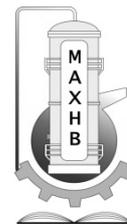


Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”
НТУУ “КПІ”

Інженерно-хімічний факультет



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

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

20-23 листопада
Київ 2013

УДК 66
ББК 35.11-5я43
О 16

Збірник тез доповідей XIII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництві підприємств будівельних матеріалів" (20-23 листопада 2013р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 137 с

Збірник тез доповідей XIII 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 Андреев Ігор Анатолійович

к.т.н., доцент Швед Микола Петрович

к.т.н., доцент Зубрій Олег Григорович

к.т.н., доцент Степанюк Андрій Романович

ІТТФ НАН України

д.т.н., професор Снежкін Юрій Федорович

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 № 4
від 12 листопада 2013 р.

Посвідчення Українського інституту науково-технічної і економічної інформації
(УкрІНТЕІ) № 735 від 05.11.2013 р.

СЕКЦІЯ 1

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

УДК 665.63 (078.8)

МОДЕРНІЗАЦІЯ БЛОКУ ВАКУМНОЇ ПЕРЕГОНКИ НАФТИ З РОЗРОБКОЮ ТЕПЛООБМІННИКА ТРУБА В ТРУБІ

студент Ардиківський О.В., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В сучасних умовах розвитку промисловості все більш гостро постає потреба у високоякісному паливі, що в свою чергу тягне за собою необхідність у впровадженні нових або модернізації вже існуючих технологій у сфері нафтопереробки. Первинна перегонка нафти – розділення нафти на фракції при первинній переробці нафти для наступної переробки або використання як товарної продукції. Здійснюється на атмосферних трубчастих та атмосферно-вакуумних трубчастих устаткуваннях які часто комплектуються з устаткуванням знесолення нафти і вторинної перегонки бензину.

Поставлену задачу можна вирішити шляхом модернізації блоку вакуумної перегонки нафти з розробкою теплообмінника труба в трубі схему якого зображено на Рисунок1.

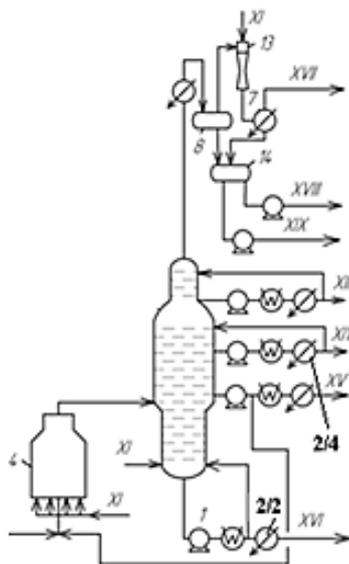


Рисунок 1 – Блок модернізації блоку вакуумної перегонки нафти

Мазут через трубчасту піч подається до вакуумної колони 12, з якої відбирається легкий вакуумний газойль, газові продукти розкладу, фракцій 380...530 °С, затемнена фракція, гудрон.

Метою роботи є: спроектувати теплообмінник типу «труба в трубі» для охолодження гудрону.

Завданнями роботи є:

- обґрунтування модернізації конструкції відповідного обладнання з урахуванням сучасних світових тенденцій та виконання розрахунків, які підтверджують працездатність та економічну доцільність запропонованої модернізації;

- надання рекомендацій з охорони праці при монтажі, експлуатації та ремонті апарата;

- техніко-економічне обґрунтування запропонованої модернізації;

- параметричний розрахунок теплообмінника

- креслення апарату та його складних елементів

Перелік посилань:

1. Справочник нефтереработчика / Под ред. Г. А. Ластовкина, Е. Д. Радченкои М. Г. Рудина. – Л.: Химия, 1986. – 648 с., ил.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА В СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІЕТИЛЕНУ ВИСОКОГО ТИСКУ

студент Бонкало Р.К., доц. Швед М.П.

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”

Поліетилен — безбарвний прозорий або білий напівпрозорий еластичний матеріал, який на дотик нагадує парафін. Це термопластичний полімер, його властивості залежать від умов перебігу реакції полімеризації. На поліетилен не діють вода, кислоти (крім нітратної), луки, жири, масла. Він нестійкий щодо галогенів та органічних розчинників, горючий. Із поліетилену виробляють пакувальну плівку і плівку для теплиць, водопровідні і каналізаційні труби, електроізоляцію, предмети побуту. Поліетиленові вироби є морозостійкими, але не витримують нагрівання вище 60-100 °С.

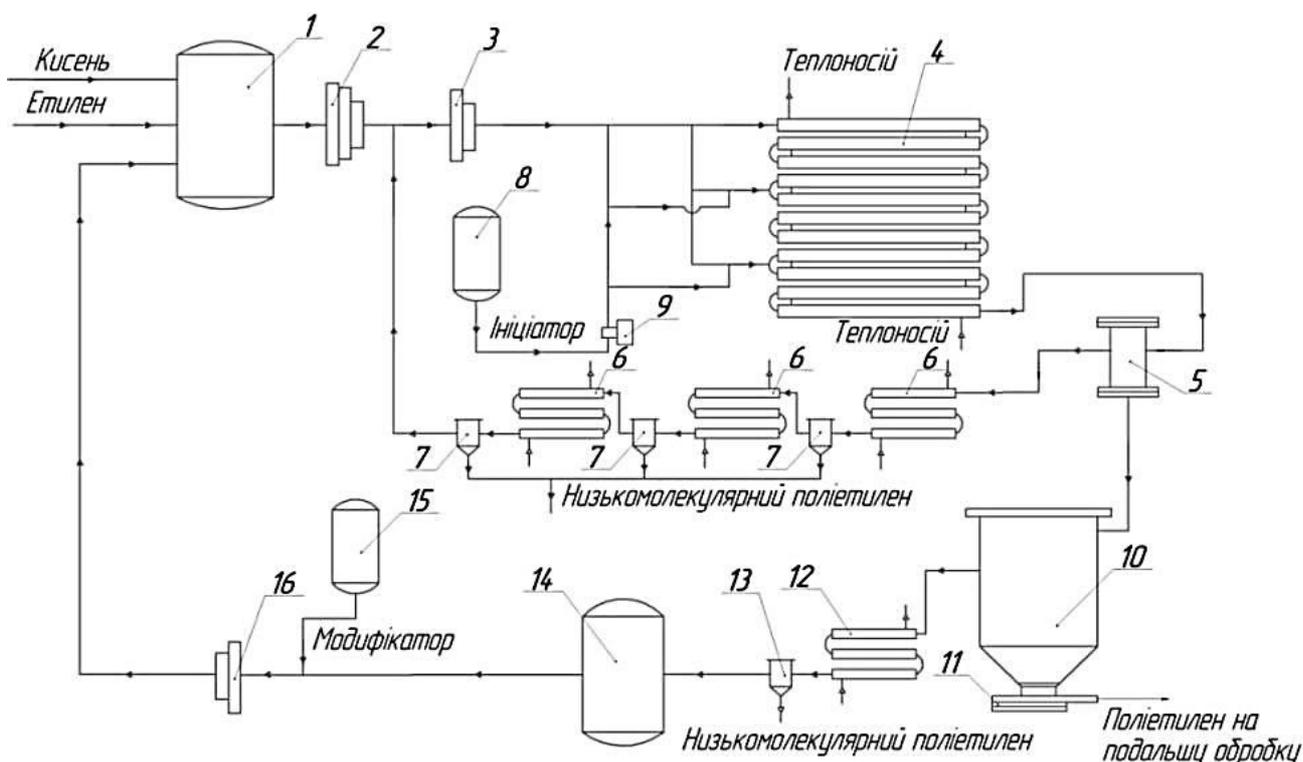
Метою модернізації лінії для виробництва ПЕВТ, Рисунок1, [1,2] є підвищення її ефективності.

Етилен з установки розподілення газу подається в ресивер 1, де змішується зі зворотним етиленом та киснем. Суміш стискається компресорами 2 та 3 до тиску 150-350 МПа і подається в реактор 4. За допомогою насосу 9 в реакційну суміш додаються ініціатори. У реакторі протікає процес полімеризації етилену при температурі 473-593К.

Розплавлений поліетилен разом з етиленом, який не прореагував, безперервно виводяться з реактора через дросель і надходить до сепаратору 5, де протікає процес розділення поліетилену та етилену, який не прореагував. Розплавлений поліетилен з нижньої частини сепаратора разом з розчиненим в ньому етиленом надходить через дросель в сепаратор 10. Етилен з сепаратора 5 проходить через систему охолодження та очищення (холодильники 6, циклони 7), де поступово виділяється низькомолекулярний поліетилен.

Потім очищений етилен подається на всмоктування компресором 3. В сепараторі 10 із поліетилену виділяється розчинений в ньому етилен, який через систему охолодження і очищення (холодильник 12, циклон 13) надходить в ресивер 14.

З ресивера стиснений газ компресором 16 направляється на змішування зі свіжим етиленом.



- 1,14 – ресивери; 2,3,16 – компресори; 4 – реактор;
5,10 – сепаратори; 6,12 – теплообмінні апарати; 7,13 – циклони;
8,15 – ємності; 9 – насос; 11 – екструдер

Рисунок 1 – Технологічна схема виробництва ПЕВТ

Розплавлений поліетилен з сепаратора 10 надходить до екструдера 11, а з нього у вигляді гранул пневмо- і гідротранспортом направляється на конфекціювання та додаткову обробку.

Проведений аналіз технологічної схеми виробництва ПЕВТ показав, що при підвищенні продуктивності всієї лінії обмежувачим чинником є теплообмінний апарат 6. Він працює при тисках більше 30 МПа, тому теплообмінником, що задовольняє цю умову, може бути теплообмінник типу «труба в трубі», який простий у виготовленні та обслуговуванні.

Перелік посилань:

1. И.Ш. Пик, С.А. Азерский Производство полимеров и пластмасс. М. Высшая школа, 1975 г. 375с.
2. Брацыхин Е. А., Шульгина Э. С. Технология пластических масс. Л.Химия, 1982 г. 328 с.

УДК 665.63

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛОБМІННИКА - ПІДГРІВАЧА БЕНЗИНУ

студенти Айдінов А. С., Степанович А. М., ст. викл. Двойнос Я. Г.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Метою державної цільової економічної програми [1] є "створення умов для наближення енергоємності валового внутрішнього продукту України до рівня розвинутих країн та стандартів Європейського Союзу, зниження рівня енергоємності валового внутрішнього продукту". Одним з шляхів є "впровадження новітніх технологій виробництва та споживання енергетичних ресурсів, когенераційних технологій...". У комбінованій установці ЕЛЗУ-АВТ [2] дворазового випарювання нафти пари бензину конденсуються у повітряному холодильнику, насосом бензин стискається та подається до підігрівача бензину перед дебутанізатором (два теплообмінники (ТО)). Пропонується заміна двох ТО на один модернізований, рисунок 1.

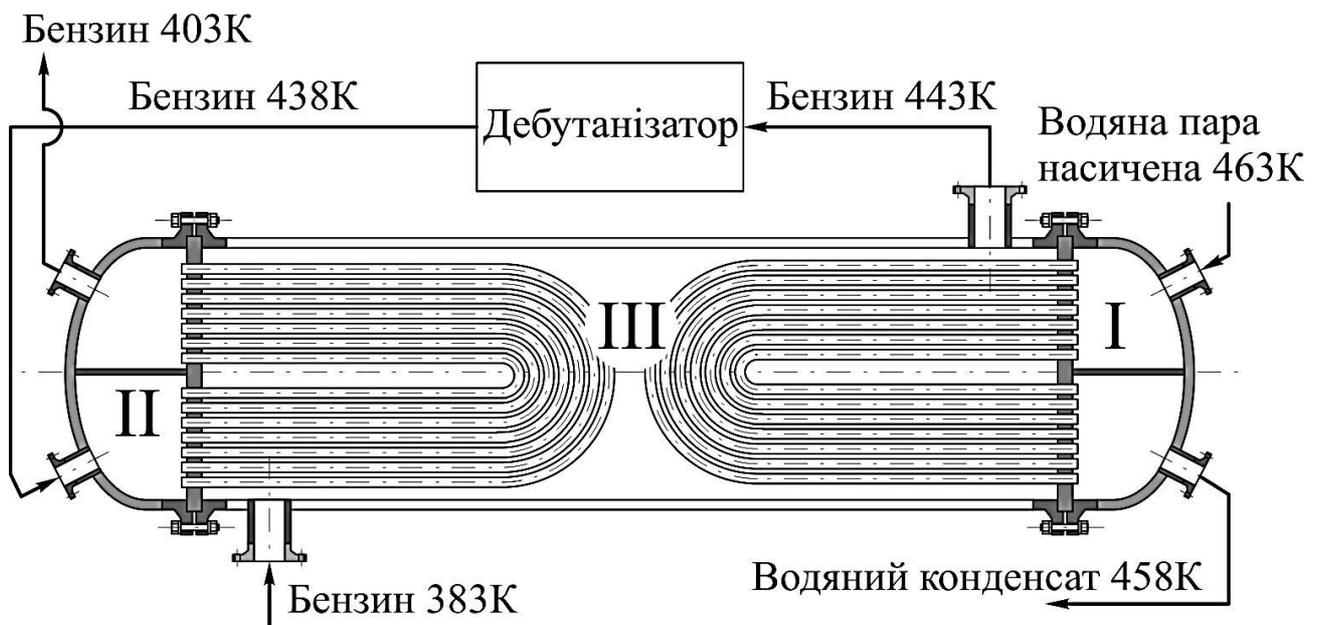


Рисунок 1 – Схема модернізованого теплообмінника

Переваги модернізації полягають у можливості: економії тепла насиченої водяної пари за рахунок зменшення витрат тепла у навколишнє середовище

шляхом виконання заводської теплоізоляції агрегату; зменшення витрат електроенергії на перекачку бензину по трубопроводу між двома апаратами; вдосконалити схему автоматизації подачі водяної пари з метою підтримання температури бензину на вході до дебутанізатору; зменшити матеріалоемність апаратів; зменшити площу, яка необхідна для монтажу апаратів; можливість проводити періодичну чистку апарату від відкладень парафіну шляхом комутацій, рисунок 2.

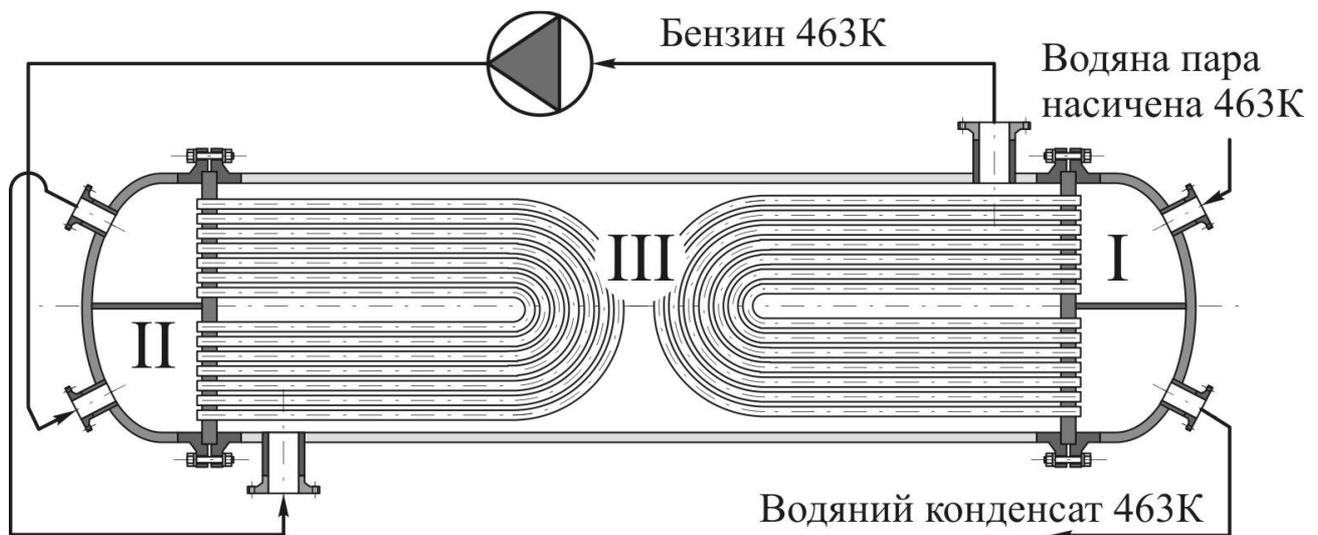


Рисунок 2 – очищення робочих поверхонь агрегату від відкладень парафіну

Висновок: модернізація апаратів підігріву бензину доцільна, розрахунок має враховувати три компоненти теплового балансу: $Q_1 = 1,05 \cdot G_1 \cdot (r + C_{p1} \cdot (t_{1н} - t_{1к})) = -Q_2 = -G_2 \cdot C_{p2} \cdot (t_{2н} - t_{2к}) = -Q_3 = -G_3 \cdot C_{p3} \cdot (t_{3н} - t_{3к})$; де коефіцієнт 1,05 враховує 5% теплових витрат у навколишнє середовище.

Перелік посилань:

1. Державна цільова економічна програма енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв ... на 2010-2015 роки. Постанова КМУ від 1 березня 2010 р. № 243.
2. Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа. Под ред. Б. И. Бондаренко, М. – Химия, 1983.
3. Мартыненко О. Г. Справочник по теплообменникам / Мартыненко О. Г. – М.: Энергоатомиздат, 1987 – Т. 2. – 352 с.

УДК665.637.64

МОДЕРНІЗАЦІЯ БЛОКУ АТМОСФЕРНОЇ ПЕРЕГОНКИ НАФТИ З РОЗРОБКОЮ ПАРОГЕНЕРАТОРА

студент Демчук Д.Ю., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

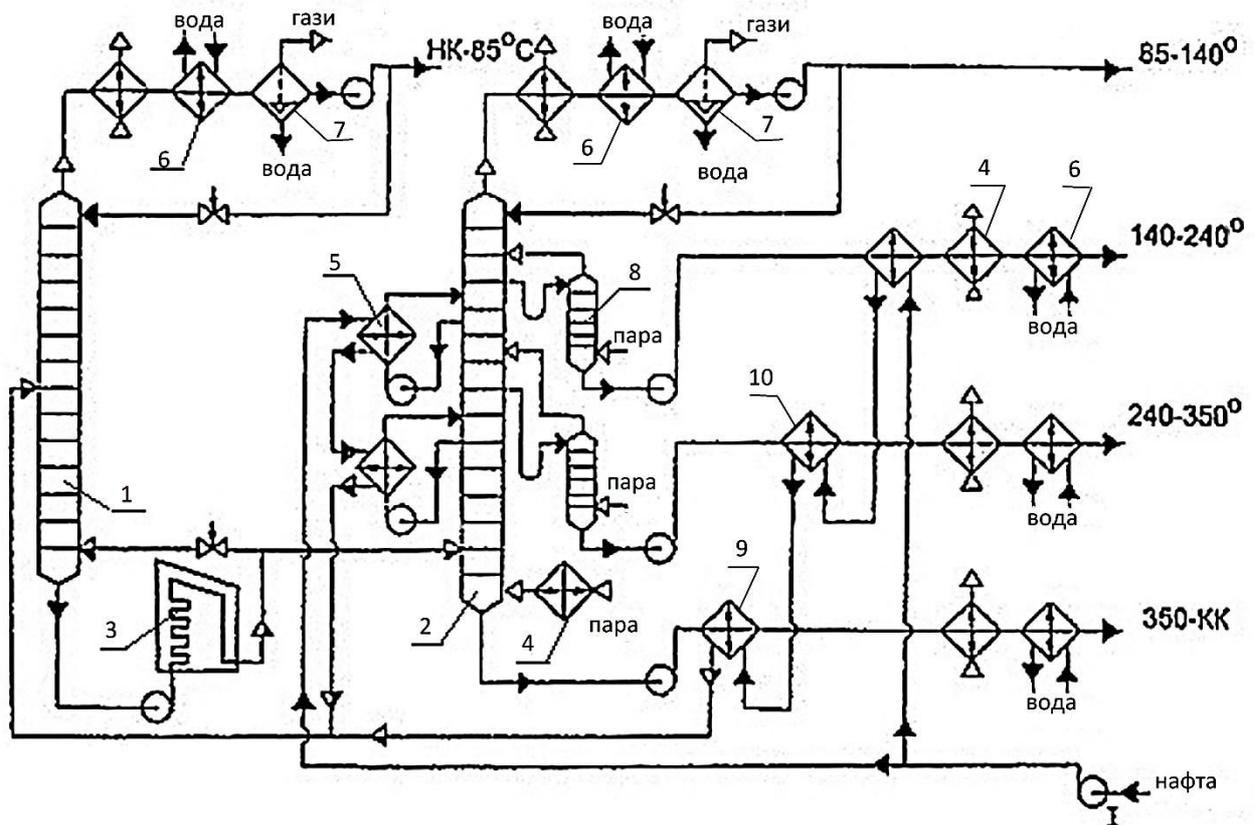
«Київський політехнічний інститут»

Роль нафти і продуктів її переробки для народного господарства надзвичайно велика. З нафти отримують бензин і гас, реактивні, дизельні і котельні палива, зріджені гази і сировина для хімічних виробництв, сотні найменувань мастильних та спеціальних мастил. Без продуктів переробки нафти немислимі робота енергетики, транспорту, будівництво будівель і доріг, виробництво гуми і багатьох хімічних продуктів. Перед отриманням з нафти готової продукції необхідна первинна перегонка.

У технології нафтопереробки до первинної перегонки відносять процеси атмосферної перегонки нафти і вакуумної перегонки мазуту. Їх призначення складається в поділі нафти на фракції для наступної переробки або використання як товарних нафтопродуктів. Ці процеси здійснюють відповідно на так званих атмосферних трубчастих установках.

На рисунку 1 зображена технологічна схема блоку атмосферної перегонки нафти.

Технологічною схемою установки передбачається дворазове випаровування нафти в колонах 1 і 2. Підігрів сировини і підігрів кубової частини попереднього евапаратора колони 1 здійснюється за рахунок тепла відхідних продуктів, циркуляційних зрошень колон 2 і тепла введення "гарячої струменя" з нагрівальної печі 3. У колоні 1 відбувається часткове вітбензинювання знесоленої нафти. У колоні 2 частково вітбензинена нафта проходячи через відпарні колони 8 розділяється на фракції бензину, гасу, дизельного палива і мазуту.



1-колона часткового вітбензинювання нафти; 2-атмосферна колона; 3-трубчата піч; 4-парогенератор; 5-конденсатор, холодильник, 6-теплообмінник; 7,9-конденсатор, холодильник; 8-відпарна колона; 10-теплообмінник.

Рисунок 1 – Блок атмосферної перегонки нафти

Метою роботи є модернізація блоку атмосферної перегонки нафти ЕЛЗУ-АВТ з розробкою парогенератора, в якому генерується перегріта пара. Застосування парогенератора 4 дає ряд переваг, з яких головними є: найбільш повне вилучення легколетких компонентів і зниження парціального тиску пари з знесоленої нафти в колоні 1 і 2.

Перелік посилань:

1. Справочник нефтепереработчика: Справочник/ Под ред. Г.А. Ластовкина, Е.Д. Радченко и М.Г. Рудина. — Л.: Химия, 1986. — 648 с.
2. Технологический регламент установки ЭЛОУ-АВТ- 8 №2

УДК 661.5

ВИПАРНИЙ АПАРАТ У СХЕМІ ОТРИМАННЯ АЗОТНОЇ КИСЛОТИ

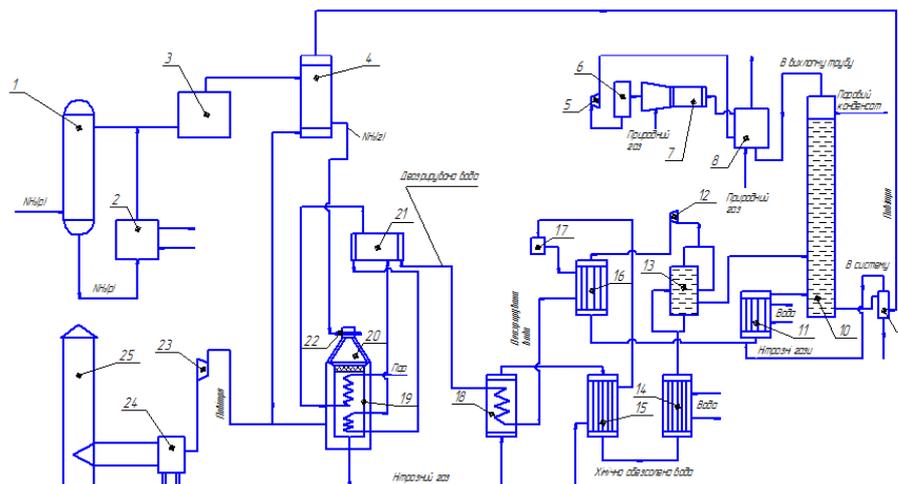
студент Муляр В.П., асистент Михальчук О.Д.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В сучасних умовах розвитку промисловості важливу роль відіграє азотна кислота, яка нині широко застосовується. Розрізняють виробництво слабкої (розбавленої) та концентрованої азотної кислоти. Одним із способів її отримання є процес виробництва концентрованої азотної кислоти прямим синтезом із оксидів азоту.

Принципова технологічна схема процесу зображена на рисунку 1.



- 1 – ресивер; 2 – випарник; 3,6, 17, 24 – фільтр; 4, 8, 15 – підігрівач;
5,12, 23 – компресор; 7 – змішувач; 9 – продувальна колона; 10 – абсорбційна колона; 11,14, 16 – холодильник; 13 – промивач; 18 – економайзер;
19, 21 – котел-утилізатор; 20 – контактний апарат; 22 – змішувальна камера;
25 – труба

Рисунок 1 – Установа виробництва азотної кислоти АК- 72

Установа використовується для отримання азотної кислоти.

