичайці. Ця нескладна і недорога операція надає можливості отримати сучасну конструкцію відсмоктуючого преса і призвести до підвищення продуктивності КРМ і якості кінцевого продукту.

Перелік посилань:

1. Чичаев А.А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. (Бумагоделательные машины) / Чичаев А.А. – М.: Лесная промышленность, 1981.– 264 с.
2. Кугушев І.Д. Теория процессов отлива и обезвоживания бумажной массы / Кугушев І.Д. – М.: Лесная промышленность, 1967. – 262с.

**СЕКЦІЯ 5
«ТЕОРЕТИНЧА МЕХАНІКА»**

УДК 531/534(075.8)

ДИНАМІЧНІ РІВНЯННЯ РУХУ ТОЧКИ ПО НЕГЛАДЕНЬКІЙ НЕРУХОМІЙ ПОВЕРХНІ

студентка Мурзак М.С., доцент, к.т.н. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Припустимо, що на матеріальну точку M маси m накладена в'язь, рівняння якої задається $\varphi(x, y, z) = 0$ за умови, що залежність сили тертя подається $\overline{R_\tau} = -k \frac{\vec{v}}{v} R_n$. Цю силу відносимо до категорії активних сил і, використовуючи рівняння Лагранжа I роду, отримуємо диференціальні рівняння руху відповідно у векторній та координатній формах:

$$m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = \vec{F} + \lambda \overrightarrow{\text{grad}} \varphi - k \left| \lambda \overrightarrow{\text{grad}} \varphi \right| \frac{\vec{v}}{v} \quad (1)$$

та
$$m \dot{x} = F_x + \lambda \frac{\partial \varphi}{\partial x} - k \left| \vec{R}_n \right| \frac{\dot{x}}{v},$$

$$m \dot{y} = F_y + \lambda \frac{\partial \varphi}{\partial y} - k \left| \vec{R}_n \right| \frac{\dot{y}}{v}, \quad (2)$$

$$m \dot{z} = F_z + \lambda \frac{\partial \varphi}{\partial z} - k \left| \vec{R}_n \right| \frac{\dot{z}}{v}.$$

Тут: $-k \left| \lambda \overrightarrow{\text{grad}} \varphi \right| \frac{\vec{v}}{v}$ — сила тертя; $-k \left| \vec{R}_n \right| \frac{\dot{x}}{v}$, $-k \left| \vec{R}_n \right| \frac{\dot{y}}{v}$, $-k \left| \vec{R}_n \right| \frac{\dot{z}}{v}$ — проекції цієї сили на координатні осі.

Система диференціальних рівнянь (2) замикається приєднанням рівняння в'язі $\varphi(x, y, z) = 0$.

Рівняння (2) називаються динамічними рівняннями руху невідомої матеріальної точки по негладенькій нерухомій поверхні у координатній формі Лагранжа.

УДК 531/534(075.8)

РУХ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ ЗА НЕСТАЦІОНАРНОЇ В'ЯЗИ

студентка Столітня Н. В., доцент, к.т.н. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Нехай у горизонтальній гладкій площині рухається вантаж M маси m , пов'язаний нерозтяжною ниткою OM довжини l з рухомою точкою O , яка здійснює у тій самій площині рух по колу радіуса $OA = a$ за кінематичним рівнянням $\varphi = \varphi(t)$ (1), де φ – кут між віссю $A\xi$ нерухомої системи координат $A\xi\eta\zeta$ з початком A у центрі кола і радіусом $OA = a$.

Складемо диференціальні рівняння руху цього вантажа, розглядаючи його як невільну матеріальну точку, на яку накладені в'язі: нерухома площина $A\xi\eta$ та нерозтяжна нитка OM з рухомою точкою O . Така нитка являє собою геометричну нестационарну в'язь. Вважатимемо, що матеріальна точка M виведена із стану спокою, рухається у площині $A\xi\eta$ тільки завдяки накладеній на неї нестационарній в'язі.

Скористаємось *методом Лагранжа першого роду* на підставі рівнянь Лагранжа I роду. Запишемо *рівняння в'язей*, накладених на матеріальну точку *M*:

$$f_i(\xi, \eta, \zeta, t) = l^2 - (\xi - a \cos \varphi)^2 - (\eta - a \sin \varphi)^2 = 0, \quad (2)$$

$$F_2(\xi, \eta, \zeta, t) = \zeta = 0, \text{ (нерухома площа)} \quad (3)$$

За формулою нормальної реакції вязі, що накладена на матеріальну точку, з урахуванням (2) та (3) отримаємо: $m\ddot{\xi} = \lambda \frac{\partial f_{\perp}}{\partial \xi}, m\ddot{\eta} = \lambda \frac{\partial f_{\perp}}{\partial \eta}$, (4)

(1)–(4) складають замкнену систему рівнянь відносно невідомих ξ , η та множника λ , при цьому реакція в'язі $\bar{T}$ визначається за співвідношенням

$$T = \lambda |\overrightarrow{\text{grad} f_1}| = \lambda \sqrt{(\partial f_1 / \partial \xi)^2 + (\partial f_1 / \partial \eta)^2}. \quad (5)$$

Отримана система рівнянь представляє собою динамічні рівняння руху точки.

УДК 531/534(075.8)

ШВИДКІСТЬ ТОЧКИ У ПОЛЯРНИХ КООРДИНАТАХ

студентка Процак А.С., доцент, к.т.н. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Якщо точка рухається у площині Оху, тоді її рух можна задати у полярних координатах $r=r(t)$, $\varphi = \varphi(t)$, отже $x=r \cos \varphi$, $y=r \sin \varphi$.

Диференціюючи x і y , знайдемо проекції швидкості $\vec{v}$ на Ох і Оу:

$$v_x = \frac{dx}{dt} = \frac{dr}{dt} \cos \varphi - r \frac{d\varphi}{dt} \sin \varphi = v_r \cos \varphi - v_\varphi \sin \varphi,$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} = \frac{dr}{dt} \sin \varphi + r \frac{d\varphi}{dt} \cos \varphi = v_r \sin \varphi + v_\varphi \cos \varphi.$$

Отже, сама швидкість $\vec{v}$ буде геометрично складатись із радіальної $\vec{v}_r$ і поперечної $\vec{v}_\varphi$ швидкостей, чисельно рівних:

$$\vec{v}_r = \frac{dr}{dt} = \dot{r}, \quad \vec{v}_\varphi = r \frac{d\varphi}{dt} = r\dot{\varphi}.$$

Так як $\vec{v}_r$ і $\vec{v}_\varphi$ взаємно перпендикулярні, то за модулем

$$\vec{v} = \sqrt{\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2} = \sqrt{\dot{r}^2 + r^2 \dot{\varphi}^2}.$$

Вираз для швидкості в полярних координатах можна одержати введенням ортів $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{i}_0$, $\vec{j}_0$.

Радіус-вектор $\vec{r}$, подамо у вигляді $\vec{r} = \vec{i}_0 r$. При русі точки змінюється як напрямок ($\vec{i}_0$), так і величина $\vec{r}$, тому, маємо

$$\vec{v} = \frac{dr}{dt} = \frac{d}{dt}(\vec{i}_0 r) = \frac{d\vec{i}_0}{dt} r + \vec{i}_0 \frac{dr}{dt}.$$

Скористаємось визначенням похідної одиничного вектора $\frac{d\vec{i}_0}{dt}$ і здиференціюємо допоміжні співвідношення при $\vec{i} = \text{const}$ і $\vec{j} = \text{const}$. Тоді

$$\frac{d\vec{i}_0}{dt} = (-\vec{i} \sin \varphi + \vec{j} \cos \varphi) \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d\varphi}{dt} \vec{j}_0, \quad \frac{d\vec{j}_0}{dt} = (-\vec{i} \cos \varphi - \vec{j} \sin \varphi) \frac{d\varphi}{dt} = -\frac{d\varphi}{dt} \vec{i}_0.$$

Подамо вираз швидкості точки через радіальну ($\vec{i}_0$) і трансверсальну ($\vec{j}_0$):

$$\vec{v} = \vec{i}_0 \frac{dr}{dt} + r \frac{d\varphi}{dt} \vec{j}_0 = \vec{i}_0 v_r + \vec{j}_0 v_\varphi.$$

УДК 531/534(075.8)

ПЕРЕТВОРЕННЯ КООРДИНАТ ТОЧКИ

студентка Пашенько М.А., доцент, к.т.н. Штефан Н.І.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Дослідимо формули перетворення координат точки при переході від рухомої системи координат до нерухомої системи координат, використовуючи матрицю напрямних косинусів $\|a_{ij}\|$.

За допомогою цієї матриці векторне співвідношення $\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{\rho}$ (1), або $\vec{r} = \vec{r}_0 + x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$ (2) у матричній формі набуває вигляду

$$\|\xi, \eta, \zeta\|^T = \|a_{ij}\| \|x, y, z\|^T + \|\xi_0, \eta_0, \zeta_0\|^T,$$

де $\|\xi, \eta, \zeta\|^T$, $\|x, y, z\|^T$, $\|\xi_0, \eta_0, \zeta_0\|^T$ - матриці стовпці.

Запишемо тепер векторне співвідношення (2) у формі проекцій на осі нерухомої системи координат:

$$\begin{aligned}\xi &= \xi_0 + a_{11}x + a_{12}y + a_{13}z, \\ \eta &= \eta_0 + a_{21}x + a_{22}y + a_{23}z, \\ \zeta &= \zeta_0 + a_{31}x + a_{32}y + a_{33}z.\end{aligned}\tag{3}$$

Ці скалярні співвідношення виражають як функції часу координати довільної точки у нерухомій системі координат $A\xi\eta\zeta$, коли відомі п'ятнадцять функцій часу: три координати полюса, три координати точки М у рухомій системі координат та дев'ять напрямних косинусів a_{ij} ($i, j = 1, 2, 3$). Серед останніх тільки три незалежних.

Визначення всіх напрямних косинусів a_{ij} ($i, j = 1, 2, 3$) через будь-які три параметри a_{ij} , що вважаються незалежними - досить складна задача, оскільки пов'язана з розв'язуванням системи нелінійних алгебраїчних рівнянь.

Співвідношення (3) являють собою формули перетворення координат точки М.