В основу схеми АК -72 покладений замкнутий енерго-технологічний цикл з двоступеневою конверсією аміаку і охолодженням нітрозними газами. Повітря забирають з атмосфери через трубу 25, очищають у фільтрі 24, стискають

повітряним компресором 23, подають у контактний апарат і підігрівач аміаку. Рідкий аміак через ресивер 1 надходить у випарник 2, де випаровується при 10-16 ° С і тиску 0,6 МПа. Після випарника газоподібний аміак у фільтрі 3 і направляють у підігрівач аміаку 4, де він нагрівається до 80-120 ° С повітрям. Нітрозні гази надходять в котел-утилізатор 19. Деаерована вода проходить теплообмінник 16, економайзер 18 і потім надходить у барабан котла- утилізатора 21. Нітрозні гази після котла- утилізатора охолоджуються в економайзері 18, віддають свою теплоту в підігрівачі 15 і потім надходять у водяний холодильник 14. При охолодженні нітрозними газами відбувається конденсація парів води з утворенням 40-45 % азотної кислоти, яка подається в газовий промивач 13. Кислота з промивача подається у абсорбційну колону 10. Після стиснення, нітрозні гази охолоджують в холодильниках 16 та 11 і подають у абсорбційну колону 10. Зверху в колону надходить паровий конденсат з температурою не вище 40 ° С. Знизу колони виводиться 60 % азотна кислота ; вона надходить у продувальну колону 9 для видалення розчинених у ній оксидів азоту і далі направляється у сховище.

Метою роботи є: спроектувати випарний апарат аміаку (2) для випаровування аміаку при 10-16 ° С і тиску 0,6 МПа.

Завданням роботи є: обґрунтування модернізації конструкції відповідного обладнання з урахуванням сучасних світових тенденцій та виконання розрахунків, які підтверджують працездатність та економічну доцільність запропонованої модернізації; надання рекомендацій з охорони праці при монтажі, експлуатації та ремонті апарата; надання техніко-економічного обґрунтування запропонованої модернізації.

Перелік посилань:

1. Учебник для ВУЗов по специальности «Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов /И. И. Поникаров, О. А. Перельгин, М. Г. Гайнуллин. — М.: Машиностроение, 1989. — 368 с: ил.

УДК 661.5

КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛОБМІННИК У СХЕМІ ОТРИМАННЯ АЗОТНОЇ КИСЛОТИ

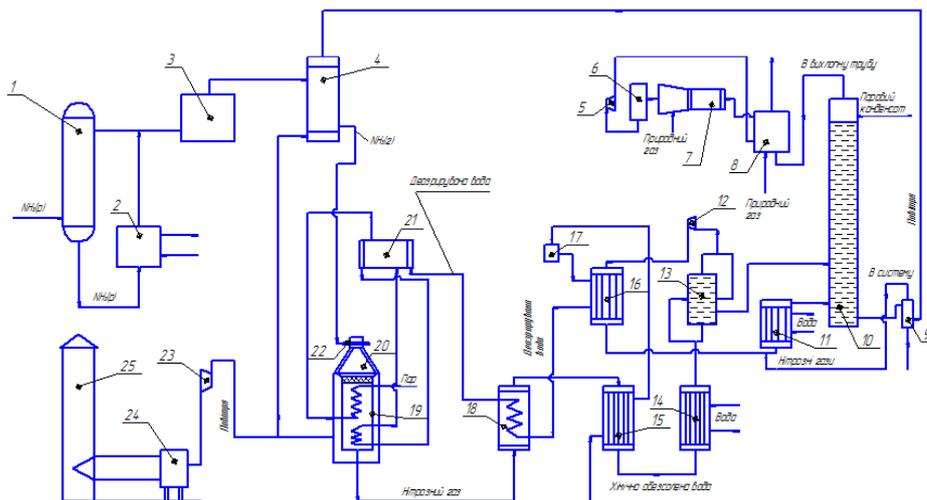
студент Марушевський С.О., асистент Михальчук О.Д.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В сучасних умовах розвитку промисловості важливу роль відіграє азотна кислота, яка нині широко застосовується. Розрізняють виробництво слабкої (розбавленої) та концентрованої азотної кислоти. Одним із способів її отримання є процес виробництва концентрованої азотної кислоти прямим синтезом із оксидів азоту.

Принципова технологічна схема процесу зображена на Рисунок 1 –



- 1 – ресивер; 2 – випарник; 3,6, 17, 24 – фільтр; 4, 8, 15 – підігрівач;
5,12, 23 – компресор; 7 – змішувач; 9 – продувальна колона; 10 – абсорбційна колона; 11,14, 16 – холодильник; 13 – промивач; 18 – економайзер;
19, 21 – котел-утилізатор; 20 – контактний апарат; 22 – змішувальна камера;
25 – труба

Рисунок 1 – Установа виробництва азотної кислоти АК- 72

Установа використовується для отримання азотної кислоти.

В основу схеми АК -72 покладений замкнутий енерго-технологічний цикл з двоступеневою конверсією аміаку і охолодженням нітрозними газами. Повітря забирають з атмосфери через трубу 25, очищають у фільтрі 24, стискають

повітряним компресором 23, подають у контактний апарат і підігрівач аміаку. Рідкий аміак через ресивер 1 надходить у випарник 2, де випаровується при 10-16 ° С і тиску 0,6 МПа. Після випарника газоподібний аміак у фільтрі 3 і направляють у підігрівач аміаку 4, де він нагрівається до 80-120 ° С повітрям. Нітрозні гази надходять в котел-утилізатор 19. Деаерована вода проходить теплообмінник 16, економайзер 18 і потім надходить у барабан котла- утилізатора 21. Нітрозні гази після котла- утилізатора охолоджуються в економайзері 18, віддають свою теплоту в підігрівачі 15 і потім надходять у водяний холодильник 14. При охолодженні нітрозними газами відбувається конденсація парів води з утворенням 40-45 % азотної кислоти, яка подається в газовий промивач 13. Кислота з промивача подається у абсорбційну колону 10. Після стиснення, нітрозні гази охолоджують в холодильниках 16 та 11 і подають у абсорбційну колону 10. Зверху в колону надходить паровий конденсат з температурою не вище 40 ° С. Знизу колони виводиться 60 % азотна кислота ; вона надходить у продувальну колону 9 для видалення розчинених у ній оксидів азоту і далі направляється у сховище.

Метою роботи є: спроектувати вертикальний кожухотрубний теплообмінник (4) для нагріву аміаку від 80 ° С до 120° С повітрям.

Завданням роботи є: обґрунтування модернізації конструкції відповідного обладнання з урахуванням сучасних світових тенденцій та виконання розрахунків, які підтверджують працездатність та економічну доцільність запропонованої модернізації; надання рекомендацій з охорони праці при монтажі, експлуатації та ремонті апарата; надання техніко-економічного обґрунтування запропонованої модернізації.

Перелік посилань:

1. Учебник для ВУЗов по специальности «Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов /И. И. Поникаров, О. А. Перельгин, М. Г. Гайнуллин. — М.: Машиностроение, 1989. — 368 с: ил.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА В СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІЕТИЛЕНУ НИЗЬКОГО ТИСКУ

студент Дейсан А.Є., доц. Швед М.П.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Метою даної роботи є розробка конструкції і проектування високоефективного теплообмінника для отримання (со)полімерів етилену безперервної полімеризації, або сополімеризації етилену з α -олефінами в газовій фазі в присутності каталізуючої системи типу Циглера-Натта.

Поліетилен низького тиску – дуже важливий вид полімерів. Це термопластичний насичений полімерний вуглеводень, молекули якого складаються з етиленових ланцюжків – $CH_2 - CH_2$ –. Поліетилен не змочується водою та іншими полярними рідинами, не має впливу збоку мастил та жирів. Має високий коефіцієнт термічного розширення.

Поліетилен низького тиску має меншу кількість бокових відгалужень (головним чином метильних та етильних груп), тобто його макромолекули є лінійні. Це обумовлює більш вищу густину, міцність та жорсткість полімеру, обмежує використання поліетилену низького тиску в тих випадках, коли потрібна підвищена гнучкість та ударна в'язкість. Підвищення ударної в'язкості та стійкості до розтріскування досягається введенням в макромолекулу бокових коротко защемлюваних відгалужень, тобто сополімеризацією етилену з іншими олефінами.[1]

Полімеризація проводиться безперервно в газовій фазі. Установка (рисунок 1) в якій проводиться полімеризація представлена реактором з псевдозрідженим шаром. Зазвичай газоподібну реакційну суміш видаляють з реактора через верх і рециркулюють через трубопровід за допомогою компресора. Під час рециркуляції газоподібна суміш нагрівається. Тому з метою видалення теплоти, яка виділяється в процесі полімеризації суміш охолоджують з допомогою теплообмінника. Реакцію полімеризації загалом проводять при температурі максимум $120^{\circ}C$. Переваги технологічного процесу полімеризації в газовому середовищі полягають в тому, що не потрібні стадії промивки та сушки. Це несе в собі зацікавленість в подальшому розвитку такого виду полімеризації.[2]

Реактор з псевдо зрідженим шаром 1 складається з вертикального циліндру 2, що закінчується зверху вільною камерою 3, а в своїй нижній частині має підтримуючу решітку для псевдозрідження 4. Верхня і нижня частини реактора з'єднані рециркуляційною трубою 5. Рециркуляція відбувається за допомогою компресора 7. При цьому рециркуляційна суміш охолоджується в теплообміннику 6. В рециркуляційному трубопроводі передбачено штуцери для подачі етилену 8, бутену 9, водню 10 і азоту 11. В апараті також є штуцер для подачі преполімеру 12 і штуцер для вивантаження 13. Цей реактор працює таким чином, що швидкість подачі етилену, що надходить по трубопроводу 8 є постійною.[3] Якість грануляції в значній мірі залежить від теплообмінних операцій, температури газової суміші, яка повністю підтримується в визначених рамках за допомогою теплообмінного апарату 6, який і є метою подальших досліджень.

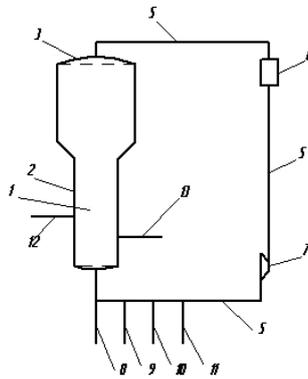


Рисунок 1 – Процес полімеризації з псевдо зрідженим шаром

1 – реактор, 2 – вертикальний циліндр, 3 – вільна камера, 4 – решітка для псевдозрідження, 5 – трубопровід для рециркуляції, 6 – теплообмінник, 7 – компресор, 8 – трубопровід для подачі етилену, 9 – трубопровід для подачі бутену, 10 – трубопровід для подачі кисню, 11 – трубопровід для подачі азоту, 12 – трубопровід для подачі преполімеру, 13 – трубопровід для вивантаження.

Перелік посилань:

1. З.В. Архипов, В.А. Григорьев Полиэтилен низкого давления: Научно-технические основы промышленного синтеза. – Л: Химия, 1980. – 240с., ил.
2. И.Ш. Пик, С.А. Азерский Производство полимеров и пластмасс. М. Высшая школа, 1975 г.375с.
3. Патент № UA26671 C1 Спосіб одержання (co)полімерів етилену / Мартенс А., Мортероль Ф., Рофас Ш. (FR) / 12.11.99. Бюл. № 7

УДК 665.63 (078.8)

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПРОЦЕСУ БЛОКУ ВІСБРЕКІНГУ

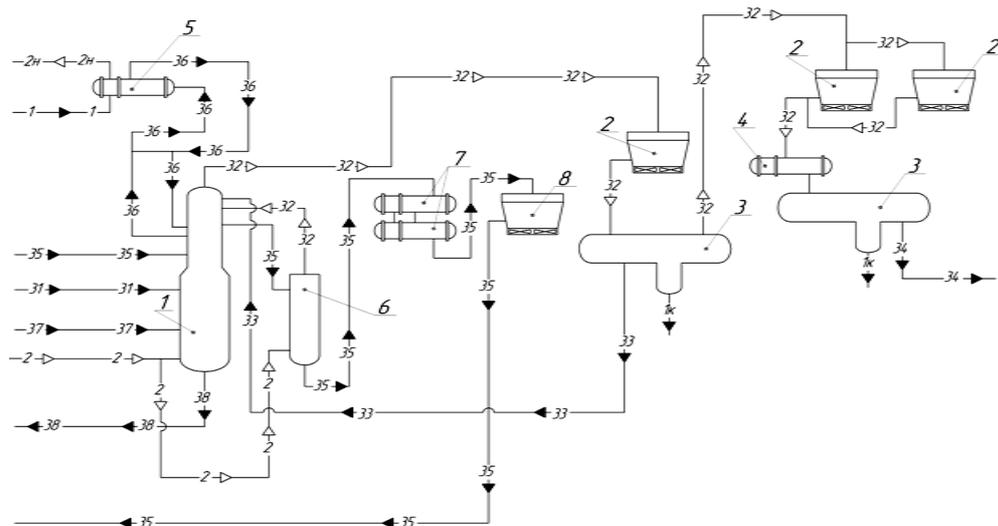
студент Куріньовський О. В., ст. викл. Гулієнко С. В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В сучасних умовах розвитку промисловості все більш гостро постає потреба у високоякісному паливі, що в свою чергу тягне за собою необхідність у впровадженні нових або модернізації вже існуючих технологій у сфері нафтопереробки. Одним із методів вторинної переробки нафти є процес вісбрекінгу. Вісбрекінг – особливий різновид термічного крекінгу, процес перетворення важкої нафтової сировини у рідкі, газоподібні, тверді продукти. Сировиною даного процесу, головним чином, є гудрони, напівгудрони і мазути. Він, при своїй відноській технологічній простоті та низькими енергозатратами, дозволяє отримувати додаткову кількість середніх і легких фракцій.

Технологічна схема процесу блоку вісбрекінгу зображена на рисунку 1.



1 – колона фракціонування; 2 – повітряний конденсатор; 3 – рефлюксна ємність; 4 – конденсатор; 5 – парогенератор; 6 – колона стриплінгу газойлю; 7 – холодильник; 8 – повітряний холодильник.

1 – вода; 1к – вода кисла; 2н – насичений пар; 2 – пар середнього тиску; 31 – продукт вісбрекінгу; 32 – паро рідинна суміш; 33 – вуглеводні; 34 – нафта; 35 – газойль; 36 – циркуляційне зрошення; 37 – кветч; 38 – кубовий остаток

Рисунок 1 – Технологічна схема блоку вісбрекінгу

Парорідинна суміш продуктів вісбрекігу поступає у випарну секцію колони фракціонування 1 при температурі 427 °С. З верху колони 1 виводяться кислий вуглеводневий газ, пари нафти і водяна пара. На першій стадії конденсації

продукт частково конденсується у повітряному конденсаторі-холодильнику 2, після чого суміш з температурою 108 °С надходить у рефлюксну ємність 3. Рідкі вуглеводні з рефлюксною ємності 3 повертаються в колону фракціонування 1 на 1-шу тарілку. Пари з рефлюксною ємності 3 спрямовуються на другу стадію конденсації в повітряні конденсатори-холодильники 2 і далі в кожухотрубний холодильник-конденсатор 4. Далі парорідинна суміш надходить у рефлюксну ємність 3. Нафта з ємності 3 відкачується із установки. Надмірне тепло з колони фракціонування 1 відводиться системою циркуляційного зрошення (ЦЗ). ЦЗ забирається з 16-ої тарілки при температурі 335 °С і поступає в генератор пари середнього тиску 5, в якому за рахунок тепла ЦЗ виробляється насичений пар середнього тиску - 1,43 МПа при температурі 198 °С. Для припинення реакції крекінгу температура в кубі колони 1 підтримується не вище 380 °С. Підтримка температури здійснюється за рахунок подачі квенча – охолодженого до температури 210 °С вісбрекінг-залишку. Подача квенча здійснюється у відпарну секцію колони 1 на 26-ту тарілку. В якості бокового відбору з 11-ої тарілки колони фракціонування 1 виводиться газойль і надходить на 1-шу тарілку стріплінгу газойля колони 6. Для відпарки легких фракцій у нижню частину колони стріплінгу газойлю подається перегрітий пар середнього тиску 1,2 МПа при температурі 220 °С. Пари, що виводяться з стріплінг газойлю камери 6, повертаються на 10-ту тарілку колони фракціонування 1. У нормальному режимі роботи газойль з куба стріплінг колони 6 відкачується через холодильник 7 і повітряний холодильник 8 і виводиться із установки.

Перелік посилань:

1. Смидович Е. В. Крекинг нефтяного сирья и переработка углеводородных газов. 3 изд., М.

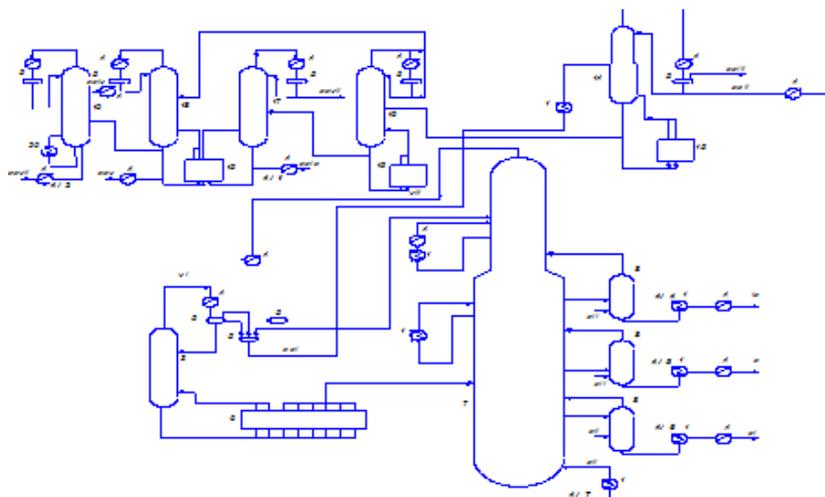
УДК 66.045.1

КОЖХОТРУБНИЙ ТЕПЛООБМІННИК В СХЕМІ ПРОЦЕСУ ТРИРАЗОВОГО ВИПАРЮВАННЯ НАФТИ

студент Онищенко О.А., асистент Михальчук О.Д.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

В наш час, час високих технологій, постійно зростають вимоги до якості і безпеки виготовленої продукції, що зумовлює постійний розвиток нових технологій і вдосконалення застарілих. Не винятком є і сфера нафтопереробки. Розділення нафти на фракції здійснюється на атмосферних трубчастих та атмосферно-вакуумних трубчастих устаткуваннях які часто комплектуються з устаткуванням знесолення нафти і вторинної перегонки бензину.

Технологічна схема процесу триразового випарювання нафти зображена на рисунку 1.



- 1 – теплообмінник; 2 – електродегідратор; 3 – колона часткового відбензинювання нафти; 4 – конденсатор, холодильник; 5 – ємкість;
6, 9, 16 – трубчасті печі; 7 – атмосферна колона; 8 – відпарна колона;
10 – вакуумна колона; 11 – тріступінчатий вакуумний насос;
12 – газосепаратор; 13 – відстійник; 14 – дебутанізатор бензину;
16-19 – колони вторинної перегонки бензину; 20 – кип'ятильник.

Рисунок 1 - Комбінована установка УЛЗУ-АВТ триразового випарювання нафти

Установка використовується для очистки нафти від солей та води і переробки нафти на базові компоненти. Сировина (нафта) у суміші з деемульгаторами та содо-лужними розчинами підігрівається і подається на блок знесолення і зневоднення. Далі знов підігрівається і подається на колону часткового відбензинювання нафти 3. З верхньої частини цієї колони суміш бензинів і газу через сепаратори 5 подається на колону дебутанізації бензину. Далі бензин розділяється на колонах 16, 17, 18, 19. В результаті цього ми отримуємо групу фракцій $C_5...62^{\circ}C$, $62...105^{\circ}C$, $62...85^{\circ}C$, $85...105^{\circ}C$, $105...140^{\circ}C$, $140...180^{\circ}C$. Кубові залишки колони 3 через трубчасту піч подається до атмосферної колони 7, зверху якої відбирається важкий бензин і подається до сепаратора 5 на подальше розділення. З середини атмосферної колони 7 відбираються фракції $180...220^{\circ}C$, $220...280^{\circ}C$, $280...350^{\circ}C$. Мазут з кубу атмосферної колони 7 через трубчасту піч 9 подається на вакуумну колону 10, зверху якої відбираються гази та легкі нафтопродукти. Зсередини колони відбираються по черзі легкий вакуумний газойль, затемнена фракція і масляна фракція. Знизу колони відбирається гудрон.

Мета роботи полягає в: проектуванні вертикального кожухотрубного теплообмінника з U-подібними трубками (4/4) для охолодження фракції $180...220^{\circ}C$ з температури 185 до $100^{\circ}C$ продуктивністю 18500 кг/год водою, що нагрівається з температури 25 до $95^{\circ}C$.

Завдання роботи полягає в: обґрунтуванні доцільності модернізації конструкції обладнання з урахуванням сучасних світових тенденцій виконання розрахунків, які підтверджують працездатність та економічну доцільність запропонованої модернізації; надання рекомендацій з охорони праці при монтажі, експлуатації та ремонті апарата; техніко-економічне обґрунтування запропонованої модернізації.

Перелік посилань:

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

УДК 66.048.911

ЛІНІЯ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ ЛІЗИНУ

студент Кот Р.О., доц. Семінський О.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Білки насіння зернових культур (пшениці, ячменю, кукурудзи тощо) не збалансовані за вмістом незамінних амінокислот і насамперед лізину [1]. Тому організація великотоннажних виробництв цієї незамінної амінокислоти є запорукою розвитку тваринництва і підвищення конкурентної здатності продукції, м'ясо-молочної промисловості.

В основу виробництва покладені технології з використанням одноступінчастого мікробіологічного синтезу. Процес синтезу починається з фосфорилування аспарагінової кислоти за участю ферменту аспартаткінази, активність якого інгібується спільною дією двох амінокислот – лізину і треоніну, якщо вони накопичуються в клітинах бактерій в надлишковій концентрації.

Для зняття регуляції синтезу лізину необхідно припинити утворення треоніну на стадії перетворення полуальдегіда аспарагінової кислоти в гомосерін, каталізованого ферментом гомосерін-дегідрогеназ.

Варіантом конструкторського оформлення виробництва кормових концентратів лізину є лінія, схема якої наведена на Рисунок 1, у якій описані процеси реалізуються наступним чином: на нагрівач 1 подається гаряча вода і меляса, що надходить разом з водною суспензією кукурудзяного екстракту на нагрівач 3. Після нагрівання до температури кипіння водна суспензія надходить у витримувач 4, де витримується до тих пір поки більша частина активних речовин з меляси і кукурудзяного екстракту не дифундує у водний розчин. Далі водна суспензія подається для охолодження на теплообмінник 5, після чого поступає на ферментер 6. Після ферментації речовина подається на апарат 7 де після фільтрації отримується монохлоргідрат лізину, який після цього подається на 8 для підігрівання. Потім подається на випарну установку 9. В збірнику 10 збирається рідкий концентрат лізину, який змішується з наповнювачем в апараті

11. Отримана речовина поступає в розпилювальну сушарку 12 де висушується в середовищі гарячого повітря. Концентрат лізину, що залишився у повітрі поступає з сушарки у відділювач 13. Висушений концентрат лізину поступає в збірник 14.

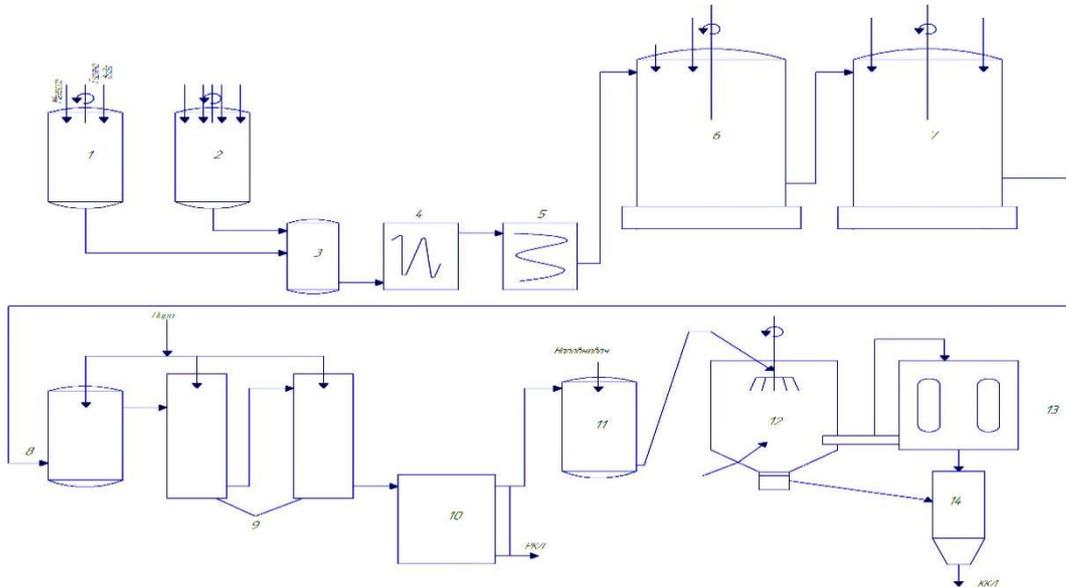


Рисунок 1 – Схема технологічної лінії виробництва кормових концентратів лізину.

Завданням на дипломне проектування є модернізація теплообмінного апарата, з метою інтенсифікації теплообміну.

Перелік посилань:

1. Лизин – одна из важнейших незаменимых аминокислот в обеспечении полноценного питания/ А.С. Фаустов, М.И. Чубирко, О.В. Бобрешова и др. Под общей редакцией А.С. Фаустова. – Воронеж: Воронежский государственный университет. 2003. – 88 с.

УДК 621.5.045

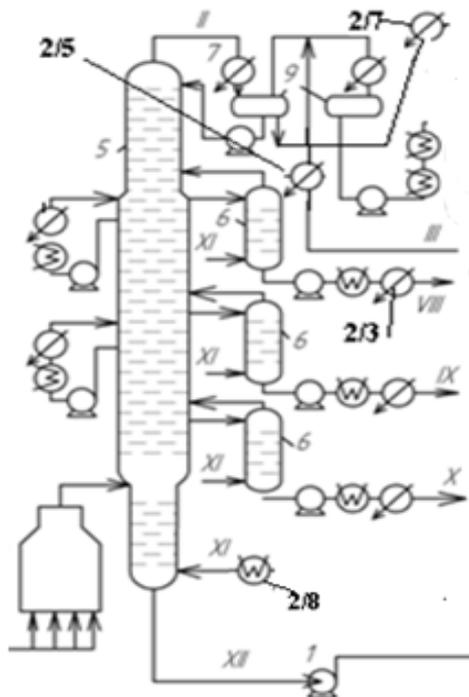
ПОВІТРЯНИЙ ХОЛОДИЛЬНИК НА СХЕМІ ПРОЦЕСУ ДВОРАЗОВОГО ВИПАРЮВАННЯ НАФТИ

студент Попович А.Г., асистент Михальчук О.Д.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В наш час стрімко зростають вимоги до палива. Отримати пальне кращої якості можна шляхом впровадження нових або вдосконаленням вже існуючих технологій у нафтопереробній сфері. Вторинна перегонка нафтових фракцій - процес температурного розділення фракцій, отриманих при перегонці нафти первинній, на вужчі фракції (погони), кожна із яких використовується за своїм призначенням. На нафтопереробних заводах вторинній перегонці піддаються широка бензинова і дизельна фракція (на установках адсорбційного вилучення парафінів), оливні фракції і та т. ін. (рисунок 1).



1 – насос, 4 – трубчаста піч; 5 – атмосферна колона; 6 – відпарна колона;

7 – конденсатор, холодильник; 9 – ємкість;

Рисунок 1 – Комбінована установка ЕЛЗУ-АВТ дворазового випарювання нафти.

Ділянка розділення нафти на фракції.

Попередньо підігріта сировина надходить до атмосферної ректифікаційної колони 5. Як живлення колони подається перегріта водяна пара. З верхньої частини від колони відбирається бензинова фракція. Далі вона подається на ректифікаційну колону (дебутенізатор бензину), після чого виділяється сухий та скраплений газ. З середини атмосферної колони 5 відбираються фракції 140...250 °С, 250...320 °С, 320...380 °С. З нижньої частини колони 5 мазут через трубчасту піч подається до вакуумної колони, з якої відбирається легкий вакуумний газойль, газові продукти розкладу, фракцій 380...530 °С, затемнена фракція, гудрон.

Кожний НПЗ будується в залежності від необхідної продукції та наявності сировини. Поміняти сировину на НПЗ фактично неможливо.

Метою роботи є: спроектувати повітряний холодильник (2/3) для доохолодження фракції 90...140 °С з температури 90 до 30°С продуктивністю 18000 кг/год.

Завданнями роботи є:

- обґрунтування модернізації конструкції відповідного обладнання з урахуванням сучасних світових тенденцій виконання розрахунків, які підтверджують працездатність та економічну доцільність запропонованої модернізації; надання рекомендацій з охорони праці при монтажі, експлуатації та ремонті апарата; техніко-економічне обґрунтування запропонованої модернізації.

Перелік посилань:

1.Справочник нефтепереработчика. Справочник /Под ред. Г. А. Ластовкина, Е. Д. Радченкои М. Г. Рудина. – Л.: Химия, 1986. – 648 с., ил.

УДК 665.63 (078.8)

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПРОЦЕСУ ТРИРАЗОВОГО ВИПАРЮВАННЯ НАФТИ

студент Янда І.В., доц. Степанюк А.Р.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

В сучасних умовах розвитку промисловості все більш гостро постає потреба у високоякісному паливі, що в свою чергу тягне за собою необхідність у впровадженні нових або модернізації вже існуючих технологій у сфері нафтопереробки. Первинна перегонка нафти – розділення нафти на фракції при первинній переробці нафти для наступної переробки або використання як товарної продукції. Здійснюється на атмосферних трубчастих та атмосферно-вакуумних трубчастих устаткуваннях які часто комплектуються з устаткуванням знесолення нафти і вторинної перегонки бензину.

Технологічна схема процесу триразового випарювання нафти зображена на рис 1.

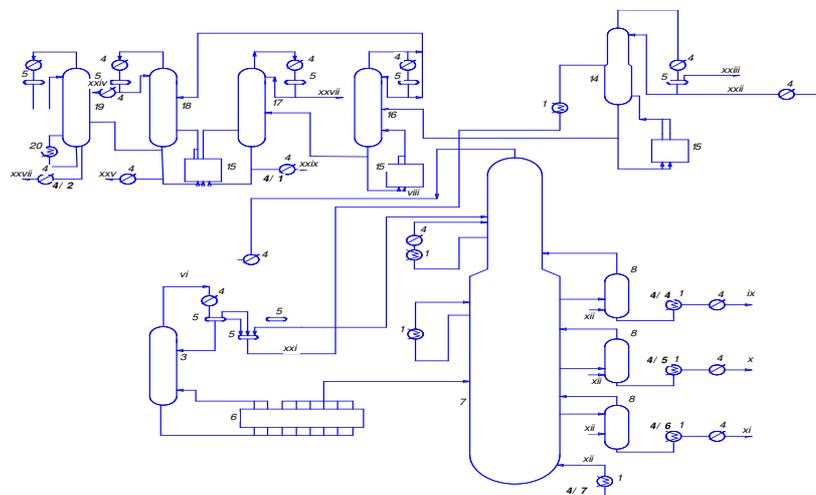


Рисунок 1 – Комбінована установка УЛЗУ-АВТ триразового випарювання нафти

Установка використовується для очистки нафти від солей та води і переробки нафти на базові компоненти.

Сировина (нафта) у суміші з демульгаторами та содо-лужними розчинами підігрівається і подається на блок знесолення і зневоднення. Далі знов підігрівається і подається на колону часткового відбензинювання нафти 3. З верхньої частини цієї колони суміш бензинів і газу через сепаратори 5 подається

на колону дебутанізації бензину. Зверху відбирається фракція вуглеводневих газів $C_2...C_4$, у скрапленому та газоподібному станах. Далі бензин розділяється на колонах 16, 17, 18, 19. В результаті цього ми отримуємо групу фракцій $C_5...62^\circ C$, $62...105^\circ C$, $62...85^\circ C$, $85...105^\circ C$, $105...140^\circ C$, $140...180^\circ C$. Кубові залишки колони 3 через трубчасту піч подається до атмосферної колони 7, зверху якої відбирається важкий бензин і подається до сепаратора 5 на подальше розділення. З середини атмосферної колони 7 відбираються фракції $180...220^\circ C$, $220...280^\circ C$, $280...350^\circ C$. Мазут з кубу атмосферної колони 7 через трубчасту піч 9 подається на вакуумну колону 10, зверху якої відбираються гази та легкі нафтопродукти. Зсередини колони відбираються по черзі легкий вакуумний газойль, затемнена фракція і масляна фракція. Знизу колони відбирається гудрон. Вакуум у колоні створюється за рахунок триступінчастого вакуумного насосу 11.

Метою роботи є: спроектувати горизонтальний кожухотрубний теплообмінник з плаваючою головкою (4/1) для охолодження фракції $140...180^\circ C$ з температури 140 до $60^\circ C$ продуктивністю 15000 кг/год водою, що нагрівається з температури 20 до $90^\circ C$.

Завданнями роботи є:

- обґрунтування модернізації конструкції відповідного обладнання з урахуванням сучасних світових тенденцій та виконання розрахунків, які підтверджують працездатність та економічну доцільність запропонованої модернізації;

- надання рекомендацій з охорони праці при монтажі, експлуатації та ремонті апарата;

- техніко-економічне обґрунтування запропонованої модернізації;

- презентація та захист проведеної роботи.

Перелік посилань:

1. Справочник нефтепереработчика. Справочник/Под ред. Г. А. Ластовкина, Е. Д. Радченкои М. Г. Рудина. – Л.: Химия, 1986. – 648 с., ил.

УДК 66.045.1

КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛООБМІННИК В СХЕМІ ПРОЦЕСУ ТРИРАЗОВОГО ВИПАРЮВАННЯ НАФТИ

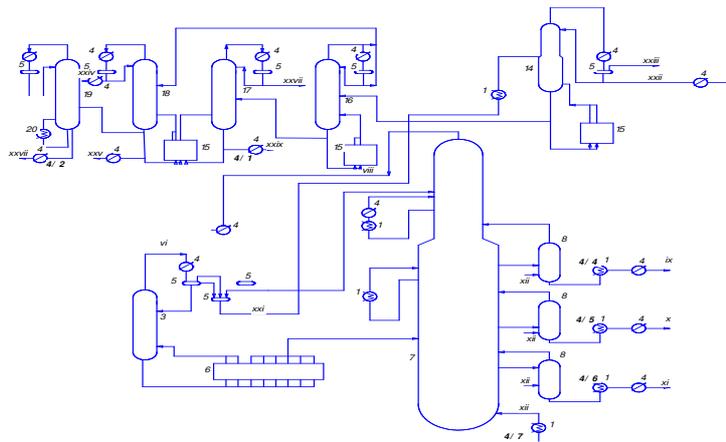
студент Рязанцев Є.В., асистент Михальчук О.Д.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В наш час існує потреба в високоякісному паливі, яке в свою чергу можна отримати шляхом впровадження нових або вдосконаленням вже існуючих технологій у нафтопереробній сфері. Первинна перегонка нафти – розділення нафти на фракції. Здійснюється на атмосферних трубчастих та атмосферно-вакуумних трубчастих устаткуваннях які часто комплектуються з устаткуванням знесолення нафти і вторинної перегонки бензину.

Технологічна схема процесу триразового випарювання нафти зображена на рисунку 1.



- 1 – теплообмінник; 2 – електродегідратор; 3 – колона часткового відбензинювання нафти; 4 – холодильник; 5 – ємкість;
6, 9, 16 – трубчасті печі; 7 – атмосферна колона; 8 – відпарна колона;
10 – вакуумна колона; 11 – триступінчатий вакуумний насос;
12 – газосепаратор; 13 – відстійник; 14 – дебутанізатор бензину;
16-19 – колони вторинної перегонки бензину; 20 – кип'ятильник.

Рисунок 1 - Комбінована установка УЛЗУ-АВТ триразового випарювання нафти

Установка використовується для очистки нафти від солей та води і переробки нафти на базові компоненти. Сировина (нафта) у суміші з деемульгаторами та содо-лужними розчинами підігрівається і подається на блок знесолення і зневоднення. Далі знов підігрівається і подається на колону часткового відбензинювання нафти 3. З верхньої частини цієї колони суміш бензинів і газу через сепаратори 5 подається на колону дебутанізації бензину. Далі бензин розділяється на колонах 16, 17, 18, 19. В результаті цього ми отримуємо групу фракцій $C_5...62^{\circ}C$, $62...105^{\circ}C$, $62...85^{\circ}C$, $85...105^{\circ}C$, $105...140^{\circ}C$, $140...180^{\circ}C$. Кубові залишки колони 3 через трубчасту піч подається до атмосферної колони 7, зверху якої відбирається важкий бензин і подається до сепаратора 5 на подальше розділення. З середини атмосферної колони 7 відбираються фракції $180...220^{\circ}C$, $220...280^{\circ}C$, $280...350^{\circ}C$. Мазут з кубу атмосферної колони 7 через трубчасту піч 9 подається на вакуумну колону 10, зверху якої відбираються гази та легкі нафтопродукти. Зсередини колони відбираються по черзі легкий вакуумний газойль, затемнена фракція і масляна фракція. Знизу колони відбирається гудрон.

Метою роботи є: спроектувати горизонтальний кожухотрубний теплообмінник з плаваючою головкою (4/2) для охолодження фракції $250...320^{\circ}C$ з температури 100 до $75^{\circ}C$ продуктивністю 22000 кг/год водою, що нагрівається з температури 20 до $85^{\circ}C$.

Завданнями роботи є:

- обґрунтування модернізації конструкції відповідного обладнання з урахуванням сучасних світових тенденцій виконання розрахунків, які підтверджують працездатність та економічну доцільність запропонованої модернізації; надання рекомендацій з охорони праці при монтажі, експлуатації та ремонті апарата; техніко-економічне обґрунтування запропонованої модернізації;

Перелік посилань:

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

УДК 665.63

МОДЕРНІЗАЦІЯ БЛОКУ ВИПАРОВУВАННЯ НАФТИ ПІД ВАКУУМОМ

студент Сорока М.А., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В сучасних умовах розвитку промисловості все більш гостро постає потреба у високоякісному паливі, що в свою чергу тягне за собою необхідність у впровадженні нових або модернізації вже існуючих технологій у сфері нафтопереробки. Установки перегонки нафтових газів, виконаних для їх розділення на фракції, для наступної переробки, або використана як товарна продукція.

Модернізація блоку випарювання нафти під вакуумом зображена на рис 1.

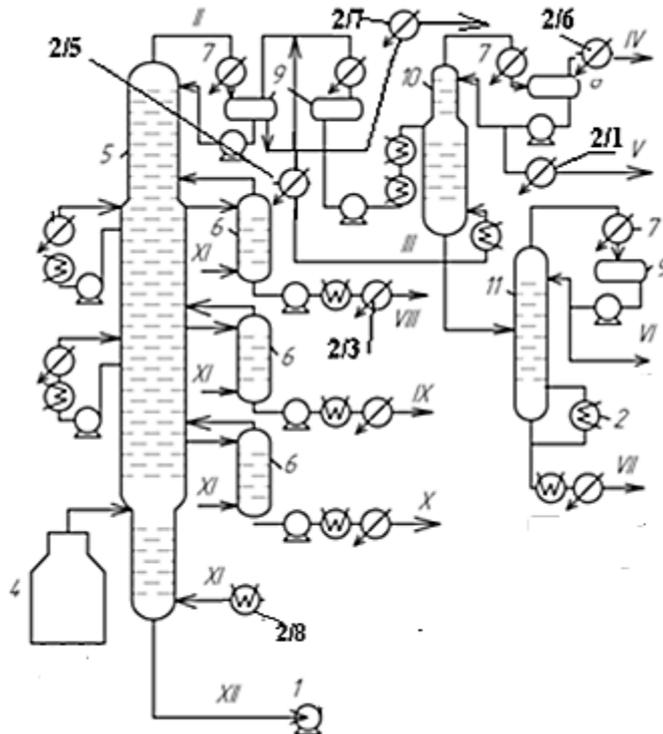


Рисунок 1 - Модернізація блоку випаровування нафти під вакуумом

Установка використовується для поглибленої переробки нафти на базові компоненти.

Сировина підігривається у теплообмінниках 2 і подається на блок очистки, там вона змішується із додатковою кількістю води і далі вода з сіллю відділяється

від нафти на електродегідраторах. Далі знову підігрівається спочатку у теплообмінниках, потім трубчатих печах 1 і подається у нижню частину атмосферної ректифікаційної колони 5. Як живлення колони відбирається бензин. Далі він подається на ректифікаційну колону 10 (дебутенізатор бензину), де виділяється сухий та скраплений газ 11, де виділяється фракція до 90 °С, 90...140 °С, теплоносієм в цих колонах є перегріта водяна пара. З середини атмосфера колони 5 відбираються фракції 140...250 °С, 250...320 °С, 320...380 °С. З нижньої частини колони 5 мазут через трубчасту піч подається до вакуумної колони 12, з якої відбирається легкий вакуумний газойль, газові продукти розкладу, фракцій 380...530 °С, затемнена фракція, гудрон.

Метою роботи є: спроектувати веритикальний кожухотрубний теплообмінник для охолодження стабільного бензину.

Завданнями роботи є:

- обґрунтування модерназації конструкції відповідного обладнання з урахуванням сучасних світових тенденцій та виконання розрахунків, які підтверджують працездатність та економічну доцільність запропонованої модернізації;

- надання рекомендацій з охорони праці при монтажі, експлуатації та ремонті апарата;

- техніко-економічне обґрунтування запропонованої модернізації;

- параметричні розрахунки та розрахунки на міцність.

Перелік посилань:

1. Справочник нефтепереработчика. Справочник/ Под ред. Г. А. Ластовкина, Е. Д. Радченкои М. Г. Рудина. – Л.: Химия, 1986. – 648 с., ил.

УДК 536.27

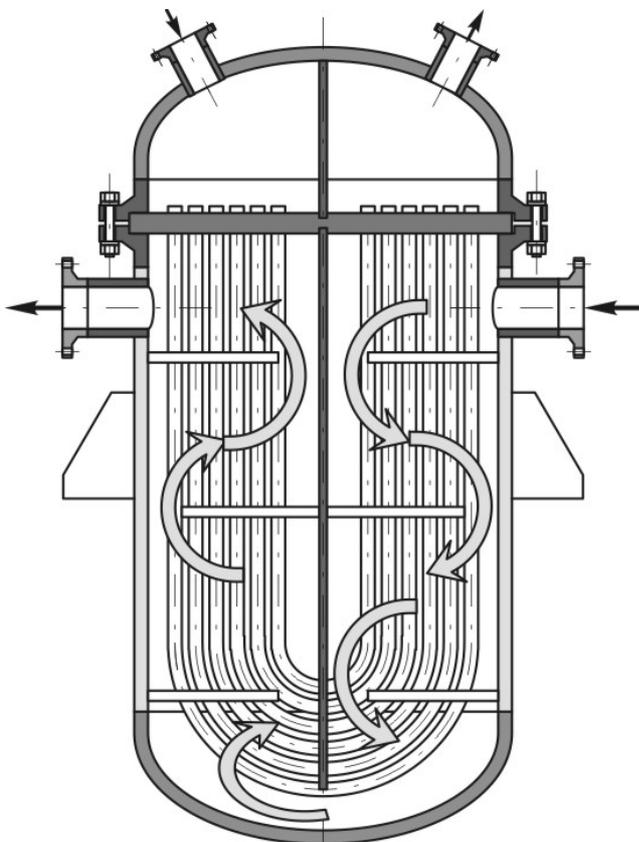
МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА З U-ОБРАЗНИМИ ТРУБАМИ

студент Степанович А. М., Айдінов А. С., ст. викл. Двойнос Я. Г.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Конструктивні елементи інтенсифікації процесів теплообміну кожухотрубчастих теплообмінників дуже різноманітні [1], і спрямовані в більшості випадків на турбулізацію потоку (насадки в трубах та на зовнішній поверхні), збільшення поверхні теплообміну (додавання ребер). Іntenсифікація процесу охолодження важкої фракції нафти (220-280°C) має відмінності, які пов'язані зі значною в'язкістю (за температури 20°C $\nu=8 \cdot 10^{-6}$ м²/с [2]), та швидкою парафінізацією поверхонь охолодження, що призводить до значних витрат енергії

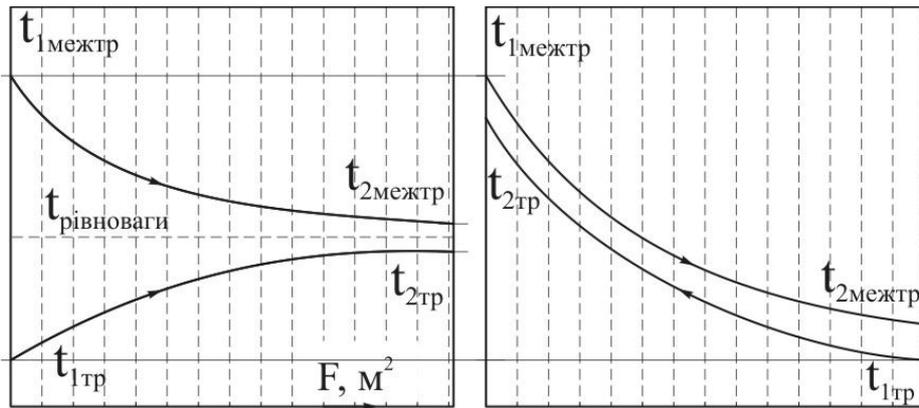


на створення турбулентного режиму у апараті.

Пропонується модернізувати кожухотрубчастий теплообмінник з U – подібними трубами встановленням вертикальної перегородки, рисунок 1, яка запобігає перемішуванню рідини у між трубному просторі, та створює умови, наближені до теплообміну за протитоку. За протитоку зменшується середньологаріфмічний перепад температури між теплоносіями, рисунок 2, але є можливість досягти кращих показників загального теплового

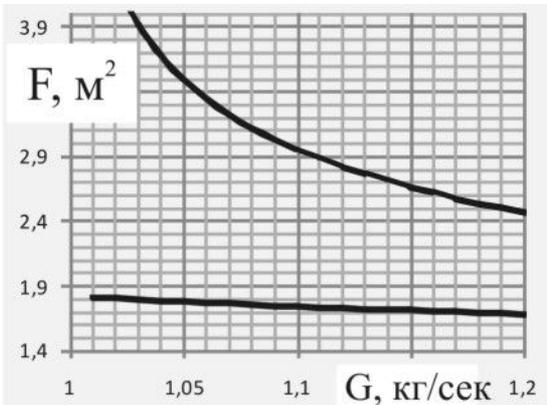
балансу за рахунок більш повного використання енергії гріючого /

охолоджуючого теплоносія і таким чином зменшити його витрату.



Моделюючи Т/О (Рисунок 3) з рухом теплоносіїв прямою та протитоком з сталими

Рисунок 2– Розрахункова схема середнього температурного напору вхідними даними $t_{1н}$, $t_{1к}$, G_1 , $t_{2н}$, K , Cp_1 , Cp_2 та змінюючи витрати гріючого теплоносія (G_2) визначимо



необхідну площу поверхні теплообміну:

$$Q_1 = G_1 C_{p1} (t_{1н} - t_{1к}) = G_2 C_{p2} (t_{2н} - t_{2к}) = Q_2, \text{ Вт}$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{|\Delta t_6 - \Delta t_M|}{\ln \frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}}, \text{ протиток: } \Delta t_6 = t_{1н} - t_{2н}, \Delta t_M = t_{1к} - t_{2к};$$

$$\text{протиток: } \Delta t_6 = t_{1н} - t_{2к}, \Delta t_M = t_{1к} - t_{2н}$$

$$Q_1 = Q_2 = KF \Delta t_{cp} \Rightarrow F, \text{ м}^2.$$

Рисунок 3– Ефективна схема протитоку

Висновок: модернізація апарату доцільна, для розрахунку модернізованого теплообмінника з U-трубами може бути використана методика розрахунку кожухотрубного теплообмінника.

Перелік посилань:

1. Дрейцер Г.А., Лобанов И.Е. Предельная интенсификация теплообмена в трубах за счет искусственной турбулизации потока //ИФЖ. 2003. Т.76, №1. С.46-51.
2. Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа. Под ред. Б. И. Бондаренко, М. – Химия, 1983.
3. Державна цільова економічна програма енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв ... на 2010-2015 роки. Постанова КМУ від 1 березня 2010 р. № 243.

УДК 665.6

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПРОЦЕСУ ТРИРАЗОВОГО ВИПАРЮВАННЯ НАФТИ

студент Юрченко О.І., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

В сучасних умовах розвитку промисловості все більш гостро постає потреба у високоякісному паливі, що в свою чергу тягне за собою необхідність у впровадженні нових або модернізації вже існуючих технологій у сфері нафтопереробки. Установки перегонки нафтових газів, виконаних для їх розділення на фракції, для наступної переробки, або використана як товарна продукція.

Технологічна схема установки конденсаційно – компресорного типу зображена на рисунку 1.

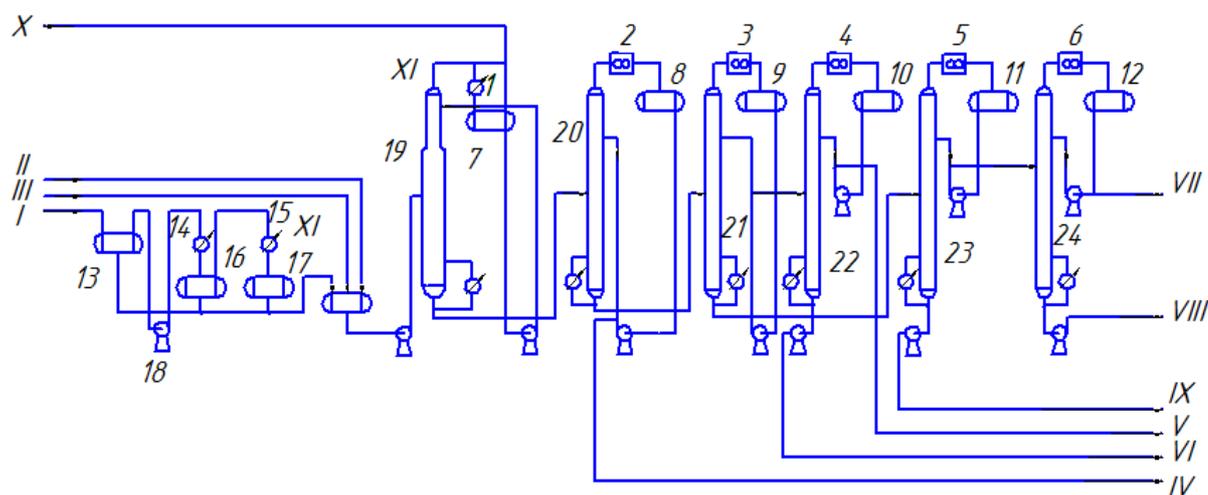


Рисунок 1 – Установа конденсаційно – компресорного типу

Установа використовується для розділення нафтових газів на базові компоненти.

Газ з установок АТ та АВТ подається на сепаратор 13. Рідка фракція подається у збірник, газоподібна фракція компресором 18 через повітряний

холодильник 14, сепаратор 16, холодильник 15 і сепаратор 17 також подається у збірник. Сюди ж подається головка стабілізації з установок АТ та АВТ і головка стабілізації каталітичного риформінгу. Ця суміш насосом подається в ректифікаційну колону 19. З верхньої частини колони суміш сухих газів етану та метану частково подається на склад, частково через аміачний холодильник і сепаратор 7 насосом подається на зрошення верхньої тарілки.

Кубові продукти колони 19 (деетанізована фракція) подаються послідовно до ректифікаційних колон 20-24. Де з суміші послідовно видаляється: пропанова фракція на колоні 20, ізобутанова та бутанова фракції на колоні 22, ізопентанова та пентанова фракція на колоні 24, фракція С6 і вище на колоні 23.

Газові фракції нормуються по технічних умовах ТУ.101489...ТУ.38.101498.

Метою роботи є: Спроекувати парогенератор для генерування перегрітої пари бутанової фракції. Завданнями роботи є:

- обґрунтування модернізації конструкції відповідного обладнання з урахуванням сучасних світових тенденцій та виконання розрахунків, які підтверджують працездатність та економічну доцільність запропонованої модернізації;

- надання рекомендацій з охорони праці при монтажі, експлуатації та ремонті апарата;

- параметричні розрахунки та розрахунки на міцність;

- техніко-економічне обґрунтування запропонованої модернізації.