УДК 531/534(075.8)

МЕХАНІЧНИЙ ЗМІСТ ПЕРЕНОСНИХ КІНЕМАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

студент Перепеличний О.В., доцент, к.т.н. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

З'ясуємо механічний зміст переносних кінематичних характеристик точки, яка знаходиться у складному русі. При цьому використовуємо теореми про додавання швидкостей та Коріоліса у вигляді

$$\vec{V}_a = \vec{V}_r + \vec{V}_0 + \vec{\Omega} \times \vec{\rho};$$

$$\vec{\omega}_a = \vec{\omega}_a + \vec{\omega}_0 + \frac{d\vec{\Omega}}{dt} \times \vec{\Omega} \times (\vec{\Omega} \times \vec{\rho}) + \vec{\omega}_c.$$

Переносному руху в цих формулах відповідають ті доданки, які можуть бути відмінними від нуля, за умови, що відсутній рух точки відносно рухомої системи координат

В залежності від характеру руху тіла G, з яким пов'язана рухома система координат, механічний зміст вказаних величин буде різним.

1. Якщо тіло G в поступальному русі, то $\vec{V}_0$ і $\vec{W}_0$ - швидкість і прискорення тіла, а $\vec{\Omega} = 0$ та $\vec{\epsilon} = 0$.

2. Якщо тіло G здійснює обертальний рух навколо нерухомої осі, то $\vec{V}_0 = 0, \vec{W}_0 = 0$, а $\vec{\Omega} = \vec{\omega}, \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \vec{\epsilon}$.

3. Якщо тіло G в плоскопаралельному русі, то $\vec{V}_0$ і $\vec{W}_0$ - швидкість та прискорення полюса, $\vec{\Omega} \equiv \vec{\omega}, \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \vec{\epsilon}$ - кутові швидкість та прискорення твердого тіла.

4. Якщо тіло в сферичному русі, то $\vec{V}_0 = 0, \vec{W}_0 = 0, \vec{\Omega} \neq 0, \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \vec{\epsilon}$.

5. Якщо тіло здійснює вільний рух, то $\vec{V}_0$ і $\vec{W}_0$ - швидкість і прискорення полюса O, а $\vec{\Omega} \equiv \vec{\omega}, \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \vec{\epsilon}$ - кутові швидкість і прискорення тіла.

Отже, незалежно від характеру руху рухомої системи координат (або, що те ж саме, твердого тіла, незміно з нею пов'язаного) переносні швидкості та прискорення точки за її складним рухом можна визначити як лінійні швидкість та прискорення точки рухомої системи координат (або пов'язаного з нею твердого тіла), з якою у даний момент часу t^* збігається точка M.

УДК 531/534(075.8)

КОЕФІЦІЄНТ ДИНАМІЧНОСТІ

студент Ящук В.О., доцент, к.т.н. Штефан Н.І.

Національний технічний університет

«Київський політехнічний інститут»

Дослідимо залежність амплітуди збурених коливань, які мають частоту збуреної сили, від відношення частоти збуреної сили ω до частоти вільних коливань k , тобто від величини $z = \omega k^{-1}$ (1),

яка називається *коефіцієнтом розстрою*.

Статичне відхилення A_0 точки M від положення рівноваги під дією сили, яка дорівнює максимальному значенню H_0 збуреної сили дорівнює

$$A_0 = H_0 c^{-1} = H k^{-2} \quad (2).$$

Відношення амплітуди A збурених коливань, які визначаються на підставі $A = \frac{H}{k^2 - \omega^2}$ (3), до величини A_0 , називається *коефіцієнтом*

динамічності μ . При $k < \omega$ $\mu = \frac{A}{A_0} = \frac{H(\omega^2 - k^2)^{-1}}{H k^{-2}} = \frac{1}{\omega^2 k^{-2} - 1} = \frac{1}{z^2 - 1}$ (4),

$$\text{при } k > \omega \quad \mu = \frac{A}{A_0} = \frac{H(k^2 - \omega^2)^{-1}}{H k^{-2}} = \frac{1}{1 - \omega^2 k^{-2}} = \frac{1}{1 - z^2} \quad (5).$$

Отже, коефіцієнт динамічності μ пов'язаний з коефіцієнтом розстрою z залежністю $\mu = 1/|1 - z^2|$ (6).

При $0 < z < 1$ μ зростає від одиниці до нескінченності. При $z \rightarrow 1$, тобто при $\omega \rightarrow k$ та $\omega < k$ μ прямує до нескінченності. При $\omega = k$ настає резонанс. При $z > 1$ відбуваються збурені коливання з частотою $\omega > k$. При $z \rightarrow \infty$ μ зменшується до нуля.

УДК 531/534(075.8)

МИТТЄВО-ОБЕРТАЛЬНИЙ РУХ ТВЕРДОГО ТІЛА. АКСОЇДИ

студент Кушнір О.С., доцент, к.т.н. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

З теорії сферичного руху твердого тіла маємо, що векторне рівняння $\bar{\omega} \times \bar{r} = 0$ (1) описує пряму, яка проходить через нерухому точку O тіла, і являє собою *геометричне місце точок*, швидкості яких у момент часу t^* дорівнюють нулю. Така пряма називається *миттєвою віссю обертання*.

Співвідношення (1) визначає умову колінеарності векторів $\bar{\omega}$ та $\bar{r}$ у векторній формі; в аналітичній це буде:

$$\frac{x^*}{\omega_x^*} = \frac{y^*}{\omega_y^*} = \frac{z^*}{\omega_z^*} \quad (2) \text{ або } \frac{\zeta^*}{\omega_\zeta^*} = \frac{\eta^*}{\omega_\eta^*} = \frac{\xi^*}{\omega_\xi^*} \quad (3)$$

Згідно з кінематичними рівняннями Ейлера проекції кутової швидкості є функціями часу. Тому миттєва вісь обертання при русі тіла змінює своє положення як у рухомій, так і у нерухомій системі координат. Як наслідок цього вона описує дві конічні поверхні: в рухомій системі координат – *рухомий аксоїд* (поверхня I на Рисунок 1) і в нерухомій системі координат – *нерухомий аксоїд* (поверхня II на тому ж рисунку).

Рух рухомого аксоїда відносно нерухомого на підставі відомої теореми Пуансо – це кочення по нерухомому аксоїду без ковзання.

Коченням без ковзання називається такий взаємний рух твердих тіл, за якого : а) поверхні тіл геометрично дотикаються у спільних точках (тобто вздовж миттєвої осі); б) швидкості спільних точок обох тіл відносно нерухомої системи координат однакові (саме ця умова забезпечує відсутність ковзання).

При коченні без ковзання одного твердого тіла по поверхні іншого тіла, що є нерухомим швидкості спільних точок обох тіл відносно нерухомої системи координат дорівнюють нулю.

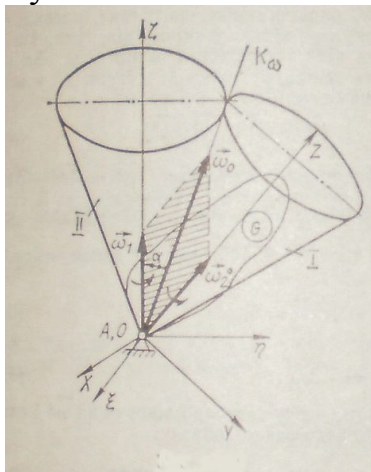


Рисунок 1

**СЕКЦІЯ 6
«ДЕТАЛІ МАШИН»**

УДК 655.531

ПРИВОДИ ПАПЕРОРОБНИХ МАШИН

к.т.н., доц. Скуратовський А. К., студенти Татарчук О. О., Сметанюк І. С.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Привід папероробної машини повинен забезпечувати не тільки збереження встановленого співвідношення швидкостей між окремими секціями при зміні швидкості машини, але і можливість їх змінювання в межах від 1:2 до 1:10 в залежності від параметрів технологічного режиму виробництва.

Одновигунний клинопасовий привід, який застосовується на відносно тихохідних папероробних машинах (Рисунок 1) може бути з розташованим уздовж машини поздовжнім валом, на якому встановлені ведучі розсувні шківи, що дозволяють за рахунок розсовування або зтулення їхніх дисків змінювати з пульта управління на 10 - 18% швидкість кожної секції або відключати у разі потреби будь-яку приводну секцію. Він відрізняється порівняно малими габаритами і зручністю в експлуатації.

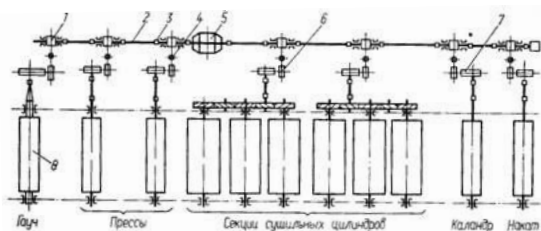


Рисунок 1. Схема одновигунного клинопасового приводу:

- 1- розсувний шків; 2 -приводний вал; 3 -муфта; 4 - натяжний ролик;
5 - електродвигун ; 6 - ведений шків; 7 - редуктор; 8 - вал секції машини.

Багатодвигунний привід (Рисунок 2) є універсальним, його застосовують у папероробних машинах, які працюють при різних швидкостях. Кожна секція такої папероробної машини забезпечена окремим електродвигуном.

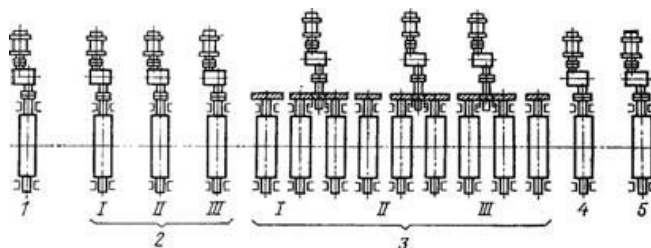


Рисунок 2. Схема багатодвигунного приводу:

- 1 - гауч-прес 2- преси I, II, III; 3 - сушальні циліндри; 4 - машинний каландр;
5 - накат

Для машин з регулюванням швидкостей більш ніж 1:6 застосовують багатоагрегатні приводи, в яких для кожної секції встановлюється окрема динамомашини зі збудником, що приводить в рух секційний електродвигун.