Перелік посилань:

1. Справочник нефтепереработчика. Справочник /Под ред. Г. А. Ластовкина, Е. Д. Радченкои М. Г. Рудина. – Л.: Химия, 1986. – 648 с., ил.

СЕКЦІЯ 2

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

УДК 66.048.911

ВИПАРНА УСТАНОВКА В СЕКЦІЇ УПАРЮВАННЯ РОЗЧИНУ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННИХ ЕКСТРАКТІВ

студент Лялька Г.О., доц. Семінський О.О.
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

На сьогоднішній день як світова так і українська фармацевтична промисловість відродили тенденцію до переходу від синтетичних лікарських засобів до засобів на основі натуральних продуктів, одними з яких є рослинні екстракти [1].

Флагманом української фармацевтичної промисловості є ПАТ НВЦ "Борщагівський ХФЗ" (м. Київ), до складу виробничих потужностей якого входить лінія виробництва рослинних екстрактів, що використовується для одержання густого рослинного екстракту ромашки лікарської. В якості вихідних компонентів для виробництва екстрактів використовуються, етиловий спирт і натуральна сировина з підготовлених лікарських рослин.

Принципова схема секції концентрування розчину лінії виробництва рослинних екстрактів зображена на рисунку 1. Екстракт ромашки лікарської у вигляді 5 %-го спиртового розчину подається у секцію упарювання розчину лінії і закачується до технологічних ємностей 1, за допомогою насоса та інертного середовища (азоту). З технологічних ємностей 1 початковий екстракт з концентрацією рослинних речовин 5 % потрапляє у змішувальну ємність 2, в яку окрім спирту-ректифікату додається вода очищена, для одержання 70 % спиртового розчину. По закінченні змішування екстракт подається до випарної установки 3 в якій відбувається процес випарювання розчину до концентрації 50 %. Пари розчину конденсуються у кожухотрубному конденсаторі 4, а готовий розчин потрапляє у ємність для готового продукту 5. Для забезпечення можливості до упарювання одержаного розчину (за необхідності) в магістральній лінії, приєднаній до ємності готового продукту передбачено байпасну гілку.

Завданням на дипломне проектування є модернізація випарної установки, з метою зменшення енергоємності процесу випарювання та забезпечення стабільної якості продукції.

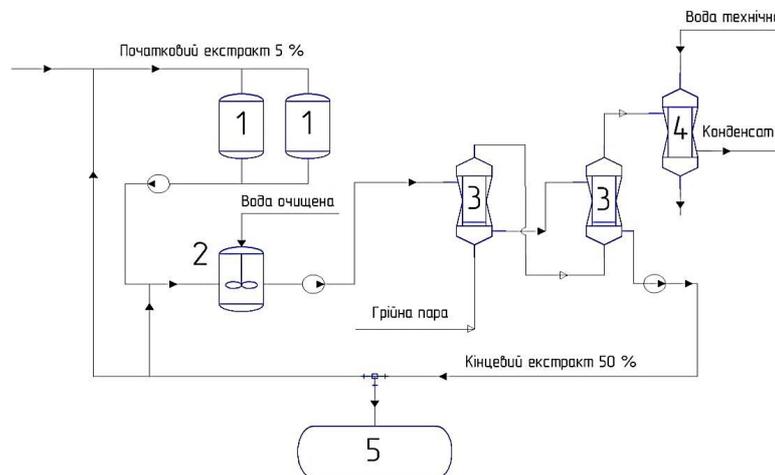


Рисунок 1– Схема секції концентрування розчину лінії виробництва рослинних екстрактів

Аналіз технологічного режиму роботи лінії та обладнання, що входить до її складу дозволяє рекомендувати в якості випарного обладнання багатокорпусну установку, що дозволить знизити витрати енергії на проведення процесу шляхом зменшення витрат гріючої пари за рахунок використання вторинної пари з попереднього корпусу як первинної для пари для наступного [2]. Враховуючи компонентний склад екстракту, випарювання доцільно здійснювати в умовах розрідження, що дасть можливість проводити процес при більш низьких температурах та використовувати гріючу пару з більш низькими робочими параметрами (температура, тиск) за рахунок збільшення корисної різниці температур між гріючою парою і екстрактом.

Перелік посилань:

1. Екстракція рослинної сировини: навчальний посібник. Сидоров Ю.І., Губицька І.І., Конечна Р.Т., Новіков В.П. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2008.– 336 с.

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

УДК 621.565.954

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА
ГУСТОГО ЕКСТРАКТУ КРОПИВИ СОБАЧОЇ**

студент Мартюк С.В., ст.викл. Новохат О.А.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

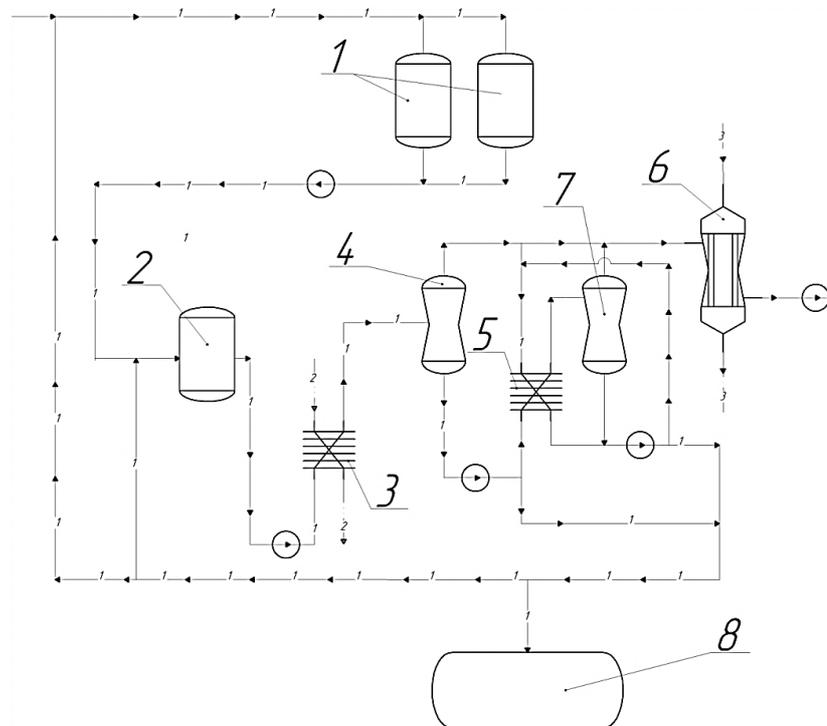
Кропива собача – звичайна багаторічна трав'яниста рослина поширена по всій Україні. Надземна частина рослини містить алкалоїди, сапоніни, органічні кислоти, ефірну олію, флавонові, дубильні речовини, макро- та мікроелементи та вітаміни, завдяки чому широко застосовується в фармації як седативний та кардіотонічний компонент [1].

Густий екстракт кропиви собачої використовується для виробництва однойменних таблеток, а також таких препаратів, як: Кратал, Седафітон, Флорісед та інших. Зважаючи на потреби суспільства в вищезазначених лікарських засобах, налагодження сучасного, продуктивного та енергоефективного виробництва густого екстракту кропиви собачої в Україні, наразі, є цілком актуальним питанням.

На рисунку 1 зображено запропоновану схему одержання густого екстракту кропиви собачої, випарюванням рідкого екстракту. Рідкий екстракт з ємностей 1 подається в збірник 2, звідки насосом перекачується в пластинчастий випарник першого ступеня 3, який гріє водяною парою. У процесі випарювання парорідинна суміш надходить у сепаратор 4, де проводиться сепарація парів, які надходять на обігрів у пластинчастий випарник другого ступеня 5 або в кожухотрубний конденсатор 6. При цьому, рідинна фаза циркулює насосом із сепаратора 4 у пластинчастий випарник першого ступеня 3. Подальше концентрування екстракту при необхідності проводиться на другому ступені випарної установки. Екстракт після першого ступеня подається насосом у пластинчастий випарник другого ступеня 5, де аналогічно до першого ступеня проходить процес випарювання та циркуляції екстракту із сепаратора другого ступеня 7 насосом у пластинчастий випарник другого ступеня 5. Потім рідка фаза з низу сепаратора 7 насосом повертається у збірник 2 і цикл повторюється до

досягнення необхідної концентрації. Готовий екстракт накопичується в контейнері 8.

1 – ємності з рідким екстрактом; 2 – збірник; 3,5 – пластинчаті теплообмінники;



4,7 – вакуумні сепаратори;

6 – конденсатор; 8 – контейнер

Рисунок 1 – Схема виробництва екстракту кропиви собачої

Метою роботи є проектування та модернізація пластинчатого теплообмінника 3, що в даній схемі служить для випарювання екстракту кропиви собачої на першому ступені. Можливими напрямками модернізації є: збільшення коефіцієнту теплопередачі, збільшення площі теплообміну та інші [2].

Перелік посилань

1. В. И. Чопик, Л. Г. Дудченко, А. Н. Краснова; «Дикорастущие полезные растения Украины» Справочник; Киев, Наукова думка, 1983.
2. Ю.И. Дытнерский «Основные процессы и аппараты химической технологии» Пособие по проектированию- М: Химия1991.

ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ЛІЗИНУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

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

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Лізин – це незамінна амінокислота, яка входить до складу практично всіх білків. Вона необхідна для росту і регенерації тканин, утворення антитіл, гормонів, ферментів, альбумінів і має виражену протівірусну дію, є основою для побудови білків нашого тіла. При нехватці лізину білки, скільки б їх ні було в їжі, не засвоюються організмом. З віком люди, особливо чоловіки, потребують більшу кількість лізину, ніж в молодому віці. Оскільки багатоклітинними організмами лізин не синтезується, широкого вжитку набув синтетичний лізин. Сировиною для виготовлення лізину є м'ясо, висівки, кукурудзяний екстракт, соляна кислота, аміачна вода, риб'яча мука.

Відомо два основних шляхи біосинтезу лізину: через α -аміноадипінову кислоту та через діамінопімілінову кислоту. Кінцевий продукт, найчастіше у вигляді порошку або гранул, широко застосовується як кормова добавка у сільському господарстві та як напівфабрикат для фармацевтичної промисловості.

Технологічний процес виробництва лізину (рисунк 1) включає такі операції:

1. Змішування води і м'яса;
2. Утворення суміші з води і живильних солей, крейди і кукурудзяного екстракту її подальше перемішування, нагрівання, витримання та охолодження;
3. Ферментація утворених сумішей компонентами живильної суміші із додаванням попередньо підготовленого піногасника;
4. Стабілізація отриманої речовини з додаванням бісульфату натрію та соляної кислоти;
5. Сушіння та грануляція кінцевого продукту.

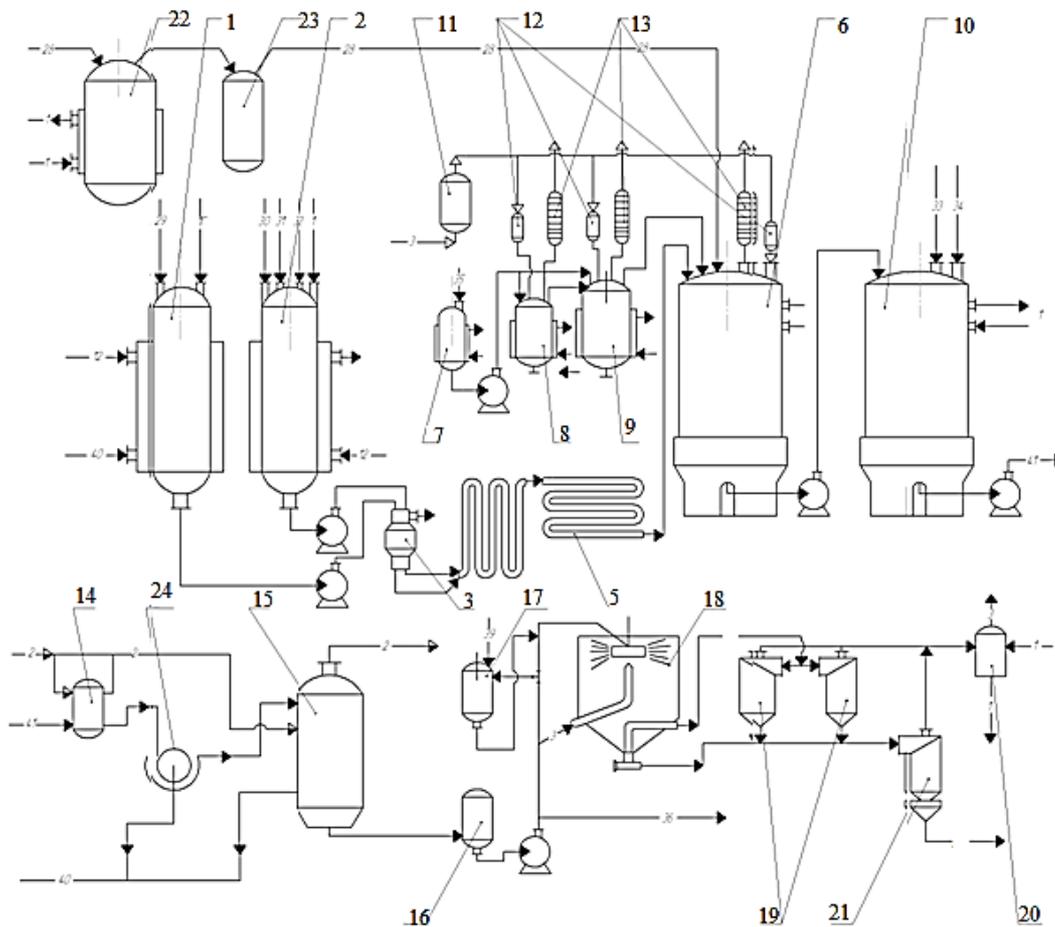
Дуже важливо здійснювати на стадії ферментації стабілізацію основних параметрів культури в суворій відповідності з технологічним регламентом даного виробництва, оскільки вихід лізину залежить від температури середовища, концентрації кисню, тривалості ферментації, дози і віку посівного матеріалу. При додержанні технологічних параметрів вихід лізину складає до 75%.

Сухий концентрат лізину (ККЛ) отримують сушінням ККЛ у розпилювальних сушарках до вологості 5 – 6 %. Сухий ККЛ дуже гігроскопічний, тому одразу після сушки його пакують у поліетиленові мішки.

Враховуючи великі об'єми повітря для забезпечення процесу в розпилювальній сушарці для підігріву повітря використовують кожухотрубні теплообмінники, які в цій схемі виробництва мають суттєві переваги перед іншими теплообмінниками:

- Достатньо висока точність підтримки температурних режимів;
- Високий коефіцієнт теплопередачі;
- Надійність в експлуатації при високих тисках і температурах;
- Низькі витрати при виробництві, монтажних, ізоляційних і ремонтних робіт.

Оскільки ККЛ використовується в якості корму або харчових добавок, то обладнання для виробництва слід виготовляти із харчової нержавіючої сталі.



1, 2, 17 – змішувач, 3 – нагрівальна колона, 4 – витримувач, 5 – теплообмінник охолоджуючий, 6 – ферментатор, 7 – стабілізатор середовища, 8 – малий інокулятор, 9 – великий інокулятор, 10 – стабілізатор, 11 – головний фільтр, 12 – індивідуальний фільтр, 13 – повітряний фільтр, 14 – теплообмінник, 15 – випарна установка, 16, 22 – збірник, 18 – розпилювальна сушарка, 19 – циклон, 20 – скруббер, 21 – циклон-розвантажувач, 23 – проміжний збірник, 24 – барабанний вакуум фільтр

Рисунок 1 – Технологічна схема виготовлення лізину

Перелік посилань:

1. <http://www.abrcade.ru>
2. <http://www.spiraxsarco.com>
3. <http://www.fit-leader.com>

УДК 66.045.112

ВДОСКОНАЛЕННЯ КОЖУХОТРУБНОГО КОНДЕНСАТОРА НА ДІЛЬНИЦІ ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННИХ ЕКСТРАКТІВ

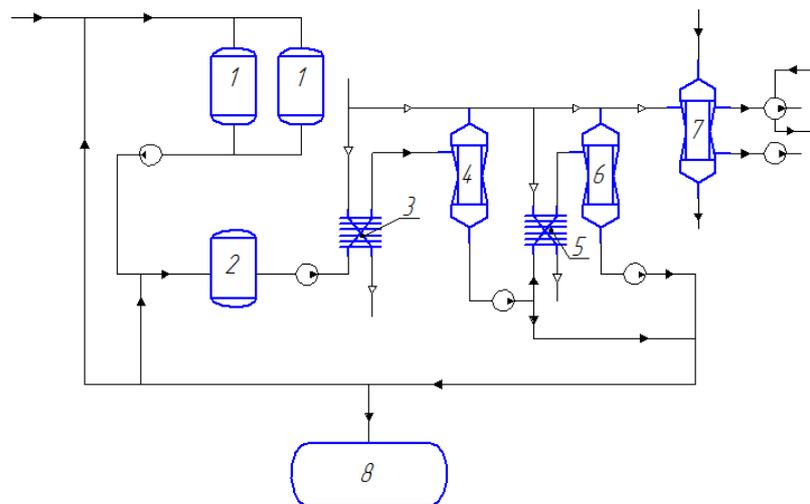
студент Лялька М.О., доц. Швед М.П.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

З розвитком хімічної та фармацевтичної промисловості екстракція, як метод добування компонентів із складних органічних систем стає основним у процесі виробництва лікарських препаратів, які містять у собі концентровані активні речовини органічного походження [1].

Типова схема виробництва концентрованого екстракту солодкового кореню приведена на (рисунок 1)



1 – ємності для початкового екстракту; 2 – змішувальний ємність;

3 – пластинчатий випарник першого ступеня; 4 – сепаратор першого ступеня; 5 – пластинчатий випарник другого ступеня; 6 – сепаратор другого ступеня;

7 – кожухотрубний теплообмінник (конденсатор);

8 – ємність для концентрованого екстракту.

Рисунок 1 – Схема технологічної лінії виробництва екстракту солодкового кореню

Процес виробництва екстракту, складається з таких етапів:

Етиловий спирт подається бочковим насосом до ємностей 1, звідки перекачується до змішувальної ємності 2, в якій готується розчин (екстрагент). Далі відбувається процес випарювання у пластинчатому теплообміннику 3. В ньому проводиться нагрівання та випарювання парів води та спирту. У процесі випарювання паро-рідинна суміш надходить у сепаратор 4, де проводиться сепарація парів, які надходять на обігрів у пластинчастий випарник 5, або в конденсатор 7. При цьому, рідинна фаза циркулює із сепаратора 6 у пластинчастий випарник 3. Подальше концентрування екстракту при необхідності проводиться у випарнику 5 та сепараторі 6. Потім рідка фаза з низу сепаратора 4, або сепаратора 6 насосом повертається у змішувальний ємність 2, а далі цикл повторюється до досягнення заданої концентрації. Після цього готовий екстракт перекачується в ємність для концентрованого екстракту 8.

З вище наведеної схеми стає зрозуміло, що при збільшенні потужностей виробництва обмежуючим пристроєм є конденсатор 7. Тому вдосконалення його будови за рахунок зміни розташування та конструкції трубок, трубних решіток, штуцерів є доцільним для підвищення продуктивності всієї лінії з виробництва рослинних екстрактів.

Перелік посилань:

1. Екстракція рослинної сировини Навчальний посібник / Ю. І. Сидоров, І. І. Губицька, Р. Т. Конечна, В. П. Новіков. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2008. 336 с

УДК 661.832.321

ЛІНІЯ ОТРИМАННЯ ХЛОРИДУ КАЛІЮ

студент Піскун Є.В., асистент Улітько Р.М.

Національний технічний університет України

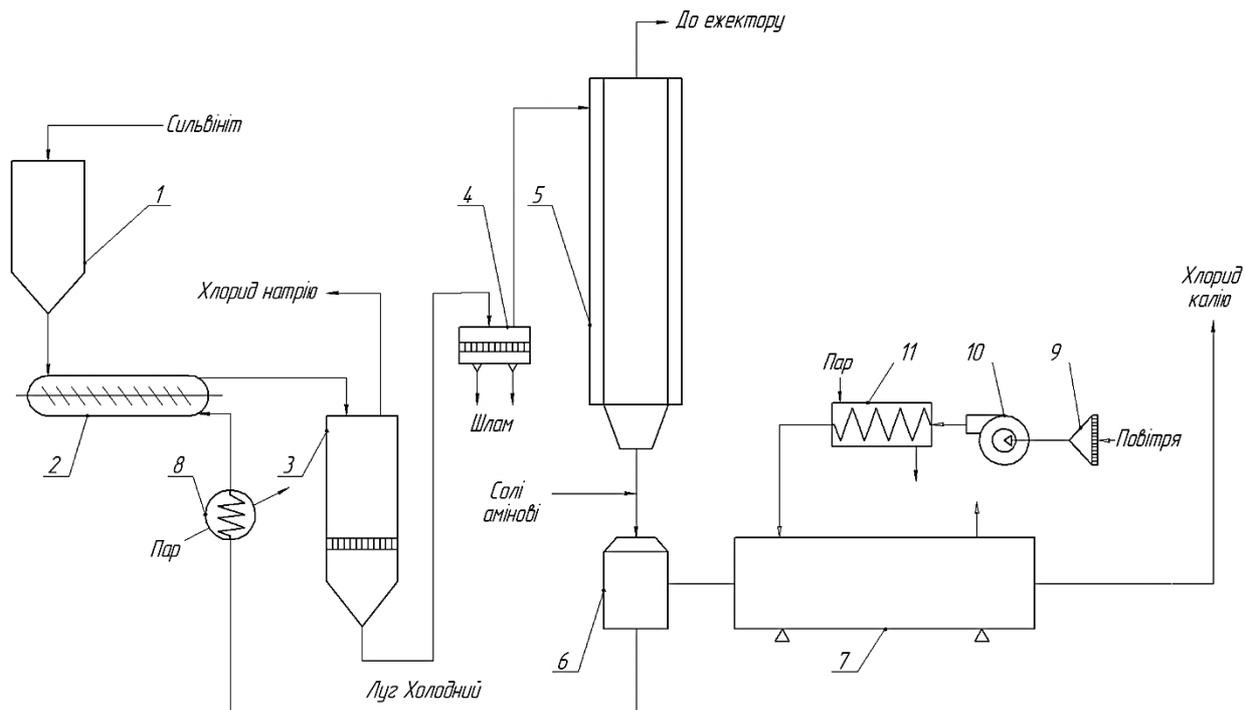
“Київський політехнічний інститут”

Хлорид калію використовуються як концентроване калійне добриво. Калійні добрива містять до 60% поживного елементу у перерахунку на K_2O . Їх виготовляють в кристалічному та гранульованому вигляді. Сировиною для виробництва хлориду калію служить, природний мінерал сильвініт, який складається з сильвіну KCl і галіту $NaCl$, а також деяких домішок.

На рисунку 1 зображена схема виробництва хлориду калію галургічним методом, сировиною є сильвініт. Галургічний спосіб виділення хлориду калію з сильвініту заснований на відмінності температурних коефіцієнтів розчинності хлоридів калію і натрію при їх спільній присутності.

Сильвініт надходить у бункер 1 у подрібненому вигляді. Вилуговування - це процес вимивання солей з мінералів. Він здійснюється за допомогою розчинника, для KCl нагрітим до $105 - 115^\circ C$ зворотнім розчином (лугом) у шнековому змішувачі 2[1]. Хлорид калію, що виділився після проходження план-фільтра 3 та відстійника 4 кристалізується в вакуум-кристалізаторі 5, в якому вакуум створюється за допомогою пароструминних ежекторів, що відсмоктують пароповітряну суміш[2]. На шляху до центрифуги 6 до пульпи додаються солянокислі солі амінів для зменшення злежування хлориду калію[3]. Надалі відбувається сушіння KCl в барабанній сушарці, в яку подається повітря, що нагрівається в паровому калорифері. Після чого хлорид калію є готовою продукцією.

Одним з головних елементів даної схеми є барабанна сушарка. Вона має ряд недоліків: громіздкість конструкції, мала корисна різниця температур, тривалий контакт матеріалу з тепловим агентом.



бункер сильвініту; 2 – шнековий змішувач; 3 – план-фільтр для відділення хлориду натрію; 4 – відстійник; 5 – вакуум-кристалізатор; 6 – центрифуга; 7 – барабанна сушарка; 8 – підігрівач лугу; 9 - повітряний фільтр; 10 – вентилятор; 11 – паровий калорифер.

Рисунок 1 – Технологічна схема отримання хлориду калію із сильвініту галургічним методом

Перспективним напрямком є проведення модернізації лінії отримання хлориду калію із заміною парового калорифера на газову горілку, та барабанної сушарки на сушарку киплячого шару. Це дасть змогу збільшити інтенсивність та рівномірність сушіння. Також планується зробити розрахунки сушарки псевдозрідженого шару, які підтвердять працездатність апарату.

Перелік посилань:

1. Корнієнко Я. М. Процеси та обладнання хімічної технології: підруч. У 2 ч. Ч. 1./ Я. М. Корнієнко, Ю. Ю. Лукач, І. О. Мікульонюк та ін.. – К.: НТУУ “КПІ”, 2011. – 300 с.
2. Корнієнко Я. М. Процеси та обладнання хімічної технології: підруч. / Я. М. Корнієнко, Ю. Ю. Лукач, І. О. Мікульонюк та ін.. – К.: НТУУ “КПІ”, 2011. – Ч.2. – 416 с.
3. <http://rudocs.exdat.com/docs/index-56073.html?page=9> від 29.09.2011.

УДК 66.01:66.022:577.1

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ДРІЖДЖІВ З РОЗРОБКОЮ ДРІЖДЖЕВИРОЩУВАЛЬНОГО ЧАНА

студентка Поліщук М.О., доц. Зубрій О.Г.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Кормові дріжджі - спеціальна біомаса дріжджів на основі субстратів рослинної і нерослинної сировини, що вирощується на корм тваринам, хутровим звірам, птахам і риbam. Залежно від виду культивованих організмів і середовища вирощування кормові дріжджі поділяють на такі різновиди:

- гідролізний - для культивування дріжджових грибків застосовуються гідролізати рослинних відходів: сільськогосподарського, деревопереробного та целюлозно-паперового виробництва [1];

- класичні кормові дріжджі - отримують шляхом вирощування дріжджових грибів на барді, одержуваної як відхід в спиртовому виробництві;

- БВК (білково-вітамінний концентрат) - продукт культивування дріжджових клітин на відходах переробки різної нерослинної сировини - нафтових парафінах, нижчих органічних спиртах, а також природному газі.

Технологію виготовлення дріжджів [2] можна описати наступними операціями: відходи подаються в гідролізапарат, де піддаються гідролізу. Гідролізат, охолоджений у випарниках піддається інверсії і нейтралізується, а потім проходить ряд очисток, після чого речовина поступає у ферментатор. Біомаса дріжджів концентрується шляхом флотації, сепарації і упарюванням. Потім відбувається сушіння, після чого дріжджі упаковують і отримують готовий продукт.

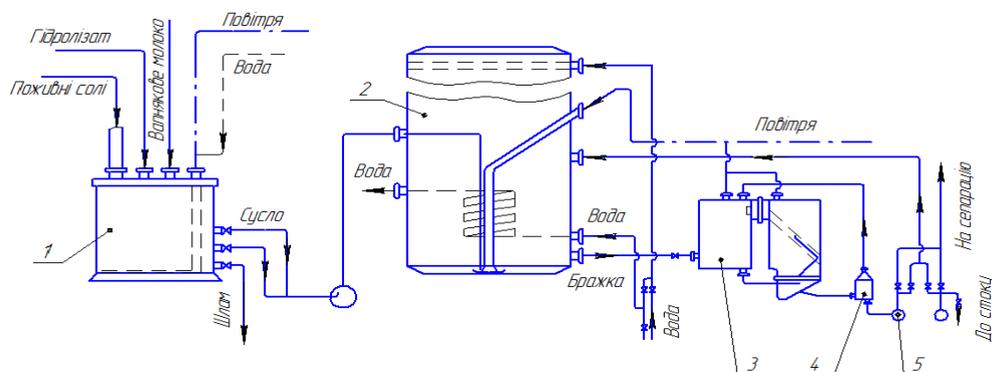
На рисунку 1 зображена схема нейтралізації гідролізату і вирощування дріжджів [1].

Для вирощування дріжджів прийнятий дріжджевиросщувальний чан з аероліфтним повітророзподільником. Передбачено обладнання для розведення чистої культури дріжджів, що складається з малої і великої дріжджанок, в якій

після лабораторних стадій вирощування дріжджів послідовно накопичується дріжджова маса для засіву в дріжджевирощувальний чан. Повітря, необхідне для вирощування дріжджів, подається або від турбокомпресора або від повітродувки.

Виділення дріжджової суспензії з дріжджової бражки, отриманої в дріжджевирощувальному чані, проводиться за допомогою сепараторів. Промивання дріжджів водою здійснюється в чанах-мішалках, промивна вода відділяється також на сепараторах.

Отриманий після згущення на сепараторах дріжджовий концентрат може бути використаний як готова продукція. У тих же випадках, коли треба виробити зневоднені дріжджі, концентрат фільтрується або сушиться



1 - нейтралізатор-відстійник; 2 – дріжджевирощувальний чан; 3 – чан для гасіння піни; 4 – газовіддільник; 5 – насос.

Рисунок 1 – Технологічна схема нейтралізації гідролізату і вирощування дріжджів

Метою даної роботи є модернізація дріжджевирощувального чану. Під час виконання роботи будуть проведені конструкторські розробки та розрахунки обладнання для аерації та теплообміну.

Перелік посилань:

1. Андреев А.А., Брызгалов Л.И., Молочный Б.М., Типовые проекты гидролизно-дрожжевых цехов малой мощности. – Москва, 1961.
2. Бортников И.И., Босенко А.М. Машины и аппараты микробиологических производств. – Минск, 1982. - 288с.

УДК 66.01:66.022:577.1

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ДРІЖДЖІВ З РОЗРОБКОЮ ГІДРОЛІЗАПАРАТА

студентка Гнатюк Н.М., доц. Зубрій О.Г.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Дріжджі кормові — це ефективна екологічно чиста кормова добавка, що складається переважно з білка, призначена для вигодовування тварин, хутрових звірів та птиці.

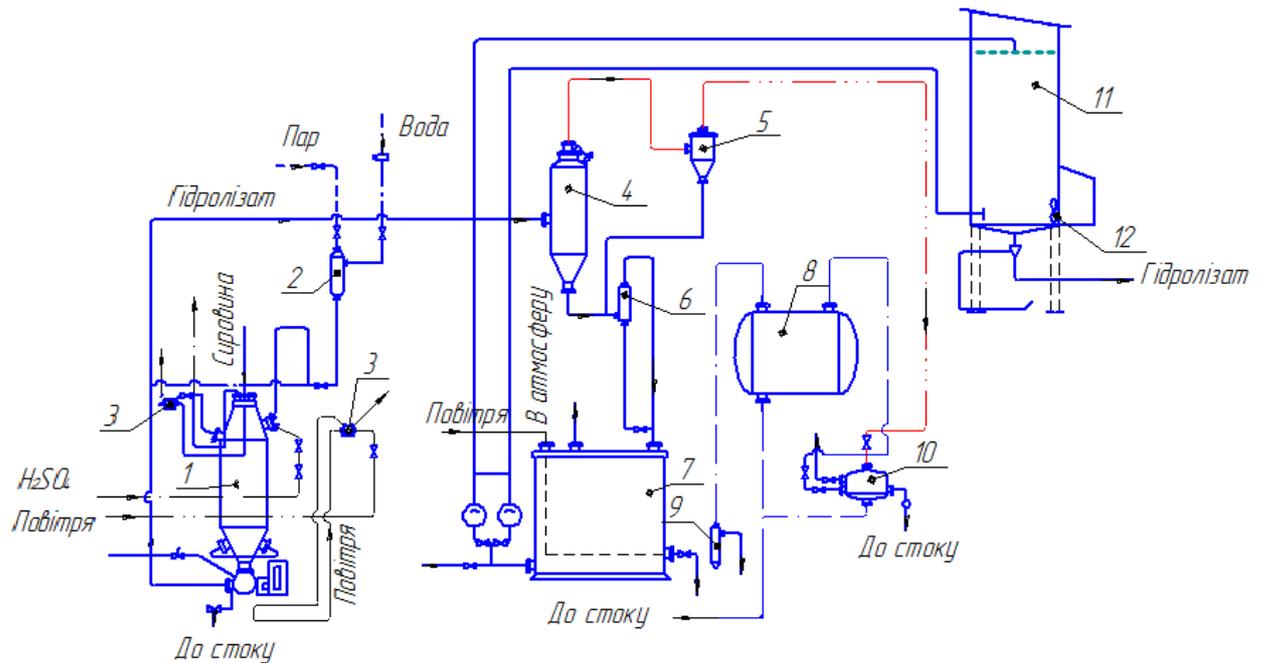
Кормові дріжджі, вирощені на гідролізних середовищах, багаті багатьма вітамінами, що входять до складу різних ферментативних систем і беруть участь у білковому і вуглеводному обміні, окисно-відновних та інших біохімічних процесах. Вміщені в дріжджах ферменти, гормони і інші продукти мікробіологічного синтезу відіграють важливу роль у поліпшенні обміну речовин в організмі тварин і птахів.

Технологію виготовлення дріжджів [2] можна описати наступними операціями: відходи подаються в гідролізапарат, де піддаються гідролізу. Гідролізат, охолоджений у випарниках піддається інверсії і нейтралізується, а потім проходить ряд очисток, після чого речовина поступає у ферментатор. Біомаса дріжджів концентрується шляхом флотації, сепарації і упарюванням. Потім відбувається сушіння, після чого дріжджі упаковують і отримують готовий продукт.

На рисунку 1 зображена схема отримання гідролізату [1].

Гідролізапарати 1 оснащені швидкодіючими верхніми кришками і нижніми пневмозахлопками, які відкриваються і закриваються за допомогою стиснутого повітря, яке подається золотниковими перемикачами 3. Гідролізат охолоджується у випарнику 4. Остаточне охолодження до температури 28-32° відбувається у градирні 11, вона може бути виготовлена зі звичайних будівельних матеріалів: цементу, цегли, деревини. Крім того, при охолодженні на градирні з гідролізату додатково випаровується фурфурол. Охолоджений гідролізат нейтралізується

вапняним молоком в періодично діючих нейтралізаторах-відстійниках. У них же осідає і шлам. Поєднання операцій нейтралізації і відстою в одному апараті для заводів малої потужності виправдовується необхідністю скоротити обладнання. Гідролізапарати є найбільш складним обладнанням у даному виробництві.



1 – гідролізапарат; 2 – водонагрівна колонка; 3 – золотникові перемикачі; 4 – випарник; 5 – паросушник; 6 – лабіринтовий затвор; 7 – збірник гарячого гідролізату; 8 – бак оборотної води; 9 – гідро засув; 10 – теплообмінник; 11 – градирня; 12 – вентилятор.

Рисунок 1- Технологічна схема отримання гідролізату

Метою даної роботи є модернізація гідролізапарата. Під час виконання роботи будуть проведені конструктивні розробки та розрахунки гідролізапарата з метою зменшення енерговитрат, витрат сировини та підвищення ефективності процесу.

Перелік посилань:

1. Андреев А.А., Брызгалов Л.И., Молочный Б.М., Типовые проекты гидролизно-дрожжевых цехов малой мощности. – Москва, 1961.
2. Бортников И.И., Босенко А.М. Машины и аппараты микробиологических производств. – Минск, 1982. - 288с.

УДК 66.048.911

СУЧАСНІ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ДРІЖДЖІВ

студентка Шеляг А.В., ст. викл. Зайцев С.В.

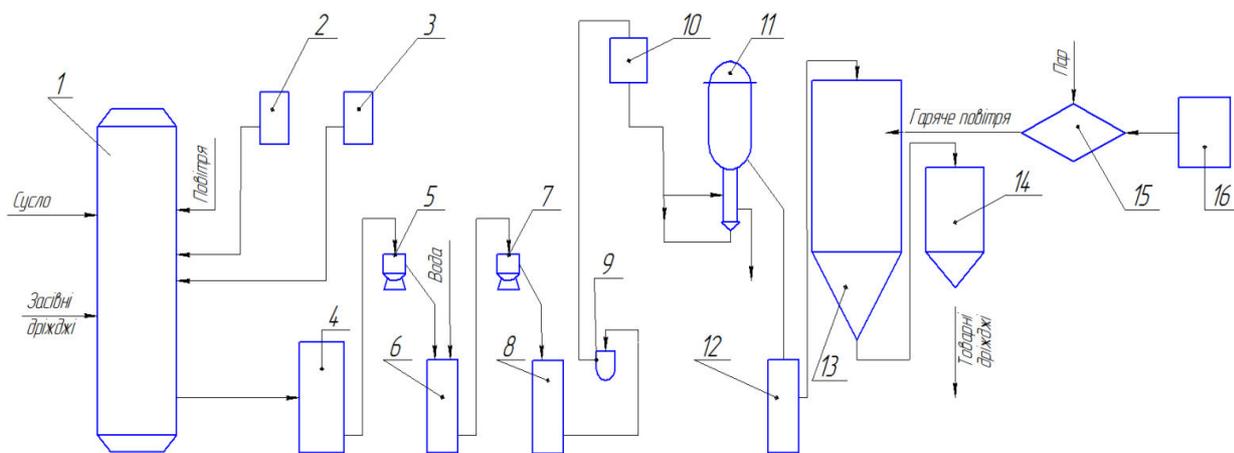
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

У зв'язку з скороченням запасів викопної органічної сировини в усьому світі приділяється серйозна увага питанням хімічної та біотехнологічної переробки біомаси рослинної сировини (фітомаси). Запаси фітомаси поновлюються в результаті діяльності вищих рослин. Виробничою основою сучасної біотехнології є мікробіологічна промисловість, зокрема – гідролізна промисловість. В даний час гідролізна промисловість займає провідне місце у світі з вироблення основних видів продукції: кормових дріжджів і технічного етанолу.

В основі дріжджового виробництва лежить контрольоване розмноження одноклітинних мікроорганізмів – дріжджів (дріжджоподібних грибів) з метою накопичення їх біомаси. Зазвичай використовують дріжджі роду «Кандида» (Candida).

В сучасному дріжджовому виробництві використовують технологічні схеми безперервного виробництва дріжджів (рисунок 1).



1 – дріжджеростильний апарат; 2 – дозатор аміачної води; 3 – дозатор поживних селів;

4 -флотатор; 5, 7 – сепаратори; 6 – промивний апарат; 8 – збірник; 9 – плазмолізатор;

10 – збірник плазмолізата; 11 – вакуум-випарний пристрій; 12 – збірник упареного плазмолізата; 13 – розпилювальна сушарка; 14 – бункер; 15 – теплообмінний апарат;

16 – фільтр

Рисунок 1 – Схема виробництва дріжджів

Дріжджі вирощують, зазвичай, в сталевих дріжджеростильних апаратах (інокуляторах) ємністю 600 м³ з ерліфтним розділенням повітря, яке подається в апарат для проведення процесу бродіння. З дріжджеростильного апарату по трубі дріжджова суспензія передається в систему промивки, де розбавляється холодною водою, вистоюється при безперервному перемішуванні в промивній воді та розчині NaCl, після чого подається на сепаратор, де відділяється сольовий розчин. Далі суміш надходить у чан для миття від сольового розчину водою, потім через сепаратор і насос в бак-накопичувач. В кінці промивки дріжджова суспензія надходить на вакуум-випарну установку. Далі дріжджовий концентрат направляється в сушарку для висушування дріжджів до залишкової вологості менше 10 %. На заводах малої продуктивності використовуються вальцьові сушарки з випарної здатністю від 2 до 6 т вологи на годину. Дріжджі, висушені на вальцьових сушарках, мають вигляд тонких, тендітних, напівпрозорих листочків жовтого або коричневого кольору. У такому вигляді вони мають невелику об'ємну масу, що ускладнює їх упаковку. Тому найбільшого поширення отримала технологічна схема, в якій використовується розпилювальна сушарка. Процес сушіння заснований на тонкому розпиленні дріжджового концентрату в камері, заповненій гарячим повітрям. Дрібні краплі дріжджового концентрату в цих умовах швидко висихають і у вигляді світло-жовтого порошку падають на дно сушарки. Продуктивність розпилювальних сушарок по випареній волозі дорівнює 4 – 25 т/год. Для стабільної та безпечної роботи розпилювальних сушарок необхідна правильна організація процесу сушіння, що забезпечує висихання крапель рідини до досягнення стінок сушарки. Висушені дріжджі з кінцевої частини сушарки пневмотранспортом подаються в циклони, де відбувається двоступенева очистка відпрацьованого повітря, потім у бункер дріжджів і далі на пакувальну-зважувальну машину.

У технологічній схемі безперервного виробництва дріжджів широко використовують теплообмінники різних типів, наприклад, в якості плазмолізатора використовується теплообмінник труба в трубі, а для нагріву повітря, яке подається в сушарку - кожухотрубний теплообмінник, оскільки згідно технології в сушарку необхідно подавати велику кількість повітря. За даних умов кожухотрубні теплообмінники мають суттєві переваги перед іншими теплообмінниками: високий коефіцієнт теплопередачі; низькі витрати при виробництві, монтажі та експлуатації; надійність в експлуатації.

Перелік посилань:

1. Холькин, Ю.И. Технология гидролизных производств / Ю.А. Холькин. – Москва “Лесная промышленность”, 1989.
2. Андреев, А.А. Производство кормовых дрожжей / А.А.Андреев, Л.И.Брызгалов – Москва. Издательство “Лесная промышленность”, 1970.

УДК 66.047

**СУШАРКА ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ГІДРО
СИЛКАТНОГО ТЕПЛОІЗОЛЮЮЧОГО МАТЕРІАЛУ**

студентка Кротенко К.С., доц. Собченко В.В.

Національний технічний університет України

„Київський політехнічний інститут”

Інститут газу НАН України, м. Київ

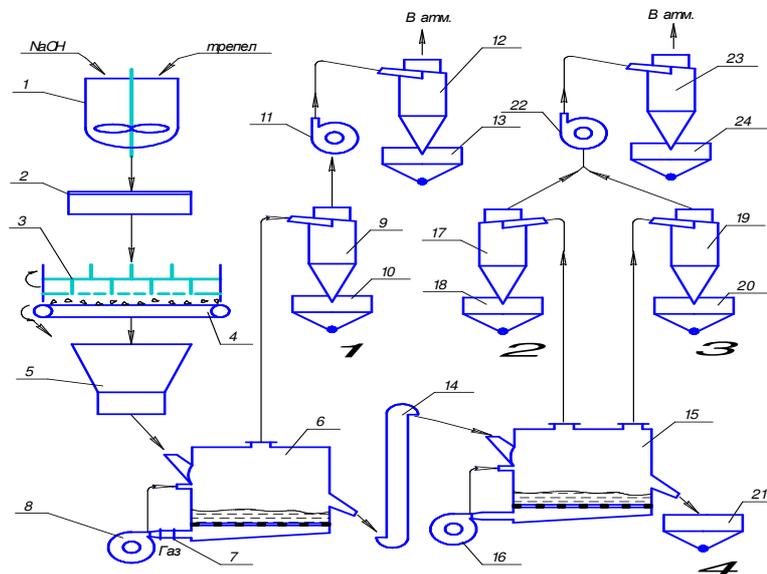
Сіопор - сипучий найлегший мінеральний матеріал, який застосовують як утеплювач. Сіопор має вигляд круглих, пористих гранул жовтого кольору, у яких низька насипна щільність, але високі тепло-і звукоізоляційні показники.

В основу розробленої технології покладена низькотемпературна термообробка в апараті псевдозрідженого шару подрібненого до розміру часток 0-5 мм сіоліта - гідросилікату натрію, що є продуктом взаємодії природного аморфного кремнезему (трепели, діатоміти) з натрієвої лугом NaOH. У результаті термообробки частинок сіоліта відбувається спучування - збільшення часток в об'ємі. Виходить невеликий з насипною щільністю до 70 кг/м³ сферичної форми матеріал - сіопор з розміром частинок до 10-12 мм.

Відпрацювання технології отримання сіопора завершена створенням двох промислових виробництв. Принципова їх схема показана на рисунку 1.

У реактор з мішалкою подається у певній пропорції трепел і розчин каустичної соди. При температурі 80-90°C відбувається варіння, після чого отриманий сіоліт зливають у форми, де він застигає у вигляді масивних блоків. Блоки сіоліта тельфером подаються в глиномішалку. При обертанні її валу ножі, розбивають сіолітові блоки на великі шматки, які подаються на дробарку. Роздріблений сіоліт самопливом надходить в сушарку - порізатор, де розкидається потоком повітря по робочій зоні сушарки. Повітря для горіння і розведення продуктів згоряння надходить від вентилятора. Спучений сіоліт - у вигляді кульок сіопора через переливний поріг сушарки - порізатора, надходить у вхідну горловину елеватора. Елеватор подає сіопор в холодильник - класифікатор, де відбувається його охолодження повітрям від вентилятора і поділ на три фракції за розміром (великий, середній і дрібний). Остаточне очищення повітря від пилу здійснюється в санітарній батареї циклонів, відсмоктування повітря здійснюється

димососом. Крупний продукт вивантажується через переливний поріг з протилежного від місця завантаження торцевої стінки холодильника - класифікатора в бункер - накопичувач.



- 1 - реактор; 2 - форма; 3 - глиномішалку; 4 - транспортер -дозатор,
5 - дробарка; 6 - сушарка - порізатор СКС -3; 7 - теплогенератор;
8, 16 - вентилятори; 9,12,17,19,23 - циклони; 10, 13, 18, 20, 21, 24 - бункера;
11, 22 - димососи; 14 - елеватор; 15 - холодильник- класифікатор;
I, II, III, IV - фракції сіопора.

Рисунок1 – Принципова схема виробництва сіопора.

Метою роботи є проектування сушарки для підготовки матеріалу у процесі виробництва сіопору.

Перелік посилань

1. Ю.И. Хвастухин, Н.К. Когута, Роман С.Н., Л.В. Алексеева. Установка для разделения мелкодисперсных материалов в псевдооживленном слое. Заявка № 2002010525 Приоритет от 21.01.02 г.
2. Ю.Д. Ясин, П.Е. Литвин, В.Ю. Ясин. Исследование теплофизических качеств современных КСВ материалов и изделий //Строительные материалы – 2000 - №7

УДК 66.047

МОДЕРНІЗАЦІЯ РОЗПИЛЮЮЧОЇ СУШАРКИ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА АНТИБІОТИКІВ

студент Єлманов С.Д., доц. Зубрій О.Г., доц. Швед М.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Сушка - один з найскладніших, важливих і енергоємних процесів у технології одержання термолабільних продуктів. Вибір методу і апаратурного оформлення процесу сушіння суттєво ускладнюється їх яскраво вираженими термолабільними характеристиками. Найчастіше, застосування традиційно використовуються в хімічній промисловості сушильних агрегатів не дозволяє досягти необхідного результату - низькою кінцевої вологості при збереженні концентрації цільового речовини в товарному продукті. Це пов'язано з тим, що при тривалому впливі навіть відносно невисокої температури (45-90 ° С) на органічний матеріал спостерігається зниження концентрації основної речовини внаслідок активізації процесів термічного розкладання цільового компонента - термодеструкції.

Враховуючи, що найбільш важливими показниками якості хімічних продуктів органічного синтезу є концентрація цільового речовини і хімічна чистота, при виборі методу зневоднення термолабільних продуктів, його технологічних режимів і апаратурного оформлення необхідно враховувати термічну стійкість органічних сполук.

Робота агрегату для зневоднення антибіотиків і кровозамінників відбувається наступним чином (рисунок 1). Після очищення і стерилізації у фільтрі грубого очищення 1 і фільтрі Петроянова 3, а так само нагріву до необхідної температури в паровому і електричному калориферах 4, 5, 6 теплоносій подається в випарну щабель агрегату вентилятором високого тиску 2. Газорозподільний пристрій 7 розташований на стелі випарної камери 8 у районі відцентрового дискового розпилювача, на який подається вихідний розчин.

Згущений в повітряно-випарної камері до вологості 250-300% розчин разом з відпрацьованим теплоносителем надходить у мокрий циклон 9, де сепарується і

подається на диск відцентрового дискового розпилювача сушильної камери. Відпрацьований теплоносій із повітряно-випарної камери викидається в атмосферу.

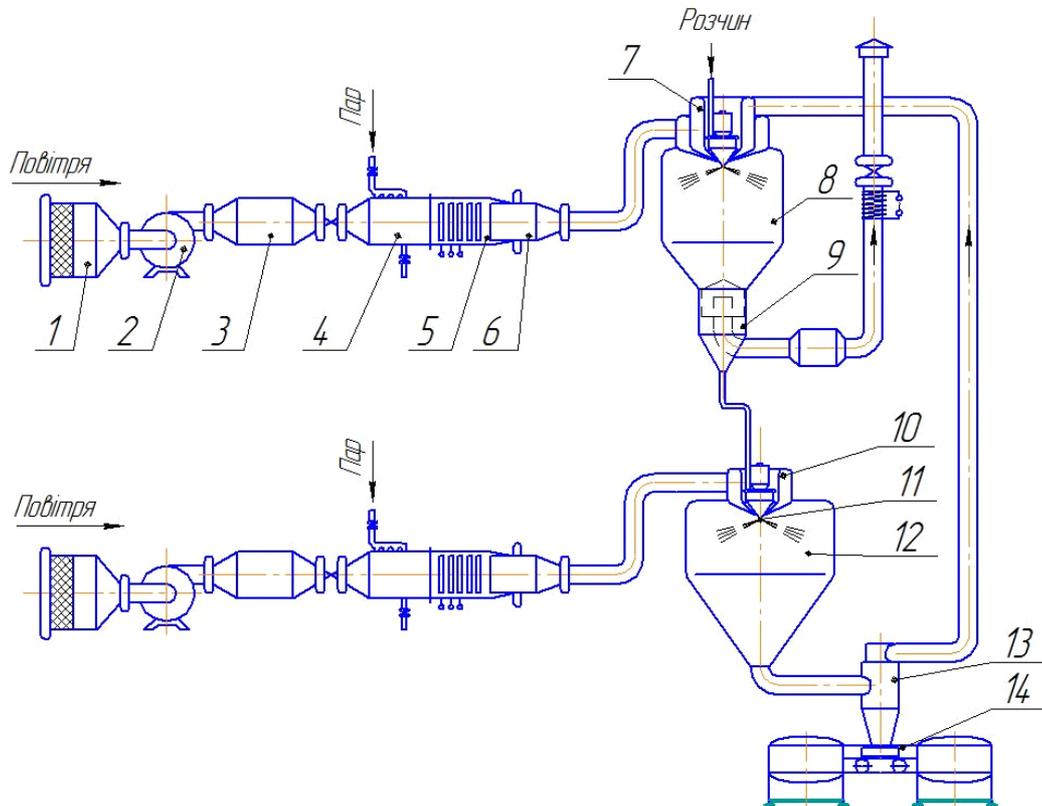


Рисунок 1 - Принципова схема випарно-сушильного агрегату

Метою даної роботи є модернізація розпилюючої сушарки, а саме збільшення її продуктивності і зменшення енерговитрат, шляхом удосконалення її конструкції.

Перелік посилань

1. Скоростная сушка [Текст] : производственное издание / О. А. Кремнев, В. Р. Боровский, А. А. Долинский. - Киев : Гостехиздат, 1987. - 382 с. : ил. - 1.22 р.
2. Лыков М.В., Леончик Б.И. Распылительные сушилки. – М.: Машиностроение, 1978 – 331 с.

СЕКЦІЯ 3

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

УДК 532.137: 666.97

ФОРМУВАННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

студент А.О. Солейко, доц. І.А.Андреєв

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Фібробетон є одним з ефективних будівельних матеріалів, який порівняно з бетоном має більш високу міцність на стиск і розтягання, тріщиностійкість, морозостійкість, опір стиранню, ударо- і вибухостійкість та ін.