УДК 621. 833

ХВИЛЬОВІ ПЕРЕДАЧІ З ПРОМІЖНИМИ ЛАНКАМИ

к.т.н., доц. Скуратовський А. К., студенти Солейко А. О.,
Марушевський С. О.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Хвильові передачі з проміжними ланками, які раніше застосовувалися виключно в ракетно-космічній техніці, отримали широке застосування також у нафтогазовій промисловості, оскільки мають якісно нові ресурсні і силові характеристики, що перевершують відомі аналоги. Основна конструктивна особливість цієї передачі полягає в класичній хвильовій схемі тіл кочення (кульок або роликів) замість гнучкого елемента. Передача (Рисунок 1) складається з чотирьох основних елементів: приводного валу з ексцентриком 1, сепаратора 2, тіл кочення 3 і вінця кулачкових секторів 4. Вал 1, обертаючись, викликає радіальне переміщення тіл кочення 3 в пазах сепаратора 2. При цьому створюється ефект «біжної хвилі» по ланцюжку тіл кочення аналогічно класичним хвильовим схемам. Тіла кочення, контактуючи з робочими поверхнями вінця кулачкових секторів 4, викликають його обертання. При кожному повному оберті ексцентрикового валу вінець повертається на один кулачковий сектор. Таким чином, передавальне відношення визначається кількістю кулачкових секторів. Передавальні відношення одноступінчастих хвильових передач з проміжними ланками: $9\div 60$; двоступінчастих: до 3500; багатоступінчастих: понад 1000000. У порівнянні з зубчастою передачею при рівних передавальних числах і крутних моментах вона менша за габаритами в 2-6 разів залежно від типорозміру, ККД становить 0,8-0,9, а в спеціальній конструкції - 0,97.

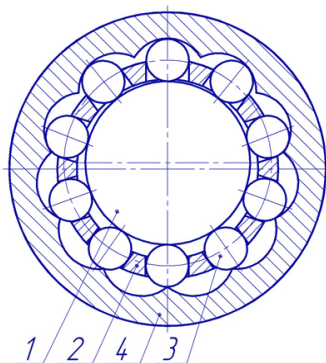


Рисунок 1. Принципова схема ХППЛ

Застосування в конструкції пластичного мастила не вимагає контролю за її рівнем. Оскільки в передачі з високою швидкістю обертається тільки вал з ексцентриковим генератором, який має незначну масу і діаметр, то загальний момент інерції мас рухливих ланок невеликий і конгруентний з моментом інерції електродвигуна. Це дозволяє здійснювати швидкий запуск і гальмування, а також динамічне реверсивне обертання.

УДК 621.825.7

ПЕЛЮСТКОВА МУФТА

к.т.н., доц. Скуратовський А. К., студенти Лялька М. О., Поліщук М. О.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Муфта складається з двох однакових напівмуфт, гумових або гумовокордних пружних елементів (пелюсток) і притискних кілець з гвинтами. Напівмуфти з'єднані пружними елементами (пелюстками), вигнутими у вигляді дуги, борта яких затиснуті між фланцями напівмуфт і притискними кільцями (Рисунок 1). Кількість пелюсток переважно парна, вони розташовані рівномірно по колу, а сусідні пелюсткові пружні елементи дотикаються між собою бічними гранями, що знаходяться в зоні контакту пелюсток з опорними поверхнями притискних фланців напівмуфт і притискних кілець.



а

б

Рисунок 1. Пелюсткова муфта
а – пелюстки; *б* – загальний вид муфти

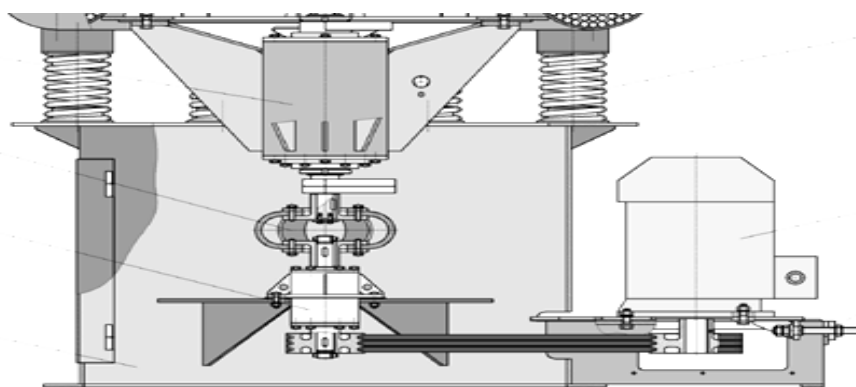


Рисунок 2. Пелюсткова муфта в приводі вібромліна

Пелюстки в плані мають прямокутну форму. В зоні їх контакту з фланцями напівмуфт і притискними кільцями виконані зовнішні і внутрішні потовщення. Опорна поверхня фланця і притискного кільця, між якими затискається пелюстка, повторює профіль потовщеної частини пелюстки. Головне призначення муфт- компенсація кутових і радіальних зміщень валів, які неминуче виникають під час експлуатації, а також амортизація поштовхів і ударів.

УДК 621.825.

ЕЛАСТОМІРНА МУФТА

к.т.н., доц. Скуратовський А. К., студенти Куріньовський О. В.,
Воробей Н. Г.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Муфта складається з двох взаємозамінних маточин, виконаних з чавуну або сталі і двох окремих рознімних навпіл еластомірних елементів з поліуретану, що забезпечує легке збирання і заміну на місці при обслуговуванні.

Муфта може виконуватися в подовженому і короткому варіанті (Рисунок 1). Подовжений варіант часто застосовується для під'єднання насосів.



Рисунок 1. Варіанти виконання еластомірних муфт
а – подовжена; *б* – коротка

Дана конструкція спрощує монтаж і демонтаж, дає можливість встановити муфту в багато разів швидше і зменшити кількість оснастки завдяки можливості з'єднання валів з різними осьовими відстанями між їх кінцями за допомогою одних і тих же частин і взаємозамінних маточин.



Рисунок 2. Муфта в розібраному стані

Такі муфти мають ряд переваг, серед яких необхідно особливо відзначити відсутність потреби в мастилі, безпеку роботи в хімічному середовищі, відсутність небезпеки появи іскри. Торсіонно гнучкий еластичний елемент гасить динамічні навантаження, вібрацію і удари, а при критичному перевантаженні руйнується і запобігає пошкодженню обладнання.

УДК 621.825.7

ПРУЖНА ЕЛАСТИЧНА МУФТА

к.т.н., доц. Скуратовський А. К., студенти Гнатюк Н.М., Гузь К. М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Пружні еластичні муфти (Рисунок 1) досить широко застосовуються в різних галузях машинобудування. Вони відрізняються малими габаритами і масою, низькими маховими моментами при передачі значних крутних моментів, здійснюють передачу крутного моменту з гасінням крутильних коливань із зменшенням динамічних навантажень при нерівномірній роботі двигуна. Муфти можна встановлювати в горизонтальному і у вертикальному положенні.

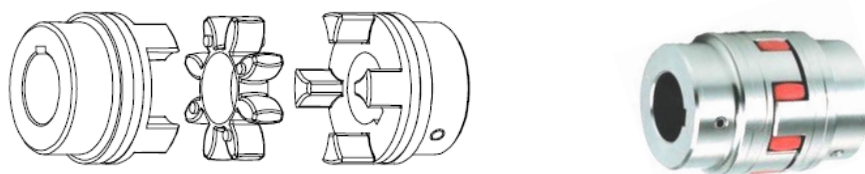


Рисунок 1. Пружна еластична муфта

Стандартним матеріалом для їх пружних зубчастих вінців є термопластичний поліуретан. Він виготовляється різної твердості по Шору в залежності від необхідної демпфуючої здатності і жорсткості при крученні. Ці параметри тісно пов'язуються з температурою, яка не повинна перевищувати 130°C. Однак, вимоги до технічних характеристик муфт, які часто працюють на межі своїх можливостей, стають дедалі жорсткішими. З метою відповідності еластичних муфт новим вимогам, для них розроблений зубчастий вінець, який зв'язується з дроту (Рисунок2). Переваги дротяного зубчастого вінця проявляються в основному при його застосуванні в діапазоні температур 120–250 °С, а також в кородувальному середовищі, оскільки він виготовлений з нержавіючого матеріалу.



Рисунок2. Зубчастий вінець: а)–поліамідний; б)–дротяний

Дротяні зубчасті вінці закріплюються на маточинах із сталі, чавуну або анодованого алюмінію. Його жорсткість при тривалих навантаженнях майже незмінна. Область застосування: машинобудування, хімічна та автомобільна промисловість, гідравлічні агрегати, сталеливарні заводи, медична і фармацевтична техніка.

ПРО ВПЛИВ КОРЕГУЮЧИХ КОЕФІЦІЄНТІВ НА РОЗРАХУНКОВУ ДОВГОВІЧНІСТЬ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

студ.: Витвицький В.М., Малащук Н.С., Степанюк Д.А., с.н.с. Герасимов Г.В.

В машинах і механізмах нас оточують велика кількість підшипників. Їх різноманіття показано на Рисунок 1. Підшипники ковзання (ПКЗ) застосовуються при ударних навантаженнях, при великих швидкостях, при роботі в рідинних середовищах. Підшипники кочення (ПКЧ) – в відповідальних механізмах при обмежених швидкостях, при забезпеченні високого ККД і заданої довговічності [1, 2].

На Рисунок 2 наведені приклади видів тертя кочення: а) кульками; б) кульками з аналогічним сепаратором; в) роликами; г) схрещеними роликами. Відмітимо, що кульки маленького діаметра засипаються через радіальний отвір зовнішнього кільця підшипника в проміжки несучих кульок і виконують роль сепаратора, що котиться. Після монтажу отвір закривається пробкою (Німеччина, 70 рр.). Використання схрещених роликів дозволяє передавати ще і осьове навантаження (F') за рахунок наявності, так званого, спейсерного сепаратора (Японія, 75 рр.). Не дивлячись на обмежене число тіл кочення, однойменні підшипники мають широке застосування [3, 4]. Наприклад, до 1991 р. в СРСР працювало 23 державних підшипникових заводів (ГПЗ): 1, 2 – Москва, 4 – Куйбишев, 5 – Томськ, 6 – Свердловськ, 8 – Харків, 11 – Білорусь, 23 – Вологда і ін. Вони щорічно випускали мільярд підшипників, ще при 100-мільйонному дефіциті 30-ти тисяч машинобудівних споживачів...