Властивості фібробетона, як і будь-яких дисперсноармованих композитів залежать як від характеристик вихідних матеріалів, так і від технологічних факторів. Формування фібробетонних виробів відноситься до нового напрямку промисловості і вимагає подальшого удосконалення.

При традиційному виготовленні у формі фібри безладно орієнтуються в матриці. Відоме використання різних способів підведення вібрації до матеріалу. Перевага віддається зовнішній вібрації через стінки форми, що забезпечує більш високу міцність затверділої композиції.

При формуванні пресуванням необхідно надлишкову воду видаляти під час процесу, а недоліком лиття під тиском є наявність включень повітря, що важко видалити з виробів через присутність фібрової арматури.

Шнекова екструзія забезпечує безупинний процес формування й орієнтацію фібр. Однак, при цьому спостерігається опливання екструдата, яке не можна усунути збільшенням вмісту добавки, що ущільнює, а також повітрявсмоктування, що викликає розширення виробів при їхньому виході з насадки.

Представлені вище способи формування накладають обмеження на обсяг фібр, що може бути включений у композиційний матеріал. Спеціально розроблений для виготовлення фібробетонних виробів метод розпилення – усмоктування дозволяє збільшити кількість дисперсної арматури у матриці. В цьому випадку потік змішаного цементного тіста з відрізками фібр необхідної довжини напилюється на покриту папером перфоровану металеву лицьову

поверхню форми, що висмоктується. Оператор регулює нанесення матеріалу на форму, забезпечуючи необхідну товщину виробу. Надлишкова вода із суміші видаляється вакуумуванням через дно форми, що виконує роль фільтра. При використанні розпилення – усмоктування вдається одержати дуже тонкий шар матеріалу товщиною $(2...3) \cdot 10^3$ м з однорідним розподілом волокна. Спосіб забезпечує довільну двоспрямовану орієнтацію фібр у композиції, придатний для формування широкої номенклатури виробів. Однак, при набризкуванні бетону необхідно збільшувати кількість фібр відносно розрахункового, тому що при влученні на поверхню майже $1/3$ дисперсної арматури відскакує.

При використанні методу роздільного укладання фібр і дрібнозернистого бетону можна використовувати необмежені по довжині фібри. Але, при цьому, істотним недоліком є шаруватість виробів.

Порівняльні випробування, проведені А.Дж. Маджумдаром і Р.У. Нурсом, показали, що найбільша міцність спостерігалася в зразках, виготовлених методом розпилення – всмоктування і екструзії, що можна пояснити, в основному, ефектом орієнтування фібрової арматури.

Перспективним є віброекструзійний спосіб, який дозволяє:

виготовляти полегшені, порівняно з залізобетонними аналогами, будівельні вироби з повною чи частковою заміною металевої арматури фібрами;

орієнтувати фібри у виробах, тобто підвищити ефективність їх використання;

виключити грудкування чи руйнування фібр при змішуванні і формуванні;

підвищити густину кінцевого продукту;

переробляти композиції з низьким водоцементним відношенням;

використовувати будь-який тип фібрової арматури, у тому числі і відходи виробництва.

У подальших дослідженнях планується провести пошукові роботи з метою розширення номенклатури фібробетонних виробів, які можна виготовити віброекструзійним способом.

УДК665.637

ГЕНЕРАТОР ПАРИ СЕРЕДНЬОГО ТИСКУ УСТАНОВКИ ВІСБРЕКІНГУ

студентка Коваль О.С., ст. викл. Гулієнко С.В.,
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Метою роботи є модернізація генератора пари середнього тиску установки вісбрекінгу.

Вісбрекінг - найбільш м'яка форма термічного крекінгу, являє собою процес неглибокого розкладання нафтових залишків (мазутів і гудронів) у відносно м'яких умовах (під тиском 1 - 5 МПа і температурі 430 - 490 С) з метою зниження в'язкості залишків для отримання товарного котельного палива. Процес ендотермічний, здійснюється в рідкій фазі. Можливості вісбрекінга по збільшенню вироблення світлих нафтопродуктів обмежені вимогами до якості одержуваного залишку. Вісбрекінг призначено для поглиблення переробки нафт. Як правило, вісбрекінгу піддають обтяжені сірчисті і високосірчисті гудрони з температурою початку кипіння 500 - 540 ° С. Основною сировиною вісбрекінгу є гудрон. Можлива також переробка важких нафт, мазутів, асфальтів процесу деасфальтизації та інших нафтових залишків.

Мазут - рідкий продукт темно-коричневого кольору, залишок після виділення з нафти або продуктів її вторинної переробки бензинових, газових і газойльових фракцій, що википають до 350-360 ° С. Мазут - суміш вуглеводнів, нафтових смол, асфальтенів, карбенів, карбоїдів і органічних сполук, що містять метали (V, Ni, Fe, Mg, Na, Ca). Фізично-хімічні властивості мазуту залежать від хімічного складу початкової нафти і ступеня відгону фракцій дистилатів і характеризуються наступними даними: в'язкість 8-80 мм² / с (при 100 ° С), густина 0,89-1 г/см³ (при 20 ° С), вміст S 0,5-3,5%, золи до 0,3%, нижча теплота згоряння 39,4-40,7 МДж / кг.

Дуже довго мазут вважався непотрібним відходом перегонки нафти. Потім його почали використовувати як паливо. А пізніше з нього шляхом подальшої перегонки навчилися виділяти бензинові, газові й масляні фракції. Для виділення з мазуту масляних фракцій необхідна досить висока температура – до 400–500°C, при якій масла починають розкладатися. Щоб уникнути цього, перегонку мазуту проводять у вакуумних установках при тиску 8–18,6 кПа. В умовах вакууму рідини киплять при нижчій, ніж в нормальних умовах, температурі. Щоб виділити масляні фракції у вакуумі, досить підігріти мазут (або нафту) до 300–400°C. Після виділення з мазуту масел залишається гудрон. Найбільш важкі масла, що містяться в ньому, видобуваються потім за допомогою розчинників, а залишок переробляють для отримання дорожніх та інших бітумів.

Мазут застосовують в якості палива для парових котлів, котельних установок і промислових печей. Вихід мазуту складає близько 50% по масі в розрахунку на вихідну нафту. У зв'язку з необхідністю поглиблення її переробки мазут у всі більшому масштабі піддають подальшій переробці, відганяючи під вакуумом дистиляти, википають в межах 350-420, 350-460, 350-500 і 420-500 ° С. Вакуумні дистиляти застосовують як сировину для отримання моторних палив і дистилятних мастильних масел. Залишок вакуумної перегонки мазуту використовують для переробки на установках термічного крекінгу і коксування, у виробництві залишкових мастил і бітуму.

В процесах вісбрекінгу утворюється значна кількість продуктів з високими температурами. З метою зменшення енерговитрат на виробництво цю теплоту доцільно утилізувати. Зокрема, одним з шляхів утилізації є генерація пари середнього тиску. Для даних потреб, у нашому випадку необхідний генератор середнього тиску установки вісбрекінгу.

УДК 66.047.69

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА УСТАНОВКИ ВІСБРЕКІНГУ

студентка Крошко В.В., ст. викл. Гулієнко С.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Метою роботи є вдосконалення теплообмінного апарата для підігріву рідкого палива установки вісбрекінгу шляхом внесення в його будову конструктивних змін для покращення його ефективності та надійності.

Котельні палива, рідкі суміші важких продуктів переробки нафтових фракцій, а також продукти напівкоксування горючих сланців і кам'яного вугілля; використовуються в якості палив для стаціонарних (ГЕС і ТЕЦ) і транспортних (суднових) котельних установок, полум'яних пром. і побутових печей. Розрізняють наступні види котельних палив: нафтові мазути; сланцеві та вугільні мазути; важкі нафти. Найбільш поширені нафтові мазути.

Мазут - суміш вуглеводнів, нафтових смол, асфальтенів, карбенів, карбоїдів і органічні з'єднання, містять метали (V, Ni, Fe, Mg, Na, Ca). Фізико-хімічні властивості мазуту залежать від хімічного складу початкової нафти і ступеня відгону фракцій дистилатів.

Мазут застосовують в якості палива для парових котлів, котельних установок і промислових печей. Вихід мазуту становить близько 50% за масою в розрахунку на вихідну нафту.

Основні споживачі мазуту - промисловість і житлово-комунальне господарство.

З мазуту шляхом додаткової перегонки отримують мастила для мастила різних механізмів. Перегонку ведуть під зменшеним тиском, щоб знизити температуру кипіння вуглеводнів й уникнути розкладання їх при нагріванні.

Вісбрекінг - найбільш м'яка форма термічного крекінгу, являє собою процес неглибокого розкладання нафтових залишків (мазутів і гудронів) у відносно

м'яких умовах (під тиском до 5 МПа і температурі 430-490 В° С) з метою зниження в'язкості залишків для отримання з них товарного котельного палива. Процес ендотермічний, здійснюється в рідкій фазі. Ступінь перетворення сировини в цьому процесі мінімальна, відбір світлих нафтопродуктів з гудрону не перевищує 5-20%, а з мазуту - 16-22%.

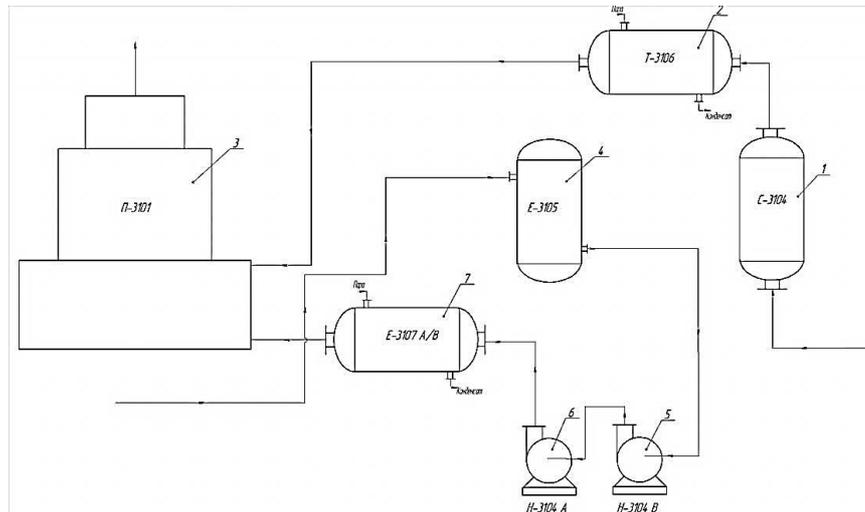


Рисунок 1 – Технологічна схема установки вісбрекінгу. Блок підготовки палива

Паливний газ надходить з мережі заводу в сепаратор паливного газу 1 з температурою 10 - 40 °С і тиском 0,4 МПа. Сепаратор 1 призначений для відділення паливного газу від крапельної рідини. З сепаратора 1 паливний газ через паровий підігрівач 2 і фільтри подається до пальників печі. Рідке паливо з мережі заводу надходить в видаткову ємність палива 4.

З 4 рідке паливо (витратне кількість і рециркуляція) паливними насосами через паровий підігрівач 7 і фільтри подається в колектор рідкого палива печі 3.

Передбачена можливість використовувати в якості палива печі топковий мазут, одержуваний у вузлі змішування. У цьому випадку частина топкового мазуту насосами 5, 6 направляється в ємність 4.

УДК665.637

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОГО НАГРІВАННЯ ГУДРОНУ УСТАНОВКИ ВІСБРЕКІНГУ

студентка Воробей Н.Г., ст. викл. Гулієнко С.В.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Метою роботи є модернізація теплообмінника для попереднього нагрівання гудрону установки вісбрекінгу.

Мазут - рідкий продукт темно-коричневого кольору, залишок після виділення з нафти або продуктів її вторинної переробки бензинових, гасових і газойльових фракцій, що википають до 350-360 °С. Мазут – це суміш вуглеводнів, нафтових смол, асфальтенів, карбенів, карбоїдів і органічних сполук, що містять метали (V, Ni, Fe, Mg, Na, Ca). Фізико-хімічні властивості мазуту залежать від хімічного складу початкової нафти і ступеня відгону фракцій дистилятів. Хоча в природі це вважається шкідлива речовина, без мазуту неможна уявити сучасного повноцінного життя, адже він застосовується як паливо для парових казанів, промислових печей, для виробництва флотського мазуту, важкого моторного палива, для крейцкопфних дизелів і бункерного палива. Також мазут широко застосовується і в житлово-комунальному господарстві.

Вихід мазуту складає близько 50% по масі з розрахунку на вихідну нафту. У зв'язку з необхідністю поглиблення її подальшої переробки, мазут у все більшому масштабі піддають подальшій переробці, відганяючи під вакуумом дистиляти, які википають в межах 350-420, 350-460, 350-500 і 420-500 °С. Вакуумні дистиляти застосовують як сировину для отримання моторних палив в процесах каталітичного крекінгу, гідрокрекінгу і дистилятів мастильних масел. Залишок вакуумної перегонки мазуту використовують для переробки на установках термічного крекінгу і коксування, у виробництві залишкових змащувальних масел і гудрону, потім переробляється на бітум.

Мазут є сумішшю великої кількості різних компонентів, серед яких є деякі органічні сполуки, нафтові смоли, карбени, вуглеводні з молекулярною масою 400-1000 г / моль. Консистенція мазуту рідка, а колір темно -коричневий.

З мазуту шляхом додаткової перегонки одержують мастила для змащення різних механізмів. Перегонку ведуть під зменшеним тиском, щоб знизити температуру кипіння вуглеводнів і уникнути розкладання їх при нагріванні. Після перегонки мазуту залишається нелетка темна маса - гудрон, що йде на асфальтування вулиць.

Крім цього, якщо раніше мазут використовувався як сировина установок термічного крекінгу, то на сьогоднішній день він застосовується і в якості сировини установок гідрокрекінгу і каталітичного крекінгу.

Установка вісбрекінгу з вакуумним блоком призначена для зниження в'язкості сировини - гудрону з установок вакуумної перегонки за рахунок процесу термічного крекінгу в м'яких умовах. Це відбувається так: гудрон надходить до межі установки вісбрекінгу в ємність, яка грає роль буферної, забезпечуючи необхідний запас гудрону для рівномірної його подачі в піч вісбрекінгу. Із ємності, в якій знаходиться сировина, гудрон подається в піч, попередньо нагріваючись в ряді кожухотрубних теплообмінників за рахунок утилізації тепла потоку вісбрекінг-залишку, що виводиться з вакуумної колони. Зниження в'язкості дозволяє зменшити кількість високоякісних дистилатів, яке необхідно додавати до вісбрекінг-залишку для одержання товарного продукту - мазуту М 100.

Крім того, на установці вісбрекінгу виробляють легкий і важкий вакуумні газойлі - сировина установки каталітичного крекінгу.

УДК 66.02

МОДЕРНІЗАЦІЯ АПАРАТА ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ПАРИ АМІАКУ В ХОЛОДИЛЬНІЙ УСТАНОВЦІ

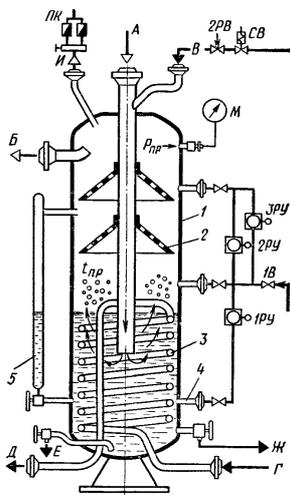
студент Сеген Я.К., доц. Ракицький В.Л.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

В аміачних холодильних машинах та установках, що працюють по схемі двоступеневого стискування [1 – 4] для охолодження пари холодильного агента перед другою ступінню компресора та переохолодження рідини після конденсатора використовують теплообмінні апарати – так звані проміжні посудини (умовне позначення ПСз: П – проміжна; С – посудина; з – зі змійовиком). Вони є також ємностями, що поменшують нерівномірність нагнітання пари першою ступінню та всмоктування пари другою ступінню компресора.

Проміжні посудини [2 – 4] марки ПСз являють собою зварну вертикальну циліндричну посудину зі штуцерами та патрубками для підведення та відведення холодильного агента, приєднання урівнюючих ліній та приладів автоматики, запобіжного клапана, манометрів (рисунок 1).



1– кожух; 2– відбійник рідини; 3– змійовик переохолодження аміаку; 4– патрубки (3 шт.) для під'єднання колонки з реле рівня; 5– показник рівня; А– пара від компресора першого ступеня; Б– пара до компресора другого ступеня; В– рідкий аміак для охолодження; Г– аміак з конденсатора; Д– до 1РВ і далі в випарник; Е– випуск масла; Ж– впуск аміаку; И– до запобіжних клапанів

Рисунок 1 – Проміжна посудина типу ПСз

Поступаюча пара аміаку А барботує через рідкий аміак, який надходить в посудину через патрубок В після дроселювання в 2РВ до проміжного тиску $p_{пр}$. Аміак кипить при температурі $t_{пр}$, відповідно до тиску $p_{пр}$, охолоджуючи гарячу пару. Тут застосовують контактний спосіб охолодження пари, тобто безпосередній контакт між ним і рідиною. Охолоджена і утворена пара відсмоктується компресором другого ступеня (Б). Відбійники 2 в кожусі 1 перешкоджають виносу крапель рідкого аміаку.

До патрубків 4 під'єднується колонка з реле, яка підтримує рівень в посудині, відкриваючи й закриваючи соленоїдний вентиль СВ на лінії подачі рідини, а 2РУ і 3РУ слугують для аварійного відключення компресора другого ступеня в разі переповнення посудини. По обмерзанню сталеві трубки 5 можна судити про рівень рідкого аміаку.

Недоліком даної конструкції є погане барботування пари через рідкий аміак. Тому було запропоновано змінити центральну трубу таким чином, щоб покращити контакт пари з рідиною.

Перелік посилань:

1. Пат. №59607 Україна МПК (2006.01) F25B 1/10. Двоступінчаста холодильна машина / Багмет К.С., Мікульонок І.О., Ракицький В.Л. – заявка № u 2010 12723; заявл. 27.10.2010; опубл. 25.05.2011, Бюл.№10.
2. Еркін А.П. Устройство и эксплуатация холодильных установок. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 312 с.
3. Канторович В.И., Гиль И.М. Устройство, монтаж и ремонт холодильных установок. – М.: Агропромиздат, 1985. – 320 с.
4. Холодильные машины / Под ред. Л. С. Тимофеевского. – СПб.: Политехника. 1997. – 992 с.

УДК 66.045

ЗАСТОСУВАННЯ КОЖУХОТРУБНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ В ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА ПРОГРАФІЧЕНОЇ ТКАНИНИ

студент А.М.Беца, доц.. І.А.Андрєєв

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Прографічена тканина знаходить широке застосування в виробництві теплозахисних оболонок, автомобіле- та суднобудівної техніки, в медичній промисловості та інших галузях виробництва. Для забезпечення високої якості продукції, що виробляється з цієї тканини, існують жорсткі вимоги до первинної сировини: практично повна відсутність будь-яких масел та жирів. Тому вихідна тканина дуже ретельно промивається в ацетоні, а потім сушиться в спеціальних парових сушарках. При цьому утворюється велика кількість ацетоно-повітряної суміші, яка здатна завдати значної шкоди оточуючому середовищу. Тому на спеціальній ділянці проводиться рекуперація ацетону, при якій широко використовуються стандартні кожухотрубні теплообмінники у якості конденсаторів рекуперата, випарника і підігрівача.

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.

Запатентовано ряд апаратів, де колектори теплоносіїв трубного простору розташовані всередині кожуха апарата (патенти України на корисну модель №№ 30468 U, 42584 U) або теплообмінник споряджений декількома вихідними

патрубками теплоносіїв міжтрубного простору (патенти US 2013/0199216 A1, EP 2562506 A1).

Ефективність процесу тепловіддачі пропонується підвищити за рахунок розташування спеціальних турбулізаторів (патенти України на корисну модель №№ 1083 U, 1889 U, 41616 U, 46758 U, 53833 U, 54305 U, № 74177 U, 79992 U), ліквідації застійних зон (патенти України на корисну модель №№ 46151 U, 54463 U), зовнішнього оребрення труб (патент України на корисну модель № 932 U), збільшення поверхні теплообміну (патенти України на корисну модель №№ 1594 U, 52146 U), удосконалення форми відбійника (патент України на корисну модель № 53448 U), перерозподілу потоку теплоносія (патент України на корисну модель № 59752 U).

Удосконалення конструкції кожухотрубних теплообмінників здійснюють модернізацією ущільнювального вузла поздовжньої перегородки апарата (патент України на корисну модель № 1676 U), зменшенням гідравлічного опору (патенти України на корисну модель №№ 30468 U, 44009 U, 53447 U, 69404U),

Зменшення матеріалоємності теплообмінників виконують за рахунок конструктивних змін (патент України на корисну модель №№ 26908 U, 28583 U, 79114 U)

Елементи теплообмінних апаратів пропонується виконувати не з традиційних матеріалів: трубки – з органічного скла (патент України на корисну модель № 36380 U), кожух – з гнучкого матеріалу (патенти України на корисну модель №№ 28583 U, 79114 U).

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

УДК622.691-4

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОВІТРЯНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА УСТАНОВКИ ГАЗОФРАКЦІОНУВАННЯ

студент Василько О.С., доц. Дуда Б.І.
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Газофракціонування - отримання індивідуальних легких вуглеводнів або вуглеводневих фракцій високої чистоти з нафтозаводських газів. Газофракціонуюча установка(ГФУ) - комплекс пристроїв для розділення суміші легких вуглеводнів на індивідуальні або технічно чисті речовини.

Опис технологічного процесу зображено на рисунку 1.

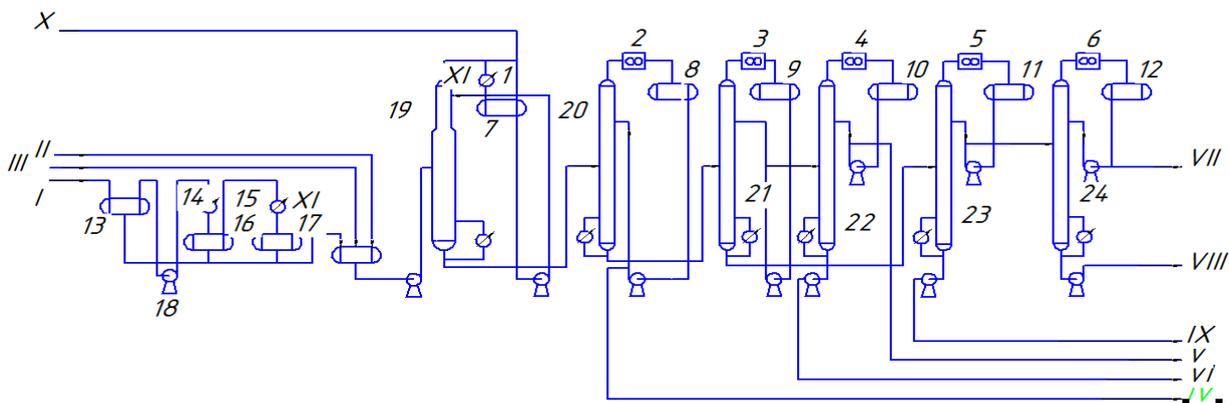


Рисунок 1 - Технологічна схема установки
конденсаційно-компресорного типу.

На установку подається газ прямої перегонки, який через сепаратор 13 подається на стиснення компресором 18. Стиснений і нагрітий при цьому газ охолоджується і конденсується у водяному 14 та аміачному 15 конденсаторах – холодильниках. Після кожного ступеня конденсації газорідинна суміш в сепараторах 16 і 17 розділяється на газ та рідину. Газові конденсати з сепараторів 13, 16 та 17 змішуються з головними фракціями стабілізації установок первинної перегонки і каталітичного риформінгу і подаються на блок ректифікації.

В блоці ректифікації в колоні 19 із сировини відділяється метан і етан. Дистильований продукт колони – метан і етан з домішкою пропану – частково конденсується в аміачному конденсаторі – холодильнику 1, при цьому рідка фаза використовується в якості зрошення, а газова виводиться з установки. Кубовий

продукт колони 19 – деетанізована фракція – надходить у ратифікаційну колону 20, де розділяється на пропанову фракцію та суміш вуглеводів C_4 і вище. Пропанова фракція очищується від забруднюючих сполук і виводиться з установки, а кубовий продукт колони 20 направляється на подальше розфрекціювання в колону 21, де виділяється суміш бутана та ізобутана, яка направляється в колону 22 для розділення на ізобутан та *n*-бутан. Кубовий продукт 21 – легкий бензин – подається в колону 23, де виділяється суміш пентану, а у вигляді кубового – C_6 і вище. Суміш пентанів в колоні 24 розділяється на *n*-пентан та ізопентан. На виходах з колон 20-24 як правило установлюють повітряні холодильники.

Метою є удосконалення повітряного холодильника в установці газофракціювання, підвищення його ефективності, обґрунтування прийнятих технологічних рішень з урахуванням сучасних світових тенденцій. Повітряний холодильник відносять до хімічної промисловості і використовується для охолодження рідкої суміші повітрям.

Здачами роботи є:

- обґрунтування модернізації конструкції відповідного обладнання з урахуванням сучасних світових тенденцій та виконання розрахунків, які підтверджують працездатність та економічну доцільність запропонованої модернізації;

- обґрунтування вибору матеріалів для виготовлення всіх конструктивних елементів апарата;

- розрахунки, що підтверджують працездатність апарата;

- виконання креслень технологічних схем, складання креслень апарата та їх складальних одиниць і деталей;

- техніко-економічне обґрунтування запропонованої модернізації.

Перелік посилань:

1.Справочник нефтепереработчика / Г.А. Ластовкин, Е.Д. Радченко, М.Г.Рудина.-Л. :Химия, 1986.-648.,ил.

УДК 665.63 (078.8)

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА КАТАЛІТИЧНОГО КРЕКІНГУ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ ПАРОГЕНЕРАТОРА

студент Лагодюк В.В., доц. Дуда Б.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В сучасних умовах розвитку промисловості все більш гостро постає потреба у високоякісному паливі, що в свою чергу тягне за собою необхідність у впровадженні нових технічних рішень або модернізації вже існуючих технологій у сфері нафтопереробки. Каталітичний крекінг представляє собою переробка вуглеводнів, нафтових фракцій, в присутності каталізаторів при якій молекули важких вуглеводів розщеплюються на простіші. Продуктами каталітичного крекінгу є бензин, газойль, газ і кокс. Найкращий крекінг-бензин виходить при переробці нафтової сировини.

Технологічна схема каталітичного крекінгу представлена на рисунку 1.

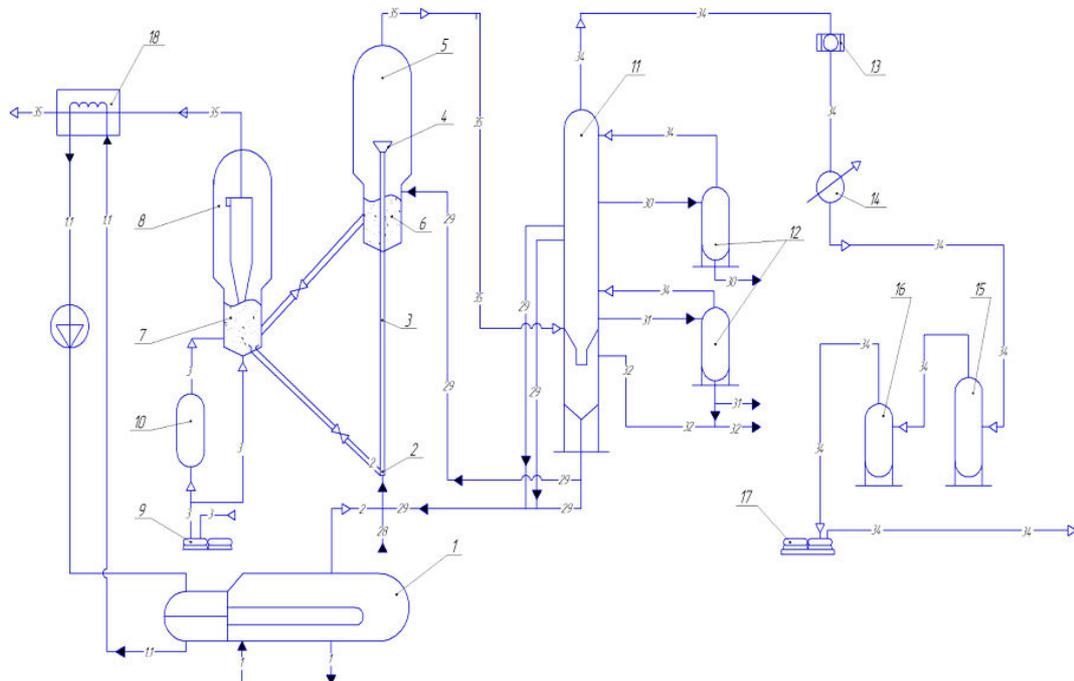


Рисунок 1.1 – Технологічна схема каталітичного крекінгу

Гідроочищена сировина після нагріву в теплообмінниках і печі змішується з рециркулятором, водяною парою, яка поступає з кип'ятильника і вводиться у вузол змішування прямого ліфт-реактора. Контактуючи з гарячим

регенерованим цеолітоскладаючим каталізатором, сировина випаровується, піддається крекінгу в прямоточному ліфт-реакторі і далі поступає в зону форсованого кип'ячого шару, призначену для формування якості продуктів. Газокаталізаторна суміш поступає в відстійну зону реактора, де основна маса каталізатора відділяється від нафтових парів. Останні проходять двохступінчасті внутрішні циклони і поступають в ректифікаційну колону.

Ректифікаційна колона розділяє каталізатор на необхідні цільові і проміжні продукти. В нижній частині пара і нафтопродукти відмиваються від залишкового каталізаторного пилу і відбувається часткова конденсація фракції.

Боковими потоками через відпарні колони виводяться фракції. З верху колони виводиться суміш парів, жирного газу, бензину та води, яка проходить конденсатори-холодильники, водний холодильник і поступає в газосепаратор де вона розділяється. Водяний конденсат після очистки від сірних і азотних з'єднань виводиться з установки.

Мета роботи: спроектувати модернізовану установку каталітичного крекінгу з розробкою парогенератора.

Завданнями роботи є:

- обґрунтування модернізації конструкції відповідного обладнання з урахуванням сучасних світових тенденцій та виконання розрахунків, які підтверджують працездатність та економічну доцільність запропонованої модернізації;

- надання рекомендацій з охорони праці при монтажі, експлуатації та ремонті апарату;

- техніко-економічне обґрунтування запропонованої модернізації;

Перелік посилань:

1. Соколов Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков В.Н. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1987. – 576 с. Р.С. Химическая технология. Учебное пособие для вузов, том 1. Москва 2000 г.

УДК 66.047.69

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА УСТАНОВКИ ВІСБРЕКІНГУ

студент Маруненко Н.О., ст. викл. Гулієнко С.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Метою роботи, результати якої публікуються, є удосконалення теплообмінника для підігріву топливного газу установки вісбрекінгу.

Топкові мазути являють собою одну з основних різновидів важкого рідкого палива, що включає також флотський мазут і мазут - паливо мартенівських печей (пічне паливо). Котельні палива застосовують в стаціонарних парових котлах, в промислових печах. Важкі моторні та суднові палива використовують в суднових енергетичних установках.

Використовується мазут на залізничному транспорті, у хімічній промисловості як сировина й в інших галузях народного господарства, а також для забезпечення населення, дрібних комунально-побутових і сільськогосподарських підприємств. Найважливішими характеристиками мазуту є теплота згорання, в'язкість, температура застигання, щільність, температура спалаху, зольність, вміст сірки й інших домішок. Основним показником якості мазуту при його маркіруванні є в'язкість, що визначає умови заповнення і зливу з ємкостей, транспортування по трубопроводах, подавання в топковий простір печей й т. ін. В'язкість мазуту залежить від температури, щільності, смолистості

Топкові мазути, як і інші види рідкого нафтового палива, отримують на нафтопереробних заводах або в процесі перегонки нафти, або при високотемпературної переробки її проміжних фракцій (крекінг - процесі). За способом виробництва розрізняють прямогонні мазути і крекінг-мазути. Оскільки запаси сирової нафти обмежені, все більшого значення набувають вторинні процеси нафтопереробки, зокрема для отримання мазуту – процес вісбрекінгу.

Вісбрекінг - особливий різновид термічного крекінгу, термодеструктивний процес перетворення важкого нафтової сировини в рідкі, газоподібні і тверді

продукти. Сировиною процесу є, головним чином, гудрони, напівгудрони і мазути. Ці нафтові залишки характеризуються складним хімічним складом і агрегатним станом окремих компонентів, будовою, властивостями та розмірами часток структурних утворень, рівнем молекулярної взаємодії в системі.

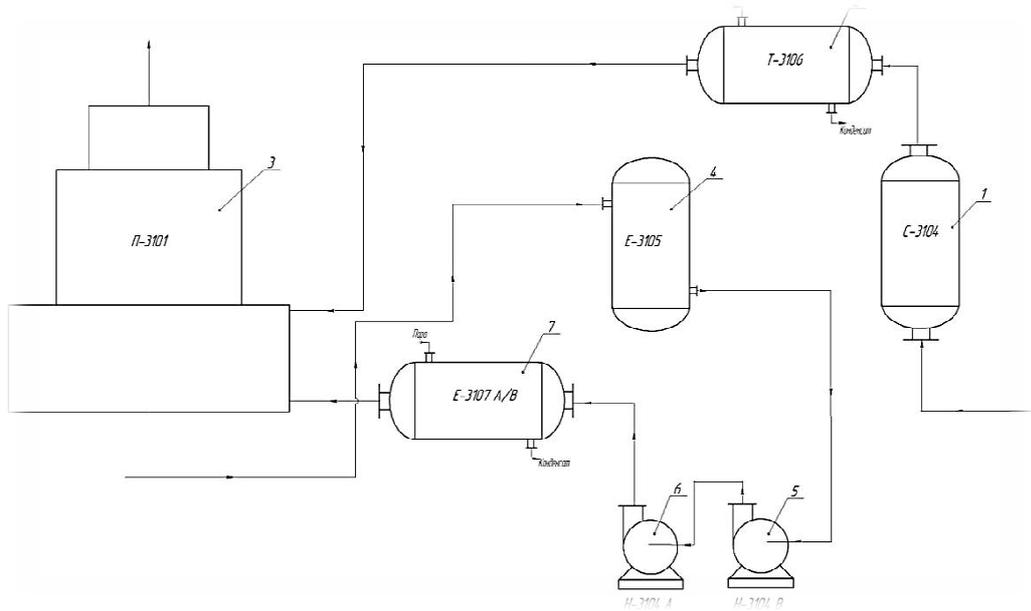


Рисунок 1 – Технологічна схема установки вісбрекінгу. Блок підготовки палива

Паливний газ надходить з мережі заводу в сепаратор паливного газу 1 з температурою 10 - 40 °С і тиском 0,4 МПа. Сепаратор 1 призначений для відділення паливного газу від крапельної рідини. З сепаратора 1 паливний газ через паровий підігрівач 2 і фільтри подається до пальників печі 3. Рідке паливо з мережі заводу надходить в видаткову ємність палива 4.

З ємності 4 рідке паливо (витратне кількість і рециркуляція) паливними насосами 5 і 6 через паровий підігрівач 7 і фільтри подається в колектор рідкого палива печі 3.

Передбачена можливість використовувати в якості палива печі топковий мазут, одержуваний у вузлі змішування. У цьому випадку частина топкового мазуту насосами 5 і 6 направляється в ємність 4.

УДК 681.181

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА УСТАНОВКИ ГАЗОФРАКЦІЮВАННЯ

студент Овчарук І.І., доц. Дуда Б.І.

Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Газофракціювання - отримання індивідуальних легких вуглеводнів або вуглеводневих фракцій високої чистоти з нафтозаводських газів. Газофракційні установки (ГФУ) - комплекс пристроїв для розділення суміші легких вуглеводнів на індивідуальні або технічно чисті речовини, такі як етан, пентан, бутан, пропан та інші, в залежності від складу початкового газу.

Опис технологічного процесу зображено на рисунку 1.

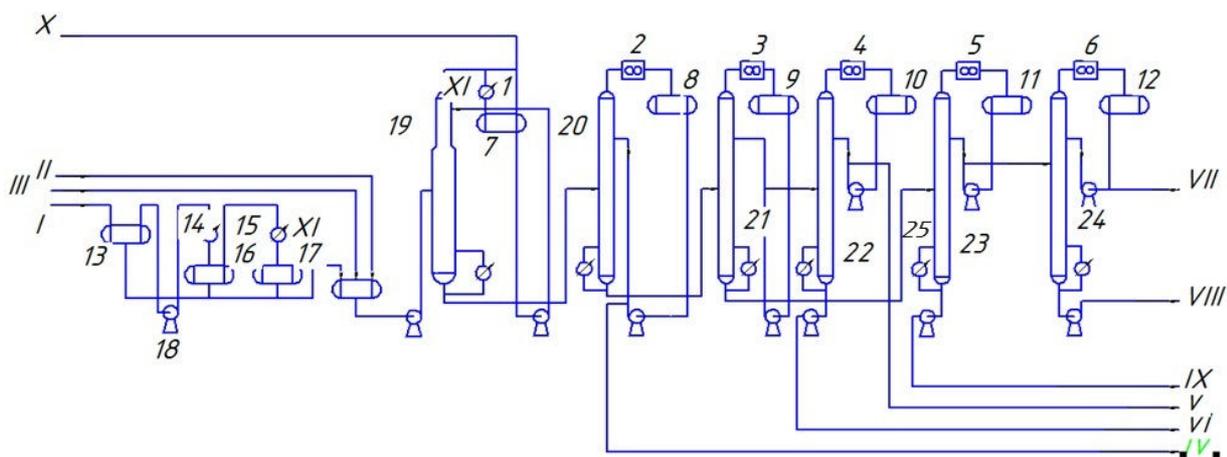


Рисунок 1 – Технологічна схема установки конденсаційно-компресорного типу.

Метою є удосконалення парогенератора 25, призначеного для генерування перегрітої пари пентанової фракції в установці газофракціювання, підвищення його ефективності, обґрунтування прийнятих технологічних рішень з урахуванням сучасних світових тенденцій. Парогенератор – це агрегат, в якому реалізується процес вироблення пари. Внутрішній тиск у парогенераторі, як правило, вищий за атмосферний. Джерелом тепла можуть бути газоподібні, рідкі або тверді технологічні продукти. Парогенератор може працювати і без зовнішнього джерела тепла, за рахунок тепла перегрітої рідини під тиском, при зниженні тиску.

На установку подається газ, який через сепаратор 13 подається на компресор 18. Стиснений і нагрітий газ охолоджується і конденсується у водяному 14 та аміачному 15 холодильниках. Після кожного ступеня конденсації газорідинна суміш в сепараторах 16 і 17 розділяється на газ та рідину. Газові конденсати з сепараторів 13, 16 та 17 змішуються з головними фракціями стабілізації установок первинної перегонки і каталітичного риформінгу і подаються на блок ректифікації.

В блоці ректифікації в колоні 19 із сировини відділяється метан і етан. Дистильований продукт колони, з домішкою пропану – частково конденсується в холодильнику 1, при цьому рідка фаза залишається, а газова виводиться з установки. Кубовий продукт колони 19 надходить у ратифікаційну колону 20, де розділяється на пропанову фракцію та суміш вуглеводів C_4 і вище. Пропанова фракція очищується від забруднюючих сполук і виводиться з установки, а кубовий продукт колони 20 направляється в колону 21, де виділяється суміш бутана та ізобутана, яка надходить в колону 22 для розділення на ізобутан та *n*-бутан. Кубовий продукт 21 подається в колону 23, де виділяється суміш пентану, а у вигляді кубового – C_6 і вище. Перегріта пара пентанової фракції генерується в парогенераторі 25, який власне потрібно модернізувати. Суміш пентанів в колоні 24 розділяється на *n*-пентан та ізопентан.

Здачами роботи є: обґрунтування модернізації конструкції та виконання розрахунків, які підтверджують працездатність та економічну доцільність запропонованої модернізації; обґрунтування вибору матеріалів; виконання креслень технологічних схем, креслень апарата та їх складальних одиниць і деталей.

Перелік посилань:

1. Справочник нефтереработчика / Под ред. Г. А. Ластовкина, Е. Д. Радченкои М. Г. Рудина. – Л.: Химия, 1986. – 648 с., ил.
2. <http://artpb.ru/files/debutan.pdf> від 10.10.13

УДК 62–758.364

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВОГНЕЗАТРИМУВАЧА

студент Мартиненко Я.М., доц. Андреев І.А.
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

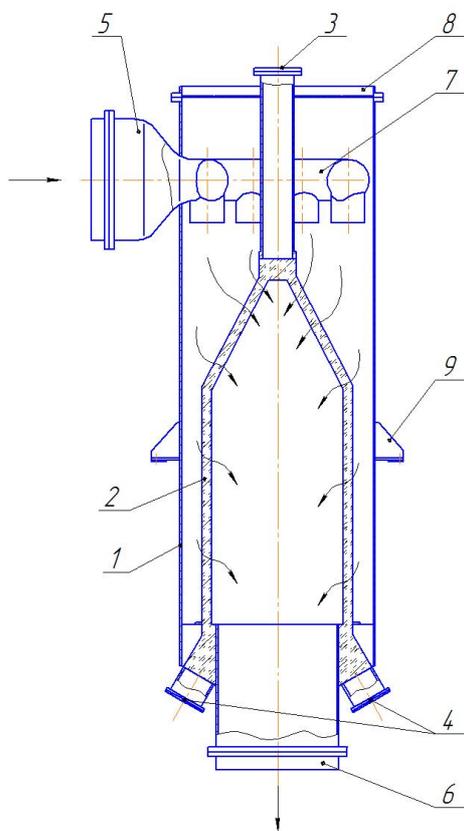
Вогнезатримувачі є найбільш розповсюдженими в газовій, металургійній та інших галузях промисловості, де при утворенні вибухонебезпечних сумішей необхідно забезпечити безпечну експлуатацію обладнання, зокрема, запобігти розповсюдженню полум'я по газоходах.

В процесі рекуперації парів ацетону ацетоноповітряна суміш, яка утворюється в процесі сушки відмитого в ацетоні матеріалу, перед тим як потрапить на установку, проходить вогнезатримувач. Апарат працює в агресивних умовах, тому для виготовлення його складових частин і деталей використовуються корозійностійкі матеріали. Виходячи з умов монтажу в технологічній схемі застосовується вертикальний циліндричний апарат, всередині якого встановлена корзина, що складається з каркаса. На каркасі кріпляться сітки, а в кільцевий зазор, утворений з сіток, засипається гравій.

Недоліком вогнезатримувача, який застосовується в процесі є швидке спрацьовування вогнезатримуючого матеріалу в місці подачі вогненебезпечної газової суміші. Через це авторами був запропонований апарат, в якому забезпечується підвищення терміну придатності вогнезатримуючого матеріалу. Для цього всередині верхньої частини корпусу запропонованого вогнезатримувача встановлений кільцевий колектор газової суміші, який забезпечує одночасну подачу потоку газової суміші у кільцевий простір між корпусом та вогнезатримуючим елементом і рівномірний розподіл цієї вогненебезпечної суміші навкруги вогнезатримуючого елемента [1].

Вогнезатримувач працює таким чином в разі виникнення пожежі (див. рисунок).

У верхню частину корпусу 1 через штуцер 3 при закритих штуцерах 4 завантажують вогнеперешкоджаючий матеріал. Через штуцер 5 подається вогнебезпечна газова суміш, яка за допомогою кільцевого колектора 7 рівномірно розподіляється всередині апарата, як показано на фіг. Суміш проходить через шар вогнеперешкоджаючого матеріалу, де відбувається гасіння полум'я та часткове охолодження газу, і відводиться через штуцер 6. У разі закінчення терміну придатності вогнезатримуючого матеріалу перекривають подачу газової суміші, вивантажують відпрацьований матеріал через штуцери 4, а далі засипають новий через штуцер 3, попередньо закривши штуцери 4.



Застосування пропонованого вогнезатримувача, нескладного у виготовленні та зручного в експлуатації, збільшує термін застосування вогнезатримуючого матеріалу і підвищує ефективність апарата.

1 – корпус; 2 – вогнезатримуючий елемент; 3 - 6 – штуцери; 7 – колектор;
8 – кришка; 9 – опори

Рисунок 1 – Вогнезатримувач

Перелік посилань:

1. Заявка на патент України. МПК (2013.01) А62С 4/00. Вогнезатримувач / Андреев І.А., Мартиненко Я.М.; заявник і патентовласник вони же. — № u201311889; заявл. 09.10.2013.

УДК 532.137: 666.97

ПРОЦЕС ЗМІШУВАННЯ ФІБРОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ

студент Олексієвець А. В., доц. Андреев І. А.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

В процесі змішування фібр з бетоном найбільш складним у технологічному відношенні є рівномірне введення по всьому обсязі бетонної матриці необхідної кількості фібр. При використанні традиційних бетонорозчинних змішувачів гравітаційної і примусової дії спостерігається утворення характерних скупчень фібрової арматури у вигляді грудок, що ускладнює подальші операції, а в окремих випадках приводить до дроблення фібр і, в остаточному підсумку, погіршує якість виробів.

Для поліпшення перемішування збільшують водоцементне відношення розчину, додають поверхнево – активні речовини (окис поліетилену, метилцелюлози), дотримують визначеної черговості завантаження компонентів суміші, накладають обмеження на параметри фібрової арматури і час перемішування, покривають волокна спеціальними речовинами, фібри вводять у змішувач за допомогою різного типу спеціальних роздавальників. Однак, проведення згаданих операцій не завжди приводить до очікуваного ефекту.

У результаті добавки фібр, що принципово відрізняються від компонентів бетонної матриці, виникає ряд технологічних проблем. Особливості фібробетонного матеріалу вимагають створення спеціального змішувального устаткування.

В даний час одержала поширення технологія розпилення – усмоктування (spray – suction), при якій цементний розчин з $V / Ц = 0,5 - 0,6$ додається через сито в лійку частини насоса, що розприскує. Відрізки фібр безпосередньо з пристрою, що ріже, ежектуються в потік розчину, де і відбувається процес змішування. Недоліком способу є високий водовміст суміші.

До числа спеціально розроблених змішувачів відносяться також апарати зі спірально-вихровим потоком руху матеріалу, що змішується, в еластичному корпусі, з інерційно – імпульсним механізмом, що забезпечує розбивання грудок і з імпульсним впливом лопат на бетон під час введення фібрової арматури для зниження в'язкості суміші. Ці мішалки розроблені для визначеного типу фібр і характеризуються дискретністю роботи.

Віброперемішування, порівняно зі звичайним змішанням, дозволяє вводити в суміш більше фібрової арматури без її грудкування, істотно диспергує структуру цементного каменю, роздрібнюючи кристалики його новотворів. Збільшується кількість центрів кристалізації, прискорюється процес структуроутворення і росту міцності, скорочується тривалість термовологої обробки бетону, поліпшуються його фізико-механічні показники.

Гарне змішання буде досягатися за умови макрооднорідності суміші, що у віброекструзійній технології забезпечується розподілом і змочуванням фібр у тонкому шарі розчину перед змішуванням. У процесі віброекструзії має місце ламінарне конвективне змішання. Цей тип змішання розглянутий при переробці полімерів, де практично відсутні такі основні механізми змішання, як турбулентність і молекулярна дифузія через високу в'язкість системи.

Порівняльний аналіз процесу ламінарного конвективного змішування при віброекструзії фібробетону показав, що кільцеві і плоскі несиметричні збіжні канали, в яких здійснюється несиметричний плин суміші, забезпечують найкращу якість змішування у всьому об'ємі суміші. В результаті удосконалення способу виробництва фібробетонних виробів були запропоновані нові конструкції віброекструдера, які забезпечують рівномірне розподілення зсувних деформацій у всьому об'ємі фібробетонної суміші в процесі перемішування. За рахунок цього покращується однорідність і якість виробів, які формуються з цієї суміші.

У подальшому планується провести дослідні роботи з метою удосконалення процесу віброекструзійного змішування фібробетонних сумішей.

СЕКЦІЯ 4

«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»

УДК 676.056.42

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРЕСУ ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ

студент Аксьонов І.О., ст. викл. Новохат А.О.

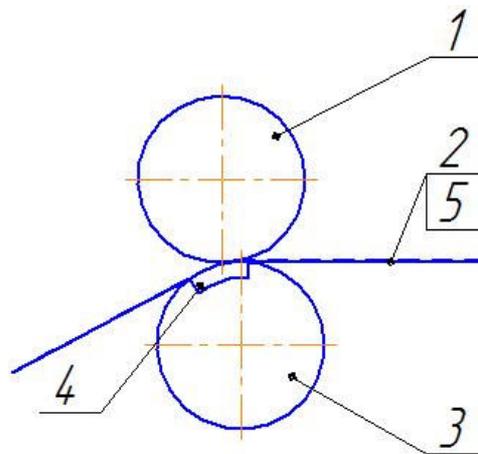
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Целюлозно - паперове виробництво є одним із найбільш енергозатратних. Одним з найбільш раціональних рішень зменшення енергозатрат є модернізація пресів папероробної машини, адже збільшення ступені сухості паперового полотна після пресів на 1% знижує енергозатрати в сушильній частині на 5% [1].

Аналіз літературних джерел показав, що існують такі типи пресів папероробної машини: звичайний двухвальний прес з гладкими, гранітними, гумованими чи стонітовими валами, башмачний прес з розширеною зоною пресування, відсмоктуючий, поворотний, гарячий, жолобчатий прес, з глухими отворами, офсетний, клеїльний та ін. [1].

На рисунку 1 показана конструкція пресу до модернізації

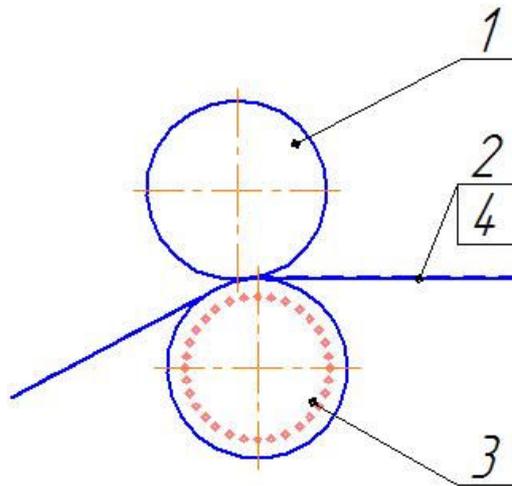


1 – верхній вал; 2 – сукно; 3 – нижній відсмоктуючий вал; 4 – відсмоктуюча камера; 5 – паперове полотно.

Рисунок 1 – Схема пресу, що підлягає модернізації

Прес складається з двох валів: верхнього гранітного та нижнього відсмоктуючого. Між ними на пресовому сукні проходить паперове полотно. Перевагою такої конструкції є висока інтенсивність процесу зневоднення. До недоліків можна відвести складність конструкції та її експлуатації, недовговічність та високі енергозатрати. [2].

Модернізація пресу полягає в заміні відсмоктуючого валу на вал з глухими отворами (Рисунок 2). Відпресована вода потрапляє в отвори на поверхні валу та відводиться з зони пресування, мінімізуючи зворотне зволоження полотна вологою з сукна.



1 – верхній вал; 2 – сукно; 3 – нижній вал з глухими отворами; 4 – паперове полотно.

Рисунок 2 – Схема першого пресу після модернізації

Заміна відсмоктуючого валу на вал з глухими отворами призводить до зменшення вартості ремонтних робіт, зниження витрат на установку та експлуатацію, збільшення сухості паперу, рівномірної вологості по ширині паперового полотна, збільшення тиску пресування, а також відсутність затрат на створення вакууму.

Таким чином, вал з глухими отворами має значні переваги. Тому впровадження таких пресів при виробництві паперу є доцільним.

Перелік посилань

1. Чичаев А.А. «Оборудование целлюлозно – бумажного производства» в двух томах. Том 2 «Бумагоделательные машины» - М. «Лесная промышленность» 1981. – 264 с.
2. Эддин И.Я. «Бумагоделательные и отделочные машины» - М. «Лесная промышленность» 1970. – 624 с.

УДК 676.056.42

ЖОЛОБЧАСТИЙ ПРЕС КАРТОНОРОбНОЇ МАШИНИ

студент Гузь К.М., ст. викл. Новохат О.А.