На Рисунок 3 показані графічні межі силових, кінематичних факторів, зносостійкості в координатах $\log F$ та $\log V$. Вигляд наведених параметрів типовий для багатьох підшипників. Розрахункова довговічність визначається за ГОСТ 18855 – 82, з урахуванням корегуючих коефіцієнтів $a_1, a_{2,3}$, визначених ще наприкінці 70-их років[2]:

$$L = a_1 a_{2,3} (C / Q)^\alpha$$

Їх значення наведені в таблицях 1, 2 і доповнені графічною інтерпретацією. Бачимо, що середнє значення цих коефіцієнтів приводить до зниження розрахункової довговічності майже у три рази.

В роботі звернена увага на неоднозначність довговічності існуючих ПКЧ [5], (Рисунок 4).

Перелік посилань:

1. Витвицький В.М., Малащук Н.С., Блайвас І.Ю., Герасимов Г.В. Про спряженість цапф з опорами ковзання та кочення. Тези доповідей загальноуніверситетської науково-технічної конференції молодих вчених та студентів, присвяченої дню Науки. Секція «Машинобудування». Підсекція «ЛТФТТ». НТУУ, «КПІ», ММІ. Київ 2013, 3с.
2. Wälzlagerschmierung. Tribotechnik im Maschinenbau. Wechselbeziehungen Schmierstoff/Maschinen elemente. Gesellschaft für Tribologie, GFT – Arbeits – blatt 2.4.1, 1978, 1 – 24.
3. Международный стандарт. Рег. № ИСО 281/1-77. Подшипники качения. Динамическая грузоподъемность и базовая номинальная долговечность. Часть I. Методы расчета, 1978.
4. ГОСТ 18855-82. Подшипники качения. Расчет динамической грузоподъемности, эквивалентной динамической нагрузки и долговечности.
5. ДСТУ 2330-94. Розрахунок та випробування на міцність. Терміни та визначення основних понять.

Подшипники. Общее обозначение	радиальный	—	
	упорный	—	
Подшипники скольжения	радиальный	—	
	упорный односторонний	—	
	упорный двусторонний	—	
	радиально-упорный односторонний	—	
Подшипники качения	радиально-упорный двусторонний	—	
	радиальный	—	
	упорный односторонний	—	
	упорный двусторонний	—	
	радиально-упорный односторонний	—	
	радиально-упорный двусторонний	—	

Рис.1 - Схематичне зображення підшипників за ГОСТ 2770-68 ЕСКД
Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики

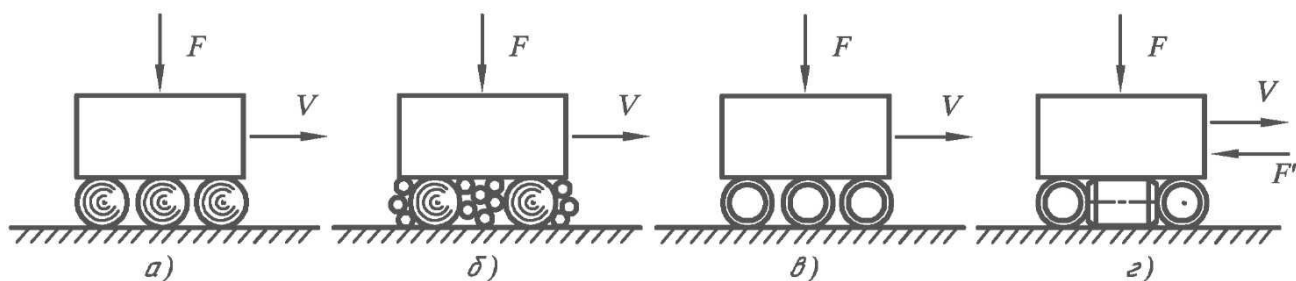


Рис.2 - Підшипники кочення: а) кульковий; б) багатокульковий (Німеччина, 1970 рр.);
в) роликовий; г) схрещено-роликовий (Японія, 1976 рр.)

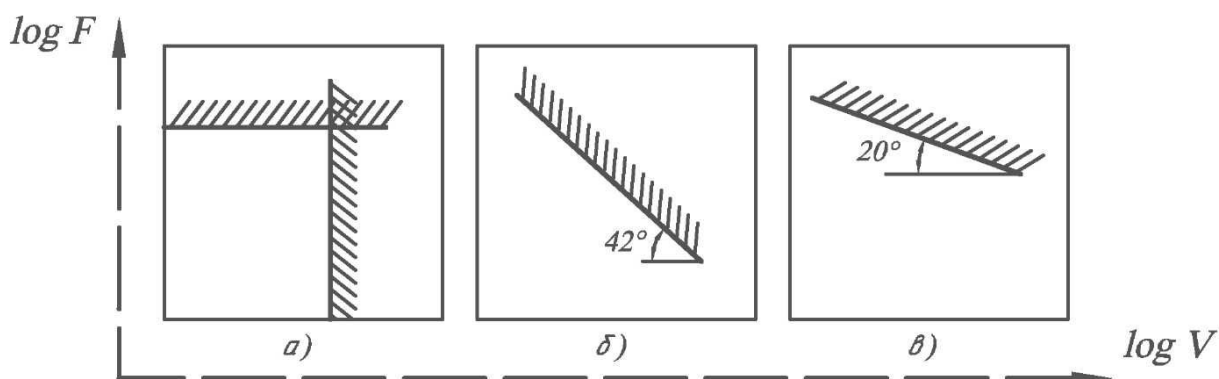
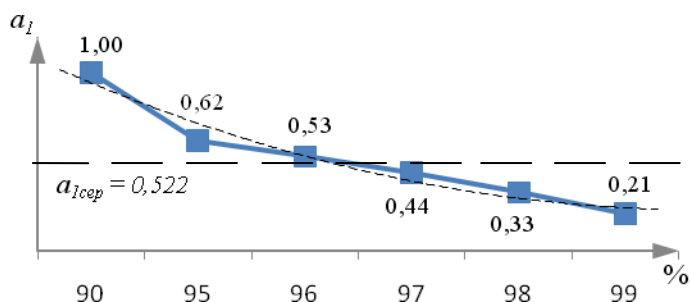


Рис.3 - Експлуатаційні режими роботи підшипників: а) - обмеження по F і V ; б) - лінія граничного зношування I ; в) - границя довговічності L

Таблиця 1. Значення коефіцієнта a_1 для підшипників

Надійність, %	L_n	a_1	Графічна інтерпретація табличних значень
90	L_{10}	1,00	
95	L_5	0,62	
96	L_4	0,53	
97	L_3	0,44	
98	L_2	0,33	
99	L_1	0,21	



Таблиця 2. Значення коефіцієнта a_{23} для підшипників

№ групи	Групи підшипників	Види розрахункових умов експлуатації			Графічна інтерпретація табличних значень
1)	Кулькові підшипники (крім сферичних)	I - Звичайні умови	0,75	II - Контроль перекосів та надійне змащування	1,00
2)	Кулькові підшипники сферичні і роликові з циліндричними роликами		0,55		0,80
3)	Роликові підшипники конічні		0,65		0,90
4)	Роликові підшипники сферичні		0,35		0,60

Графік показує значення коефіцієнта a_{23} для чотирьох груп підшипників (1, 2, 3, 4) за двома умовами експлуатації: I (Звичайні умови) та II (Контроль перекосів та надійне змащування). Дані з таблиці:

Група	Умова I	Умова II
1)	0,75	1,00
2)	0,55	0,80
3)	0,65	0,90
4)	0,35	0,60

Лінійні тренди: I (темно-фіолетова), II (червона). Додатково позначено середнє значення $a_{23\text{сеп}} = 0,7$ горизонтальною пунктирною лінією.

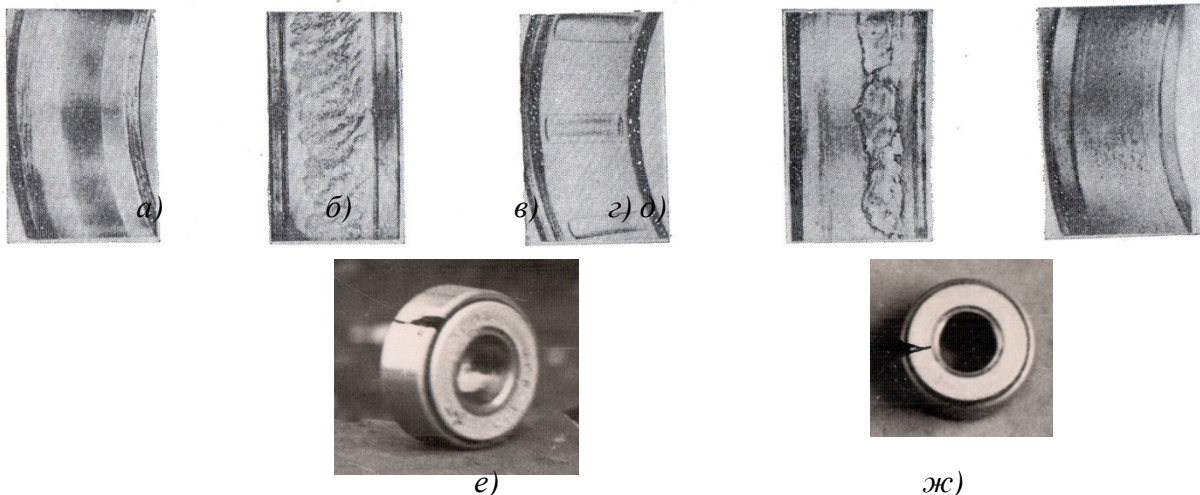
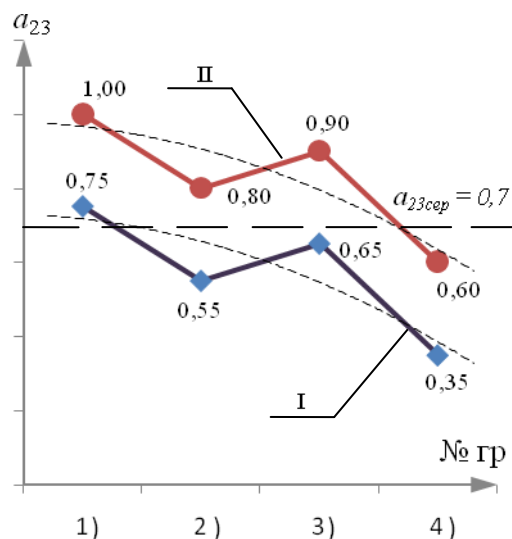


Рисунок 4. Зношування (по працям проф. Костецького Б.І.): а) - механохімічне, б) - утомленість, в) - зминання, г) - схоплюваність, д) - абразивне; та пошкодження кілець ПКч - зруйновані роликові підшипники каретки закрилків літака АН-10А після 100 годин польоту, тріщини: е) - на зовнішньому кільці, ж) - на торцевому кільці

УДК 621.961.2

ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ У МАШИНОБУДУВАННІ

студенти ак. Лялька Г. О., Лялька М. О., старший викладач кафедри
лазерної техніки та фізико-технічних технологій
НТУУ «КПІ» Дубнюк В. Л.

Випромінювачі сучасних технологічних лазерів здатні продукувати потоки проміння потужністю до десятків кіловат. Густина потужності у сфокусованому лазерному пучку досягають неймовірних значень, під впливом яких з будь-яким матеріалом відбуваються значні перетворення.

Поглинена енергія випромінювання передається електронам матеріалу. Глибина проникнення світлової енергії складає для більшості речовин близько 5...50 нм. Відбувається перехід світлової енергії у теплову, розігрів матеріалу до високих температур з великою швидкістю. Спостерігається інтенсивне плавлення, випарювання та іонізація матеріалу.

1. Термічне зміцнення. Ґрунтується на локальному нагріванні ділянки поверхні до температур структурних перетворень та охолодження цієї ділянки із надкритичною швидкістю після припинення впливу за рахунок тепловідведення у внутрішні шари металу.

На відміну від загартування струмом високої частоти та електронагрівом, лазерне загартування призводить до зниження можливого викривлення деталі, що дає можливість використання даної обробки як заключної.

Регулювання швидкості нагріву та охолодження, часу перебування металу при високих температурах дозволяє отримати відповідні властивості та структуру поверхневого шару. Відпадає необхідність використання охолоджувальних середовищ – загартування відбувається на повітрі.

У результаті лазерного зміцнення досягаються висока твердість поверхні, висока дисперсність структури, зменшення коефіцієнту тертя, збільшення несучої здатності поверхневих шарів тощо.

2. Легування та наплавлення поверхневого шару. Ділянка поверхні нагрівається вище температури плавлення, у зону оплавлення вводять легуючі компоненти. Утворюється поверхневий шар з хімічним складом, відмінним від основного металу.

3. Оплавлення поверхні. Використовується для покращення якості поверхні – зменшення пористості та шорсткості за рахунок розплавлення поверхневого шару матеріалу.

4. Аморфізація – отримання металевого покриття позбавленого кристалічної структури. Швидкість охолодження розплавленого поверхневого шару повинна бути настільки велика, щоб не встигло відбутися упорядкування атомів у кристалічній решітці.

5. Свердління отворів та порожнин. Можна отримувати отвори глибиною близько 10 мм та діаметром до 1 мм й більше у важко оброблюваних матеріалах.

6. Різання. Висока концентрація енергії у лазерному пучку дозволяє розділяти будь-які матеріали незалежно від їх теплофізичних властивостей. При цьому утворюються вузькі різи з мінімальною товщиною зміненого шару.

7. Терморозколювання. Розділення заготовок методом термічного розколювання заготовок під впливом напружень, які виникають внаслідок нерівномірного нагрівання заготовки. У багатьох випадках це призводить до зменшення енергетичних витрат у 5...10 разів порівняно із звичайним різанням.

8. Зварювання. Отриманий шов має товщину, яка значно менша порівняно зі зварюванням іншими методами, ширина шва може бути менше 0,5 мм. За рахунок локального теплового впливу відсутній нагрів матеріалу навколо шва, короблення деталей та зберігаються покриття у навколошовній зоні. Завдяки кинджальному проплавленню матеріалів зварювання деталей різної товщини відбувається без спеціальної підготовки кромки та без використання присадкових матеріалів. Забезпечується висока корозійна стійкість швів.

9. Очищення поверхні. За рахунок теплового впливу з поверхні випаровуються будь-які забруднення, фарба та інші покриття.

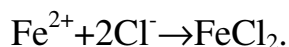
УДК 621.961.2

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ

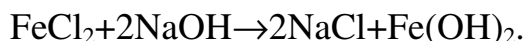
студенти ак. гр. ЛМ-01 Гнатюк Н. М., Поліщук М. О., старший викладач
кафедри лазерної техніки та фізико-технічних технологій
НТУУ «КПІ» Дубнюк В. Л.

Видалення металу при ЕХО відбувається під дією електричного струму у середовищі електроліту без безпосереднього контакту між інструментом та заготовкою. У основі процесу ЕХО лежить явище анодного розчинення металів. У електролітах молекули речовини розпадаються на іони, кожний з яких несе один або декілька електричних зарядів. Без зовнішнього електричного поля іони у електроліті рухаються хаотично. Якщо у ванну з електролітом помістити металеві електроди, які підключенні до джерела постійного струму, виникає направлений рух іонів. Поблизу електродів підвищується концентрація іонів протилежного знаку і на катоді починається відновлення катіонів, на аноді – окислення металу, тобто анодне розчинення (Рисунок 1).

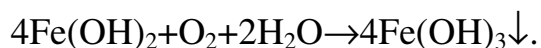
Наприклад, при обробці сталевих деталей у водному розчині NaCl (хлорид натрію) відбуваються наступні реакції. Іони хлору, які вступають у реакцію з залізом, утворюють хлористе залізо:



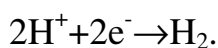
Хлористе залізо взаємодіє з лугом і утворює хлористий натрій та гідрат закису заліза:



Гідрат закису заліза під дією кисню повітря переходить у гідрат окису заліза та випадає у нерозчинний осад:



На катоді виділяється водень:



Інтенсивність процесу анодного розчинення (АР) підпорядковано першому закону Фарадея, згідно якого кількість розчиненого металу аноду

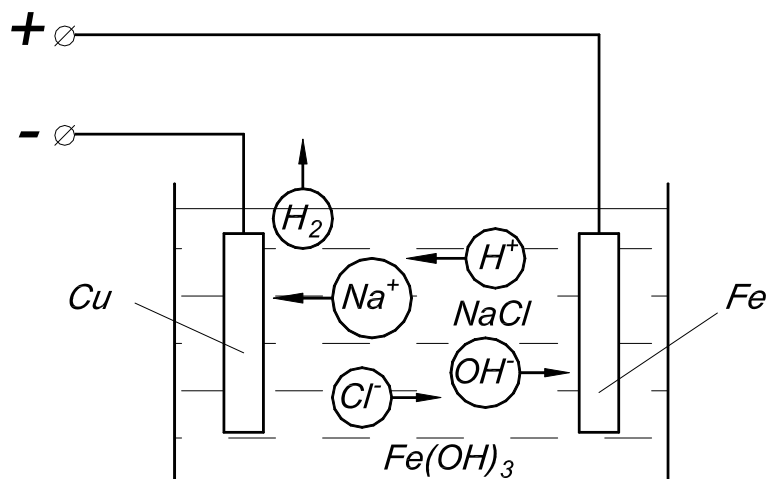


Рисунок 1. Механізм анодного розчинення.

пропорційна кількості електрики, що проходить через міжелектродний проміжок:

$$m = EIt,$$

де m – маса видаленої речовини; E – електрохімічний еквівалент; I – сила струму; t – час обробки.

Коефіцієнт E визначається властивостями речовини та не залежить від температури, складу, швидкості прокачування, об'єму і тиску електроліту. Чисельні значення E для різноманітних матеріалів вибираються із довідкової літератури. Для сплавів E визначається за формулою:

$$E_{cn} = 100 \frac{E_i}{k_i},$$

де k_i – відсотковий вміст i -того елементу у сплаві; E_i – електрохімічний еквівалент i -того компоненту.

Для деяких сплавів $E_{сп}$ дорівнює мг/(А·с): сталь 45 – 0,223; сталь 12Х18Н9Т – 0,165; жаростійкі сплави – 0,26...0,29; титанові сплави – 0,158...0,162; алюмінієві сплави – 0,092...0,093.

УДК 621.961.2

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ РОЗМІРНОЇ ОБРОБКИ

студент Солейко А. О., старший викладач кафедри лазерної техніки та
фізико-технічних технологій НТУУ «КПІ» Дубнюк В. Л.

Ультразвукова розмірна обробка – спосіб формоутворення поверхонь заготовок з твердих та крихких матеріалів, при якому відбувається копіювання форми інструменту на деталі. Процес ультразвукової розмірної обробки залежить від твердості та концентрації абразиву, частоти та амплітуди коливань інструменту, його зношування, статичного навантаження. Визначимо основні технологічні показники даного методу обробки.

1. Продуктивність визначатиметься за величиною подачі та за об'ємом видаленого матеріалу. Продуктивність можна визначити за емпіричною формулою:

$$Q = k(A^2 P_{cm})^a f^b,$$

де k – коефіцієнт, який залежить від властивостей оброблюваного матеріалу; A – амплітуда акустичних коливань; P_{cm} – статична сила, з якою інструмент притискається до поверхні заготовки (сила подачі); $a = 0,5...1$ та $b = 0,5...1$ – показники ступеню, які залежать від умов обробки.

Для підвищення продуктивності УЗО використовують наступні методи:

- покращення циркуляції абразивної суспензії (періодично підіймати інструмент з оброблюваної порожнини або подавати абразивну суспензію через полий інструмент);
- використання інструменту зі зворотною конусністю (зменшується зношення інструменту);
- збільшення швидкості головного руху (повздовжні коливання інструменту);
- підбір оптимальних режимів обробки.

Продуктивність при обробці скла досягає 1000...1500 мм³/хв. на 1 кВт підведеної потужності, а твердого сплаву – 20...25 мм³/хв.

2. Точність отриманих розмірів обробки визначається:

- точністю виготовлення інструменту;
- точністю копіювання його форми;
- розміром шкідливих поперечних коливань;
- зношенням інструменту.

Інтенсивне зношення інструменту відбувається у результаті ударів зерен абразиву, кавітаційної ерозії та абразивного стирання. Здебільшого зношується торець інструменту (1...1,5 % – при обробці скла, 40...50 % – при обробці твердих сплавів). Бокові стінки зношуються значно слабше.

Похибка обробки, в залежності від величини зерна абразиву, складає 20...400 мкм. Конусність при виготовленні отвору складає 5...40 мкм.

3. Шорсткість оброблюваної поверхні залежить від:

- розмірів зерен абразиву;
- амплітуди коливань інструменту;
- фізико-механічних властивостей матеріалу заготовки;
- шорсткості поверхні інструменту.

Під час обробки дрібними шліфпорошками шорсткість складає $R_a=1,2...0,4$ мкм, а при доведенні – $R_a=0,2$ мкм.

При нормальному проведенні процесу інструмент та заготовка не нагріваються та структура їх не змінюється, відсутні тріщини та прижоги. При обробці твердих сплавів та загартованої сталі відбувається зміцнення поверхневого шару (наклеп) та з'являються стискаючі залишкові напруження.

УДК 621.961.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНОГО МЕТОДУ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ

студенти Гузь К. М., Пархоменко А. А., Федорук А. В.,
старший викладач кафедри лазерної техніки та фізико-технічних технологій
НТУУ «КПІ» Дубнюк В. Л.

З явищем руйнування електричних контактів під впливом виникнення між ними дугових розрядів при їх розмиканні людство стикнулось в той момент, коли було відкрито електричний струм. Це явище, яке призводить до руйнування контактних поверхонь та виходу з ладу багатьох електромеханічних приладів, назвали електроерозією.

У 1943 р. радянські вчені Б. Р. Лазаренко та Н. І. Лазаренко запропонували використовувати енергію електричного розряду для видалення матеріалу при формоутворенні деталей. У 1948 році радянський спеціаліст Писаревський М. М. запропонував більш економічний електроімпульсний метод обробки.

При зближенні двох металевих електродів, які знаходяться під напругою у діелектричному середовищі, між ними створюється електричне поле. При зменшенні відстані між електродами напруженість електричного поля буде збільшуватись і відбудеться пробій міжелектродного проміжку (МЄП).

З поверхні катоду, під впливом електричного поля, вириваються окремі електрони, які направлятимуться до поверхні аноду. "Хмара" електронів, що утворилась, називається стрімером (Рисунок 1, а). При поширенні стрімера до аноду, електрони стикаються з молекулами діелектрика і призводять до їх іонізації – утворенню нових вільних електронів та позитивно заряджених іонів. Лавиноподібно збільшуваний потік електронів, що у електричному полі отримують все більшу кінетичну енергію, досягає поверхні аноду. Утворюється канал провідності (Рисунок 1, б).

Електрони, "зіштовхуються" з поверхнею аноду та гальмуються. Накопичена цими електронами кінетична енергія перетворюється у внутрішню енергію речовини аноду, тобто, у теплову. Поверхня електроду нагрівається, плавиться та випаровується. Утворюється елементарна лунка.

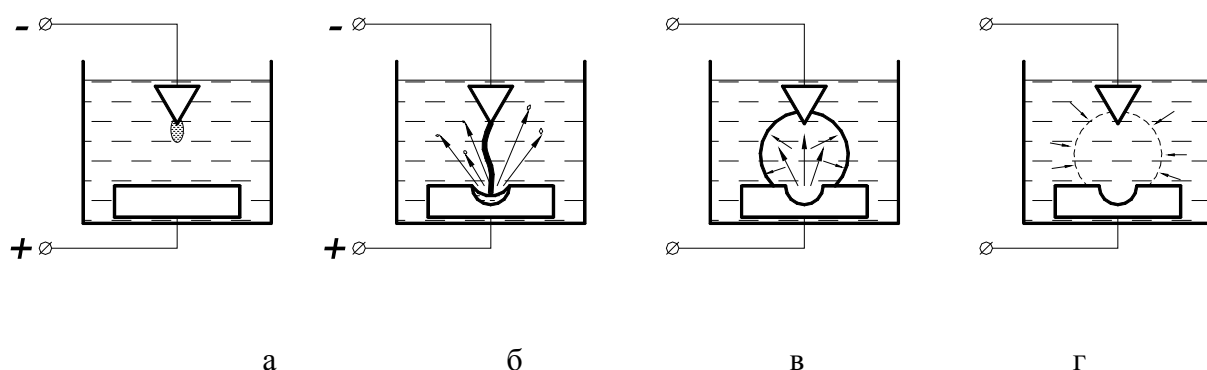


Рисунок 1. Механізм руйнування матеріалу при електроерозійній обробці.

При проходженні електричного струму по каналу провідності, температура в ньому збільшується, що призводить до збільшення тиску. Між електродами утворюється невеликий пухир, атмосфера якого складається з парів діелектрика, його іонів, розплаву і парів металу електродів (Рисунок 1, в). При закінченні протікання електричного струму по каналу провідності, температура і тиск у пухирі падають. Розплавлений метал, що знаходиться на дні лунки, закипає і викидається у МЕР. Пухир захоплюється, утворюється мікробух високої потужності, тобто має місце явище кавітації (Рисунок 1, г).

Температура каналу провідності досягає $40\,000\,^{\circ}\text{C}$, температура на поверхні металу електроду – $10\,000\,^{\circ}\text{C}$.

До переваг електророзрядної обробки можна віднести наступні:

- висока точність обробки та якість поверхні;
- незначна глибина дефектного шару зі зміненою структурою;
- змінення режимів обробки у широкому діапазоні;
- невеликий тиск інструменту на заготовку.

УДК 621.961.2

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ РУЙНУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ ПІД ВПЛИВОМ ЕЛЕКТРОННОГО ПРОМЕНЯ

студенти Аксьонов І. О., Сметанюк І. С., Карпенко К. О., старший
викладач кафедри лазерної техніки та фізико-технічних технологій НТУУ
«КПІ» Дубнюк В. Л.

Під час дії на матеріал електронних променів, електрони проникають на деяку глибину h у матеріал. Глибина h [мкм] порівняно невелика та залежить від напруги прискорення U [В] та густини матеріалу ρ [г/м³]:

$$h = 2,1 \cdot 10^{-17} \frac{U^2}{\rho}.$$

При напрузі 50 кВ глибина пробігу електронів дорівнює: алюміній – 19,4; вольфрам – 2,7; мідь – 5,9; сталь – 6,8; титан – 11,7 мкм.

При проникненні електронів 1 у матеріал 2 їх рух поступово гальмується внаслідок взаємодії з електронами 3 та ядрами 4 атомів речовини (Рисунок 1). Більша частина енергії електронів перетворюється у теплову. Частина енергії перетворюється у світлове 5 та рентгенівське 6 випромінювання.

При падінні електронного пучка достатньої потужності на поверхню матеріалу утворюється лунка-кратер відповідної глибини. Глибина лунки у багато разів перевищує глибину проникнення електронів, тому, що відбувається плавлення та випаровування матеріалу за рахунок виділеного тепла.

Для отримання електронного пучка та керування ним використовують спеціальні пристрої – електронні гармати.

Джерелом електронів у електронній гарматі зазвичай є

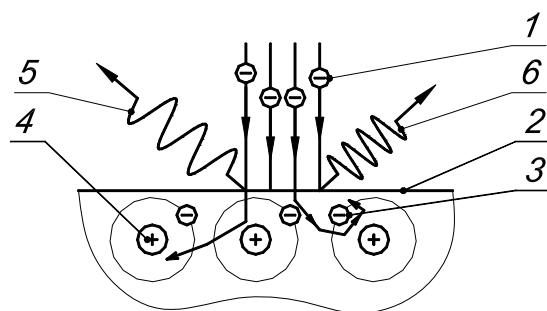


Рисунок 1. Механізм руйнування матеріалу при електронно-

термоемісійний катод 1 з вольфраму, танталу або гексабориду лантану. Його робоча температура становить $1600...2800^{\circ}\text{C}$. Підігрів катоду відбувається за допомогою підігрівного елементу 2. На деякій відстані від катоду знаходиться анод 3, виконаний у вигляді масивної деталі з отвором. Між катодом і анодом від високовольтного джерела живлення, який входить до складу блоку живлення 9, прикладається напруга прискорення $30...150\text{ кВ}$. Електрони прискорюються до значних швидкостей та більша їх частина проходить у отвір аноду.

Для фокусування пучка електронів у електронній гарматі зазвичай використовують систему діафрагм та магнітних лінз (Рисунок 2). Магнітна лінза 4 являє собою соленоїд з магнітопроводом, утворене спеціальної форми магнітне поле зміщує електрони до вісі системи. Діафрагма 5 відсікає крайові електрони та пропускає центральну монокінетичну частину електронів.

Система відхилення 6, слугує для переміщення пучка по оброблюваній поверхні заготовки 7, складається з чотирьох електромагнітних котушок та відхиляє пучок у двох взаємно перпендикулярних площинах.

Електронний пучок формується у вакуумі, тому всі перераховані вузли розміщено у робочій камері 8. Для створення тиску, який не перевищуватиме $10^{-3}...10^{-4}\text{ Па}$, використовують систему насосів 10.

Для точного наведення електронного пучка на оброблювану поверхню можуть використовуватись спеціальні оптичні системи для візуалізації та спостереження процесу обробки.

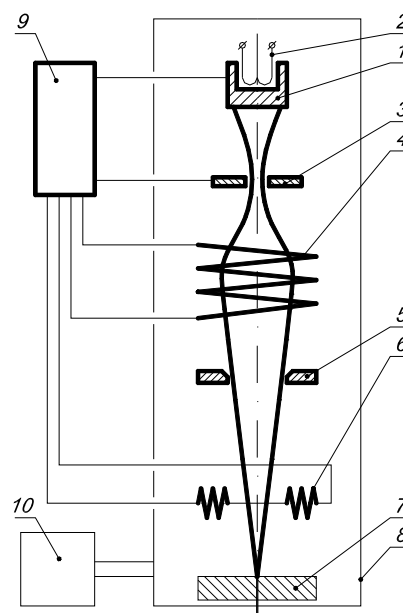


Рисунок 2. Електронно-променева пушка.

УДК 621.664

ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСА ТИПУ НШ

студент Білошицький Р. С.

Житомирський державний технологічний університет

НШ знайшли найширше розповсюдження в гідросистемах різноманітних машин починаючи від авіаційної техніки і закінчуючи машинами сільськогосподарського призначення.

Одним з основних технічних параметрів, що характеризують досконалість будь-якого насоса, як гідромашини, є обсяг ВУ. Але до цих пір теорія НШ не має достатньо надійною методикою розрахунку обсягу ВУ на стадії проектування. Тому вибір теми присвяченій подальшій розробці нових ФМ і ММ процесу ВУ і розробці на їх основі дієвих методик розрахунку ВВ РР НШ, є своєчасним і актуальним.

При оцінці частки внутрішніх втрат через певні зазори в сполученнях деталей НШ від загального обсягу ВВ було встановлено, що на частку ВВ через РЗ припадає 15 - 25%. Це підкреслює важливість наявності математичних моделей для якомога точнішого розрахунку втрат крізь радіальний зазор.

Відома математична модель ВВ через радіальний зазор була отримана при вирішенні диференціальних рівнянь руху в'язкої рідини Нав'є-Стокса і нерозривності для випадку прямокутної щілини, у якій одна зі стінок рухається із заданою швидкістю. Подальший розвиток цієї ММ було направлено на облік додаткових чинників, що уточнюють її. Однак через неточності вихідних передумов при розробці ММ ВВ будь-які наступні удосконалення не можуть підвищити точності розрахунків об'єму ВВ через радіальний зазор.

При складанні фізичної моделі ВВ РР НШ було визначено наступне. Рух в'язкої нестисливої РР крізь зазори в сполученнях деталей НШ будемо вважати сталим ламінарним ізотермічним. Основні фізичні властивості РР не змінюються, масовими силами нехтуємо.

До силових чинників слід віднести тиск РР і в'язкість. Граничні умови при вирішенні диференціальних рівнянь полягали в тому, що РР прилипає до стінок посудини, тобто швидкість її руху біля стінки судини дорівнює швидкості руху самої стінки.

Особливістю втрат є протікання по кругових траєкторіях уздовж стінок корпусу через РЗ. В'язка складова протидіє втратам (Рисунок 1). При складанні ММ втрат через радіальний зазор враховувалося, що в радіальному зазорі має місце змінна ГС витокам РР. Вона визначається кількістю зубів що одночасно знаходяться у перехідній зоні. Оскільки це число зубів є змінною, дискретної величиною, то це передбачає наявність фаз формування ГС руху РР.

Експериментальні дослідження ВВ РР в НШ

В основу методики експериментального дослідження процесу ВУ РЖ в НШ лягла ідея штучної зміни величини зазору в досліджуваному сполученні

НШ і подальшого експериментального визначення РОН, подачі НШ та обсягу ВУ РЖ при цьому зазорі. Обсяг ВУ РЖ визначали як різницю між теоретичною і фактичною подачею РЖ в залежності від величини зазору, частоти обертання при номінальному тиску НШ $P = 16 \text{ МПа}$. Дослідження проводили на серійному НШ-32 -3 КК.

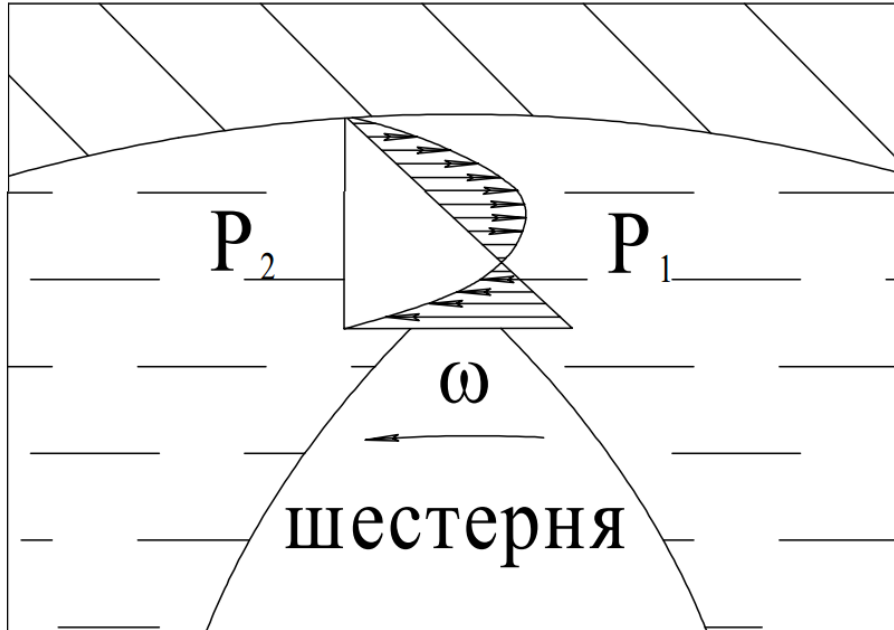


Рисунок 1 – Епюра швидкостей руху РР через РЗ, обумовлена наявністю двох протилежно спрямованих

Експериментальне дослідження витоків через радіальний зазор. Зміна величини РЗ – $\delta 2$ досягали шліфуванням шестерень НШ по зовнішньому діаметру. Визначали ВУ РЖ для наступних величин РЗ: $\delta 2 = 0,01 \text{ мм}; 0,02 \text{ мм}; 0,03 \text{ мм}; 0,04 \text{ мм}; 0,05 \text{ мм}$. Результати досліджень представлені у вигляді графіків. Розбіжність між розрахунками за математичними моделями витоків і експериментальними даними лежить в межах 2,55% ... 4,55%.

Перелік посилань :

1. Башта Т.М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем. - М.: Машиностроение, 1974. – 606 с.
2. Юдин Е.М. Шестеренные насосы. – М.: Машиностроение, 1964.– 238 с.
3. Рыбкин Е.А., Усов А.А. Шестеренные насосы для металлорежущих станков. - М.: Машгиз, 1960. – 187 с.
4. Осипов А. Ф. О долговечности шестеренных насосов высокого давления. — «Вестник машиностроения», № 6, 1962. – 18-20 с.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

Степанюк А.Р., Ларіонов Д.В. ПЕРЕРОБКА ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА З РОЗРАХУНКОМ ПОВІТРЯНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА	4
Гулієнко С. В., Мітусов Р.О. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕПЛООБМІННИКА БЛОКУ ПОПЕРЕДНЬОГО НАГРІВУ СИРОВИНИ УСТАНОВКИ ВІСБРЕКІНГУ	6
Швед М.П., Степанюк Д.А. УСТАНОВКА ГІДРООЧИСТКИ БЕНЗИНОВОЇ ФРАКЦІЇ З ОБРАХУНКОМ І УДОСКОНАЛЕННЯМ ТЕПЛООБМІННИКА	8
Гулієнко С. В., Гапонюк М. М. УДОСКОНАЛЕНИЙ ТЕПЛООБМІННИК СЕКЦІЇ ГІДРООЧИСТКИ ПРЯМОГОННОГО ДИЗПАЛИВА	10
Гулієнко С. В., Вітюк Д. С. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕПЛООБМІННИКА БЛОКУ СЕПАРАЦІЇ ГПС ТА АМІНОВОЇ ОЧИСТКИ ВВГ	12
Нишук М.П., Степанюк А.Р. ПОВІТРЯНИЙ ХОЛОДИЛЬНИК В УСТАНОВЦІ КАТАЛІТИЧНОГО КРЕКІНГУ	14
Погребна І.Д., Коваленко Д.В., Михальчук О. Д. КОНДЕНСАТОР У СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА АМІАКУ	16
Степанюк А.Р., Істратенков О.С. МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ ВУГЛЕВОДНІВ C1-C6 З РОЗРОБКОЮ ПОВІТРЯНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА	18
Пісковий Д.С., Степанюк А.Р. МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОЛІМЕРНИХ ТРУБ З РОЗРОБКОЮ ПОВІТРЯНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА	20
Швед М.П., Любека А.М. ПОВІТРЯНИЙ ХОЛОДИЛЬНИК ДЛЯ ГАЗОФРАКЦІОНУЮЧОЇ УСТАНОВКИ	22

Степанюк А.Р., Слободянюк К.С.

УДОСКОНАЛЕННЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА 24
ДЛЯ ПІДГРІВУ БЕНЗОЛУ УСТАНОВКИ
ГІДРОГЕНІЗАЦІЙНОЇ ОЧИСТКИ

Глушець Д.Г., Мельник О.П.

ПОВІТРЯНИЙ ХОЛОДИЛЬНИК В КОМБІНОВАНІЙ УСТАНОВЦІ 26
АТМОСФЕРНОЇ ТА ВАКУУМНОЇ КОЛОН З ТРУБЧАСТИМИ ПЕЧАМИ
ДВОКРАТНОГО ВИПАРОВУВАННЯ НАФТИ

Семінський О.О., Борисенко Є.Ю.

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ РЕБОЙЛЕРА УСТАНОВКИ 28
КАТАЛІТИЧНОГО КРЕКІНГУ

Сторожук Ю.В., Дуда Б.І.

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ КАТАЛІТИЧНОГО КРЕКІНГА 30
З РОЗРОБКОЮ ПАРОГЕНЕРАТОРА

СЕКЦІЯ 2

«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ БІОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

Двойнос Я. Г., Маринін Є. В.

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ КОЖУХОТРУБНОГО 33
ТЕПЛООБМІННИКУ ПІДГРІВАЧА ПЛАВУ КАРБАМІДУ

Двойнос Я. Г., Губарєв Я. В.

НОВЕ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА НІТРОЗНИХ 35
ГАЗІВ У ВИРОБНИЦТВІ АЗОТНОЇ КИСЛОТИ.

Степчук І.В., Зубрій О.Г.

ПРОЦЕСИ У РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ. ПРИНЦИП ТА 37
МЕХАНІЗМИ ДІВЕ

Григоренко О.В., Зубрій О.Г.

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПЕРЕМІШУЮЧОГО ПРИСТРОЮ 39
У РЕАКТОРІ ПЕРЕЕТЕРИФІКАЦІЇ

Гулієнко С.В., Сидоренко О.П.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕТИЛОВОГО СПИРТУ 41
КАТАЛІТИЧНОЮ ГІДРАТАЦІЄЮ ЕТИЛЕНУ В ПАРОВІЙ ФАЗІ

Яроцький С.М., Целень Б.Я.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В 43
ПЛАСТИНЧАТОМУ ТЕПЛООБМІННИКУ

Войцеховський О.М., Михальчук О.Д.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ ПІДГРІВУ МЕТАНОЛУ У 45
СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА ФОРМАЛІНУ

Орішкевич С.О., Ракицький В.Л.	
МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧА ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ	47
Бірюк Д. О., Ракицький В. Л.	
МОДЕРНІЗАЦІЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КОЖУХОТРУБЧАСТОГО КОНДЕНСАТОРА В ДВОСТУПІНЧАСТІЙ ХОЛОДИЛЬНІЙ МАШИНІ	49
Литвиненко Є. Ю., Гулієнко С. В.	
ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ МЕЛЯСИ ПРИ ФЕРМЕНТАЦІЇ У ВИРОБНИЦТВІ ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ	51
Гридякін О.С., Дуда Б.І.	
КИП'ЯТИЛЬНИК ПАРОПЕРЕТВОРЮВАЧА В УСТАНОВЦІ ВИРОБНИЦТВА ФУРФУРОЛУ	53
Усенко О.В., Дуда Б.І.	
ДЕФЛЕГМАТОР РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ В УСТАНОВЦІ ВИРОБНИЦТВА ФУРФУРОЛУ	55

СЕКЦІЯ 3

«ОБЛАДНАННЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЗАОЩАДЖУЮЧИХ І ЕКОБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ХОЛОДИЛЬНИХ І ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

І.А.Андрєєв, А.М.Демидюк	
МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНІЧНОГО ЕЖЕКЦІЙНОГО СКРУБЕРА З РУХОМОЮ НАСАДКОЮ	58
І.А.Андрєєв, А.М.Демидюк	
ЗАСТОСУВАННЯ КОЖУХОТРУБНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ В ПРОЦЕСІ РЕКУПЕРАЦІЇ ПАРІВ АЦЕТОНУ	60
І.А.Андрєєв, Е.О.Овсяннікова	
УДОСКОНАЛЕННЯ ВІБРОЕКСТРУЗІЙНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ	62
І.А.Андрєєв, А.М.Демидюк	
ВЕРТИКАЛЬНИЙ ТРУБЧАСТИЙ ТЕПЛООБМІННИК ЗІ ЗНІМНИМ КОЖУХОМ	64
Коваленко Д.В., Погребна І.Д., Михальчук О. Д.	
КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛООБМІННИК У СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА АМІАКУ	66
Юрченко М.С., к.т.н., Ракицький В.Л ,	
МАЛОТОННАЖНІ УСТАНОВКИ З ПЕРЕРОБКИ НАФТИ ТА ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТУ	68

Гудков М.М., Михальчук О. Д. БАРАБАННА СУШАРКА У СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА ТЕХНІЧНОГО ВУГЛЕЦЮ	70
Двойнос Я. Г., Хотинецький М. І. ІНТЕНСИФІКАЦІЯ КИПІННЯ ШТУЧНО ЗМІНЕНОЮ ШОРСТКІСТЮ ЗОВНІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ ТРУБ У КОЖУХОТРУБНОМУ КИП'ЯТИЛЬНИКУ.	72
І.А.Андрєєв, Д.Ю.Шмельова ЗАСТОСУВАННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ЛОТОКІВ	74
Двойнос Я. Г., Назарчук В. В. УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА СПУЧЕНИХ ПЕРЛІТІВ, МОДЕРНІЗАЦІЯ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ БН2,0-8НУ-03	76
Магазій П.М., Хотинецька М.І. ТЕПЛООБМІННИК УСТАНОВКИ ГРАНУЛЯЦІЇ ДОБРІВ В ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ	78
Гатілов К.О. , Лавреха А.О. ПАРОГЕНЕРАТОР ДЛЯ ДОБУВАННЯ ВОДЯНОЇ ПАРИ УСТАНОВКИ ПЕРЕРОБКИ НАДСМОЛЬНОЇ АМІАЧНОЇ ВОДИ.	80
Гомельський В.В., Михальчук О.Д. ГІДРООЧИЩЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА З ЦИРКУЛЯЦІЄЮ ВОДОРОДОВМІСТКОГО ГАЗУ	82
Гомельський В.В., Михальчук О.Д. МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОВІТРЯНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА	84
Семінський О.О., Овсяннікова М.О. МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРОВУВАЧА МОДУЛЬНОЇ ТЕПЛОНАСОСНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ МТНХУ 200/26	86
Холодова О.А., Ракицький В.Л. КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛООБМІННИК У СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІКАПРОАМІДУ	88

СЕКЦІЯ 4 **«ОБЛАДНАННЯ ЛІЧОВОГО КОМПЛЕКСУ»**

Новохат О.А., Василенко М.М. МОДЕРНІЗАЦІЯ ПЕРИФЕРИЧНОГО НАКАТУ ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ	91
Данілевич Є.С., Мельник О.П. МОДЕРНІЗАЦІЯ РОЗКАТУ ПОЗДОВЖНЬО-РІЗАЛЬНОГО ВЕРСТАТУ	93
Новохат О.А., Василенко Р.М.	95

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПЕРИФЕРИЧНОГО НАКАТУ

КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ

Зайцев С.В., Королік В.В.

ЖОЛОБЧАСТИЙ ПРЕС КАРТОННОРОБНОЇ МАШИНИ

97

Новохат О.А., Татарчук О.О.

ПЕРША ПРИВІДНА ГРУПА СУШИЛЬНОЇ ЧАСТИНИ

99

ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ

Зайцев С.В., Осіпов О.С.

ХОЛОДИЛЬНА ЧАСТИНА КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ

101

З РОЗРОБКОЮ ХОЛОДИЛЬНОГО ЦИЛІНДРА

Мельник О.П., Трофименко Р.В.

103

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОЗДОВЖНЬО-РІЗАЛЬНОГО ВЕРСТАТУ

Улітько Р.М., Заворотний Е.О.

105

ПРЕСОВА ЧАСТИНА ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ

Жидченко М.Г., Улітько Р.М.

МІШАЛЬНИЙ БАСЕЙН З ГОРИЗОНТАЛЬНИМ

107

ПЕРЕМІШУЮЧИМ ПРИСТРОЄМ

Ждановський І.М.

ЦИЛІНДР ЛОЩИЛЬНИЙ

109

Зайцев С.В., Сухий І.О.

ВІДСМОКТУЮЧИЙ ПРЕС КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ

110

СЕКЦІЯ 5

«ТЕОРЕТИНЧА МЕХАНІКА»

Мурзак М.С., Штефан Н.І.

ДИНАМІЧНІ РІВНЯННЯ РУХУ ТОЧКИ ПО НЕГЛАДЕНЬКІЙ

113

НЕРУХОМІЙ ПОВЕРХНІ

Столітня Н. В., Штефан Н.І.

РУХ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ ЗА НЕСТАЦІОНАРНОЇ В'ЯЗИ

114

Процак А.С., доцент, к.т.н. Штефан Н.І.

ШВИДКІСТЬ ТОЧКИ У ПОЛЯРНИХ КООРДИНАТАХ

115

Пашенько М.А., Штефан Н.І.

ПЕРЕТВОРЕННЯ КООРДИНАТ ТОЧКИ

116

Перепеличний О.В., Штефан Н.І.

МЕХАНІЧНИЙ ЗМІСТ ПЕРЕНОСНИХ

КІНЕМАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

117

118

Ящук В.О., Штефан Н.І.	
КОЕФІЦІЄНТ ДИНАМІЧНОСТІ	
Кушнір О.С., Штефан Н.І.	
МИТТЄВО-ОБЕРТАЛЬНИЙ РУХ ТВЕРДОГО ТІЛА. АКСОЇДИ	119

СЕКЦІЯ 6

«ДЕТАЛІ МАШИН»

Скуратовський А. К., Татарчук О. О., Сметанюк І. С.	
ПРИВОДИ ПАПЕРОРОБНИХ МАШИН	121
Скуратовський А. К., Солейко А. О., Марушевський С. О.	
ХВИЛЬОВІ ПЕРЕДАЧІ З ПРОМІЖНИМИ ЛАНКАМИ	122
Скуратовський А. К., Лялька М. О., Поліщук М. О.,	
ПЕЛЮСТКОВА МУФТА	123
Скуратовський А. К., Куріньовський О. В., Воробей Н. Г.	
ЕЛАСТОМІРНА МУФТА	124
Скуратовський А. К., Гнатюк Н.М., Гузь К. М.	
ПРУЖНА ЕЛАСТИЧНА МУФТА	125
Витвицький В.М., Малашук Н.С., Степанюк Д.А., Герасимов Г.В.	
ПРО ВПЛИВ КОРЕГУЮЧИХ КОЕФІЦІЄНТІВ НА РОЗРАХУНКОВУ ДОВГОВІЧНІСТЬ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ	126
Дубнюк В. Л., Лялька Г. О., Лялька М. О.	
ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ У МАШИНОБУДУВАННІ	129
Дубнюк В. Л., Гнатюк Н. М., Поліщук М. О.	
ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ	131
Дубнюк В. Л., Солейко А. О.	
ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ РОЗМІРНОЇ ОБРОБКИ	133
Дубнюк В. Л., Гузь К. М., Пархоменко А. А., Федорук А. В.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНОГО МЕТОДУ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ	135
Дубнюк В. Л., Аксьонов І. О., Сметанюк І. С., Карпенко К. О.	
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ РУЙНУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ ПІД ВПЛИВОМ ЕЛЕКТРОННОГО ПРОМЕНЯ	137
Білошицький Р. С.	
ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСА ТИПУ НШ	139

Підписано до друку 16.05.2013 р. Формат 60х90 1/16.
Папір офсетний. Умовн. др. арк. 6,1
Друк різнограф. Тираж 150 прим. Зам. № 1705/03.

Підприємство УВОІ "Допомога" УСР
Свідцтво про державну реєстрацію №531018
03056, м. Київ, пров. Політехнічний 6, корп. 5 (КПІ)
Тел.: 277-41-46.