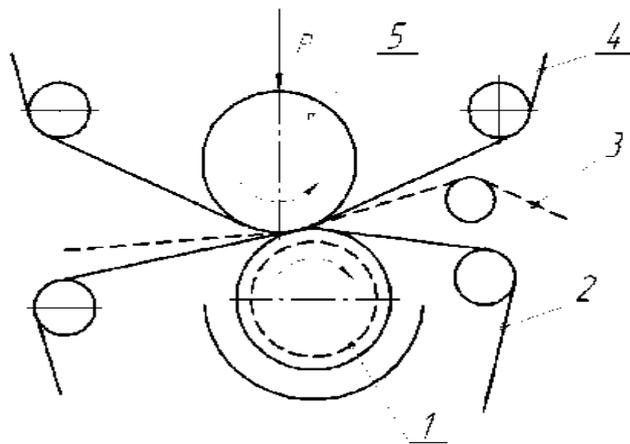
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Після сіткової частини картоноробної машини для більшості видів паперу сухість паперового полотна складає приблизно 20%. Збільшення сухості на пресі на 1% зменшує енергозатрати на 5%. Відповідно модернізація пресової частини картоноробної машини для зменшення енергозатрат є актуальною.

Аналіз конструкцій показав, що найбільш ефективними пресами є гарячий, башмачний, відсмоктуючий та вакуумний. Але на їх встановлення потрібні великі капіталовкладення. Одним з найбільш актуальних рішень для вдосконалення існуючої картоноробної машини є встановлення жолобчастого пресу. Він має такі переваги, як: знижена вартість установки, зменшення експлуатаційних витрат, збільшення сухості паперу, відсутність затрат на утворення вакууму, досягнення рівномірної вологості паперу по ширині, а збільшення тиску пресування не викликає роздавлювання полотна і маркування паперу.

Жолобчастий прес зображений на рисунку 1.



1 – жолобчатий вал; 2, 4 – нижнє та верхнє сукно; 3 – полотно, що пресується; 5 – вал верхній металевий, гумований

Рисунок 1 – Конструкція жолобчатого пресу

Прес з жолобчатим валом має найбільш ефективну і просту конструкцію серед пресів з поперечною фільтрацією. Нижній вал такого пресу може бути виконаний з металевою обичайкою (бронзова або стальна) або з покриттям із поліуретану або гуми. Жолобки прямокутної форми зазвичай нарізаються по спіралі. Їх глибина 2,5 мм, а ширина 0,5 мм. Крок між жолобками становить 3 мм.

У процесі пресування полотна віджата волога переміщується поперек сукна до найближчих жолобків, долаючи шлях не більше 1,5 мм. Це в декілька разів менше, ніж у відсмоктувального преса. Потім вона виводиться в корито під дією відцентрової сили.

Жолобчаті вали працюють при підвищеному лінійному тиску (100...120 кН/м) та мають твердіше покриття, ніж звичайні і відсмоктувальні пресові вали. Їхня основна перевага полягає в тому, що вони відносно прості за конструкцією, надійні в роботі, забезпечують підвищення сухості полотна і його міцності, знижують експлуатаційні витрати.

З метою усунення маркування полотна паперу і картону жолобками вала і підвищенню терміну служби сукон варто застосовувати голкопробивні сукна масою 1...1,4 кг/м² і з вмістом до 50% і більше синтетичних волокон.

Жолобчасті преси можна використовувати в якості другого і наступних пресів при виробітку майже усіх видів паперу і картону, у якості зворотних пресів, а також для зневоднювання сукон після їхнього промивання.

Перелік посилань:

1. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону: Навчальний посібник для вузів. – Київ: ЕКМО, 2002. – 396 с.
2. Чичаев А.А., Оборудование целлюлозно-бумажного производства. (Бумагоделательные машины) / Чичаев А.А. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 264 с.

УДК 676.05

МАШИННИЙ КАЛАНДР КРМ

студентка Кравець Н. В., асистент Улітько Р.М.

Національний технічний університет України

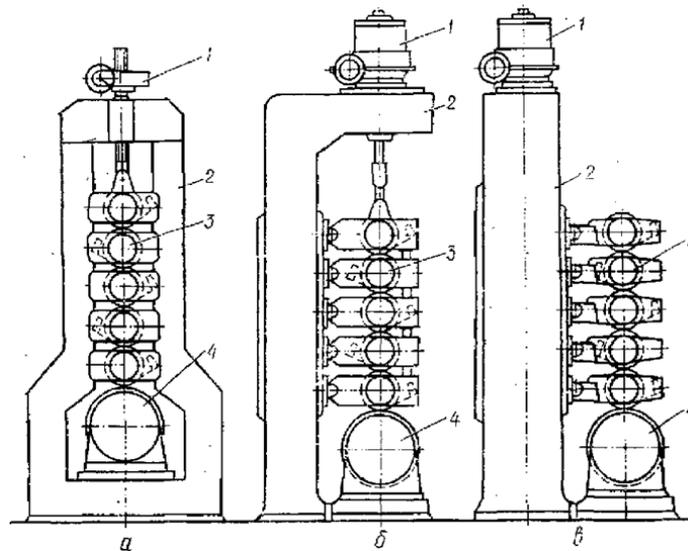
"Київський політехнічний інститут"

При виробництві більшості видів паперу та картону застосовують оздоблювальну частину, де полотно піддається необхідній обробці для підвищення лоску, щільності, гладкості. Оздоблювальна частина являє собою каландр, що складається з 5-10 розташованих один над одним валів з вибіленого чавуну (Рисунок 1). Попередньо папір, для додання йому більшої еластичності й м'якості, охолоджується і трохи зволожується на холодильному циліндрі [1].

Сутність процесу каландрування полягає в тому, що полотно піддається поступово зростаючому механічному тиску каландрових валів, що становить 80...100 кН/м і більше. У результаті підвищеного тиску гладких валів і при цьому часткового прослизання їх, відбувається зменшення і вирівнювання товщини полотна по всій його ширині, а також підвищення його гладкості, лоску і щільності. Однак зміну деяких властивостей паперу і картону в процесі їхнього каландрування не можна пояснити лише механічним впливом.

У процесі каландрування за рахунок тиску і тертя валів з полотном відбувається його нагрівання, у результаті чого волокна стають більш еластичнішими і тому продовжується їхнє подальше зближення з утворенням додаткових міжволокневих зв'язків [2].

У випадку каландрування полотна з нерівномірною вологістю або пересушеного може спостерігатися перерозподіл міжволоконних зв'язків у полотні або їх розрив. Тому в залежності від умов каландрування і композиції полотна міцність його на розрив може підвищуватися або зменшуватися [3].



а — каландр із закритими станинами; б — каландр із відкритими станинами і консольним закріпленням механізму притискання і підйому; в — каландр із відкритими станинами і вбудованими механізмами притискання та підйому;

1 — механізм притискання та піднімання валів; 2 — станина;

3 — проміжні вали; 4 — нижній (корінний) вал

Рисунок 1 - Типи машинних каландрів

Машинний каландр є досить енергоємним і динамічно навантаженим агрегатом, що вимагає ретельного балансування і перешліфування валів. Все це викликає збільшення часу простотою машини. Перспективними напрямками модернізації машинних каландрів є застосування валів з регульованим прогином, підігрів валів.

Перелік посилань.

1. Примаков С. П., Барбаш В. А. Технологія паперу і картону: Навчальний посібник для вузів. – Київ: ЕКМО, 2002-396 с.
2. uk.wikipedia.org/wiki/Папероробна_машина від 8.10.2013
3. vseslova.com.ua/word/Бумагоделательна_машина-14338 від 8.10.2013

УДК 676.025.522

ПЕРША ПРИВІДНА ГРУПА СУШИЛЬНОЇ ЧАСТИНИ КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ

студент Карпенко К.О., ст. викл. Новохат О.А.

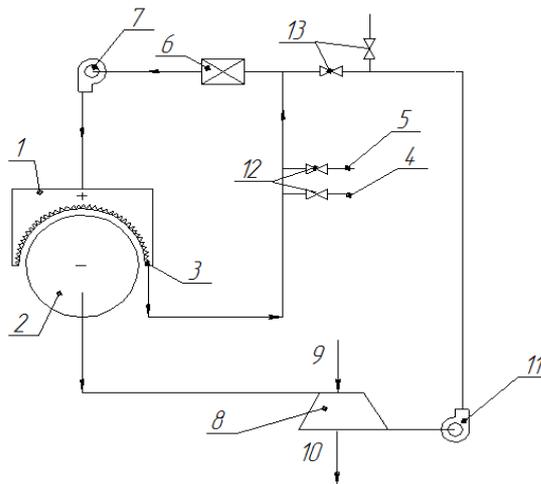
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

У целюлозно - паперовій промисловості для сушіння паперу, картону та целюлози найбільшого поширення набули контактні сушильні установки, в яких тепло передається вологому полотну безпосередньо від нагрітої поверхні циліндрів [1]. Але існує і багато інших способів сушіння. Одним з них, що має високі перспективи, є метод фільтрації повітря через полотно паперу [2].

Сушіння методом фільтрації повітря через полотно паперу та картону дозволяє порівняно з контактним сушінням значно підвищити інтенсивність процесу і знизити металоємність обладнання. Особливість методу полягає в тому, що гаряче повітря під дією перепаду тиску, створюваного на обох сторонах висушуваного полотна, вступає в безпосередній контакт з волокнами і забезпечує інтенсивний тепло - і масоперенос.

Принципова схема циркуляції повітря в пристроях наскрізного сушіння представлена на рисунку 1. Гаряче повітря зі швидкістю 40-60 м/с на виході сопла розподільної коробки 1 подається на вологе полотно. Частина пароповітряної суміші проходить через полотно внаслідок розрідження, створюваного в перфорованому циліндрі 2 вентиляційними агрегатами. Циркулююча частина пароповітряної суміші вбудованими вентиляторами 11 та 7 повертається в ковпак 1, змішується зі свіжим повітрям 5, очищається у фільтрах 8, нагрівається в калориферах 6 і знову подається на полотно.



1-конвективний висушувач; 2 - перфорований циліндр, 3 - циркулює паро - повітряна суміш, 4 - подача свіжого повітря; 5 - змішування з паром; 6 - теплоцентр; 7 - вентилятори; 8 - підігрів технологічної води; 9 - підведення холодної води; 10 - відвід теплої води; 11 - повітрорудувки; 12 - регулятори витрат повітря.

Рисунок 1 – Схема циркуляції повітря і подачі в системі сушіння з тепломеханічним виносом вологи.

Сушка методом фільтрації повітря особливо ефективна при виробництві матеріалів, що мають високу повітропроникність (фільтрувальні види паперу та картону, папір для виробів санітарно-гігієнічного призначення). Інтенсивність сушіння цих матеріалів досягає $100-250 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$, тобто в 8-10 разів вище, ніж на папероробній машині з традиційною циліндричною сушильною частиною [2].

Судячи з цього, дослідження методу сушіння з розробкою відповідного обладнання для інтенсифікації процесу та зменшення металоємності є надзвичайно актуальним.

Перелік посилань:

1. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону. Київ.: ЕКМО, 2002. -395с.
2. <http://msd.com.ua/oborudovanie-cellyulozno-bumazhnogo-proizvodstva/ustrojstva-dlya-sushki-metodom-filtracii-vozduxa/> від 10.10.2013 р.

УДК 676.05

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЦИЛІНДРУ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ КАРТОНОРІБНОЇ МАШИНИ

студент Пархоменко А.А., ст. викл. Новохат О.А.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Після сушильної частини картоноробної машини полотно картону нагріте до температури 90-70⁰С поступає в холодильну установку для охолодження до 55-50⁰С та, як наслідок, зволоження на 1,5-2,5%. Це відбувається в результаті різкого перепаду температури за рахунок конденсації вологи. Це дозволяє надати йому міцності, пластичності, гладкості та зменшити електризацію і можливість виникнення адгезії при каландруванні.

Охолодження полотна здійснюється контактним шляхом через стінку циліндра, по якому проходить охолоджена вода. За конструкцією холодильний циліндр подібний до сушильного. Для запобігання деформації полотна при охолодженні доцільно робити циліндр приводним з окремим сукном. На широких машинах вода може подаватись та відводитись з обох боків циліндру. Для рівномірного розподілення води по внутрішній поверхні стінки циліндру встановлюють перфоровану трубу вздовж осі циліндру, що перпендикулярна дії сили тяжіння. Зазвичай відводиться вода сифоном або черпаком з приводної сторони, а підводиться з лицьової. Проте можливе підведення та відведення з обох боків циліндру на широких картоноробних машинах [1].

Процес переносу тепла при охолодженні картону описується основним законом теплопередачі:

$$Q = kF(t_{\text{пол.}} - t_{\text{в}}),$$

де Q – кількість відведеного тепла, Вт; k – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К); F – площа контакту картону та циліндру, м²; $t_{\text{пол.}}$ та $t_{\text{в}}$ – температура нагрітого полотна картону і охолодженої води відповідно, К. Аналізуючи рівняння можна зробити висновок, що інтенсифікувати теплообмін можна за рахунок: збільшення площі контакту, збільшення перепаду температур між полотном та водою, а також підвищуючи коефіцієнт теплопередачі. Останнє можливо зі зменшенням товщини

стілки циліндру або зміною його матеріалу на матеріал з більшою теплопровідністю. Для зменшення товщини стінки матеріал має мати високу міцність. Тому загалом циліндри виготовляють з сірого та високоміцного чавуну. Також корпус має бути корозійностійким. Тому його покривають мідною або іншою антикорозійною сорочкою з високою теплопровідністю. Таким матеріалом може бути відкритий в 2004р. графен (двовимірний форма алотропної модифікації вуглецю). Його теплопровідність може перевищує 5 кВт/(м·К). Недоліком цього матеріалу є складність створення. Але цей недолік до 2015р. обіцяють усунути вчені та інженери з наукового відділу Graphene Frontiers (Університет Пенсильванія). На це їм у вересні 2013 було виділено Національним науковим фондом США \$744 600 [3].

Корейські дослідники з інституту передових наук і технологій (Korean Advanced institute of Science and Technology, KAIST) провели дослідження, помістивши графенову плівку між тонкими шарами нікелю та міді, утворивши таким чином композитний матеріал, міцність якого, за їхніми даними, в 500 раз перевищує міцність чистої міді та в 180 раз нікелю. При цьому, за тими ж даними, міцність графену становить 130 ГПа, що в 200 раз більше сталі [2]. Недоліком є складність утворення композиту. Адаже цей композиційний матеріал виникає методом осадження з газоподібного стану одноатомного шару графену, після чого методом спікання наноситься шар металу і процес повторюється до отримання певної товщини.

Утворення нових матеріалів є доцільним для збільшення міцності і, як наслідок, зменшення товщини стінки циліндру. При цьому теплопровідність має бути якнайкращою. Одним з перспективних матеріалів є графен.

Перелік посилань:

1 Эйдлин И. Я. Бумагоделательные и отделочные машины, изд. 3-е, «Лесная промышленность», 1970. – 624 с.

2 <http://www.dailytechinfo.org/nanotech/5135-sozdan-neveroyatno-prochnyyu-kompozitnyu-material-sostoyaschiy-iz-grafena-i-metalla.html>

3 http://rnd.cnews.ru/tech/news/line/index_science.shtml?2013/10/07/545496

УДК 676.056.42

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОМБІНОВАНОГО ПРЕСА КРМ

студент Федорук А.В., асистент Мельник О.П.

Національний технічний університет України

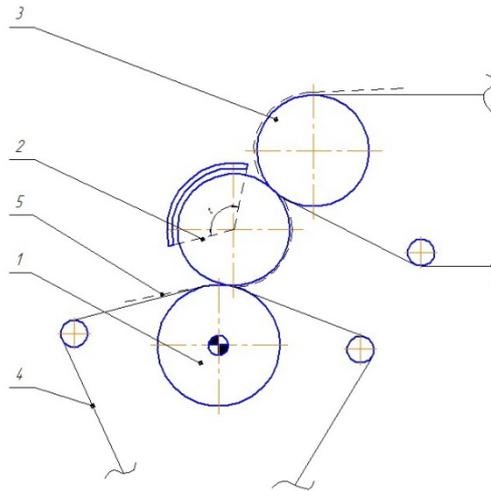
«Київський політехнічний інститут»

У вітчизняній целюлозно-паперовій промисловості підприємства зазнають значних економічних витрат саме на пресовій частині. Збільшення сухості картонного полотна після пресової частини на 1% дозволяє зменшити витрати пари в сушильній частині на 5%, тим самим зменшуючи витрати палива в парогенераторах. В Фінляндії, Швеції, США, Канаді у виробництво впроваджують найновітніші досягнення в області целюлозно-паперового машинобудування, на стадії конструювання закладається використання комбінації всіх можливих факторів інтенсифікації процесу фільтрації води крізь пористі матеріали.

Проблема інтенсифікації процесу зневоднення паперового полотна є актуальною, адже збільшення сухості на пресовій частині дозволяє зменшити витрати пари на сушильній частині машини, її металоємність та кількість викидів брудної пари в атмосферу, величина яких складає 10 – 15 т/год. на одну папероробну машину [1], а отже дозволяє зекономити значні кошти.

Одним з шляхів модернізації є впровадження гарячих пресів. Мета даної роботи – модернізація комбінованого преса КРМ. Модернізація (Рисунок 1) полягає в заміні центрального вала комбінованого преса на вал, який буде нагріватися

Відомі такі способи нагрівання пресового вала: за допомогою електричних нагрівачів, які мають високу інтенсивність нагрівання, адже температура на їх поверхні може складати до 1800 [3]°; за допомогою магнітного поля і використання потужності вихорових струмів, що виникає між нагрівачем і сорочкою вала; за допомогою інфрачервоного випромінювання від згоряння стисненого газу на керамічних поверхнях нагрівачів [3].



1-приводний нижній вал; 2- центральний гарячий вал
3-вал верхній металевий гумований ; 4- нижнє сукно;
5-паперове полотно

Рисунок 1 – Комбінований прес КРМ

З аналізу джерел літератури, патентів на винаходи і корисні моделі видно, що все більше розробок ведеться у напрямку гарячого пресування паперового полотна, а саме у вдосконаленні конструкції гарячих пресів, збільшенні їх ефективності за рахунок використання гідравлічного тиску пари і створенні розширеної зони пресування.

Перелік посилань:

- 1 Новиков Н. Е. Прессование бумажного полотна. «Лесная промышленность», 1972 г., 240 с.
- 2 Чичаев А.А., Оборудование целлюлозно-бумажного производства. (Бумагоделательные машины) / Чичаев А.А. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 264 с.
- 3 Пат. № 5810974 US МКИ D21 F 3/04 Press section including an extended-nip press with an internally heated center roll, Jorma Laapotti, Valmet Corporation (22.09.98)

УДК 676.056.42

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОВОРОТНОГО ПРЕСУ КАРТОНОРІБНОЇ МАШИНИ

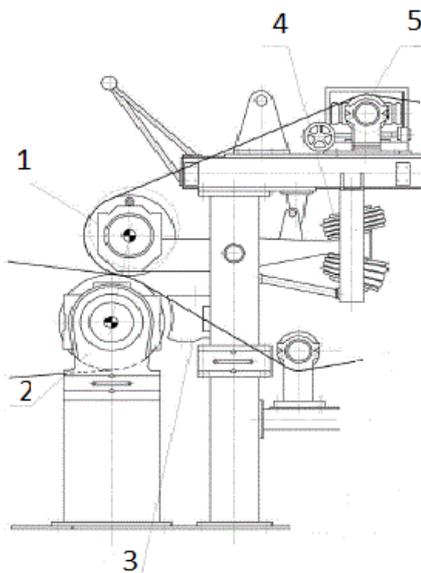
студент Білокриницький В.П., асистент Улітько Р.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Світове виробництво паперу та картону щороку збільшується в середньому на 3%, що, безумовно, є відповіддю виробників на зростаючі запити споживачів. Звичайно, Україна не є виключенням, і щоб скласти відповідну конкуренцію іноземним виробникам необхідно підвищувати вимоги до якості своєї продукції [1], в тому числі картонного виробництва. Це зумовлює створення нового і вдосконалення існуючого обладнання. Щоб збільшити якість та мінімізувати обриви картонного полотна, потрібно забезпечити ефективне та рівномірне зневоднення по його ширині. А так, як це здійснюється здебільшого на пресовій частині, то доцільним вирішенням є її модернізація.

Схема пресу, що вдосконалюється, зображено на рисунку 1.



1 – притискний гумований вал; 2 – відсмоктувальний вал; 3 – паровий ящик;
4 – механізм притискання верхнього вала; 5 – автоматична сукноправка

Рисунок 1 – Прес поворотний

З підвищенням швидкості машини зневоднювання полотна на пресах погіршується. Це пов'язано зі зменшенням часу пресування та збільшенням впливу сили інерції руху віджатої води, особливо в пресах із поперечною її фільтрацією.

Поворотний прес дозволяє здійснити поперечну фільтрацію води в сукні, забезпечує збільшення лінійного тиску в захваті преса, порівняно зі звичайним, і, відповідно, збільшення рушійної сили фільтрації. Також збільшується інтенсивність процесу пресування та відсутність вірогідності розриву картонного полотна [2].

Для збільшення ефективності поворотного пресу, пропонується його модернізація шляхом встановлення допоміжного підігрівного елемента для підігрівання картонного полотна перед пресуванням. В якості цього використовуємо вуглеволоконні нагрівачі. Вони гнучкі, міцні, досить економічні та забезпечують рівномірний розподіл тепла по всій площині. Також вуглеволоконні нагрівачі стійкі до агресивних хімічних середовищ, проте окислюються при нагріванні в присутності кисню. Їх гранична температура експлуатації в повітряному середовищі складає 300-350 ° С. Нанесення поверх вуглеволокна тонкого шару карбідів, зокрема карбіду сіліціюму або нітриду бору, дозволяє значною мірою усунути цей недолік [3]. Для дотримання техніки безпеки підігрівачі оснащуватимуться електронними блоками керування із захистом від короткого замикання, іскріння та з індикацією несправностей.

Модернізація пресу дозволить підвищити ступінь зневоднення, а, отже, і продуктивність картоноробної машини в цілому.

Перелік посилань:

1. <http://stud24.ru/merchandizing/analz-svtovogo-celjuloznopaperoovogo-rinku/113580-335191-page1.html> від 15.10.2013р.
2. Чичаев А.А. «Оборудование целлюлозно-бумажного производства» в двух томах. Том 2 «Бумагоделательные машины» – М. «Лесная промышленность» 1981.– 264 с.
3. http://ru.wikipedia.org/wiki/Углеродное_волокно від 15.10.2013р.

УДК 676.05

КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИХ НАКАТІВ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ НА СУЧАСНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ ЦПВ КРАЇН СНД

студентка Сметанюк І.С., доц. к.т.н. Семінський О.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Намотування паперу в рулони є заключною технологічною операцією, яка здійснюється на накаті, встановленому в кінці папероробної машини. Основна вимога, що висувається до накатів – забезпечення рівномірної щільності намотування полотна в рулони, що створює сприятливі умови для подальшого транспортування, зберігання, обробки та переробки [1]. При цьому небажане як слабке і нерівномірне по щільності намотування рулону, так і надмірно щільне його намотування.

За принципом намотування паперу розрізняють два типи накатів: осьовий і периферичний.

Осьові накати вимагають ручної заправки і тому можуть застосовуватися тільки на тихохідних машинах зі швидкістю до 180...200 м/хв., а отже вони не придатні для застосування на сучасних швидкохідних машинах. Тому поширення набули накати периферичного типу, особливості яких дозволяють повністю автоматизувати передавання полотна та його намотування у рулони.

У периферичних накатах намотуваний рулон паперу притискається до циліндра накату, що обертається з постійною окружною швидкістю. Рулон обертається під дією окружного зусилля між поверхнями рулону і циліндра накату. По мірі збільшення діаметра намотуваного рулону частота обертання його безперервно зменшується, а окружна швидкість залишається постійною і близькою до окружної швидкості циліндра накату. Периферичний накат дозволяє здійснювати пневматичну заправку паперу при високій швидкості машини [2].

На сьогоднішній день в папероробних машинах застосовують накати з пневматичним притисканням і пневматичним або електромеханічним відведенням

намотаного рулону, які дозволяють автоматично регулювати щільність намотування і розмір рулону. Для розправлення полотна і запобігання утворенню на ньому складок і зморшок при намотуванні перед накатом встановлюється нерухома дуга або розпрямний валик.

За результатами огляду літературних джерел встановлено, що завод «Буммаш» (Росія, м. Іжевськ) [3] виготовляє папероробні машини з периферичним накатом та з пневматичним притисканням тамбурного валу. Конструкція передбачає канатикову заправку паперу, що забезпечує рівномірну щільність намотування рулону. Перед накатом встановлюється скануючий пристрій з датчиком вимірювання ваги і вологості.

Завод папероробного машинобудування «Папір-Центр» (Україна, м. Луганськ) [4] використовує накат з пневматичним притисканням тамбура до ведучого валу і з автоматичним вивантаженням тамбура при досягненні певного діаметру, довжини, ваги або по часу з автоматичним завантаженням нового намотувального валу і автоматичною заправкою паперу.

Перспективні напрями вдосконалення конструкцій периферичних накатів полягають у спрощенні конструкції, підвищенні надійності роботи накату, зниженні кількості браку отриманого паперу та покращенні якісних показників паперу.

Перелік посилань:

1. Кугушев И.Д. Теория и конструкция машин и оборудования отрасли. Бумаго- и картоноделательные машины / И.Д. Кугушев, О.А. Терентьев, В.С. Куров и др. – Л.: Изд-во политехн. ун-та, 2006. – 588 с.
2. Эйдлин И.Я. Бумагоделательные и отделочные машины / И.Я. Эйдлин. – М.: Лесная промышленность, 1970. – 624 с.
3. http://www.bummash.ru/koi/goods/celbum/B_15/від 10.10.13.
4. <http://www.p-c.lg.ua/>від 10.10.13.

УДК 676.026.522

СУШИЛЬНА ЧАСТИНА ПАПЕРОРІБНОЇ МАШИНИ З РОЗРОБКОЮ ЛОЩИЛЬНОГО ЦИЛІНДРА

студент Лебідь П.В., асистент Улітько Р.М.

Національний технічний університет України:

«Київський політехнічний інститут»

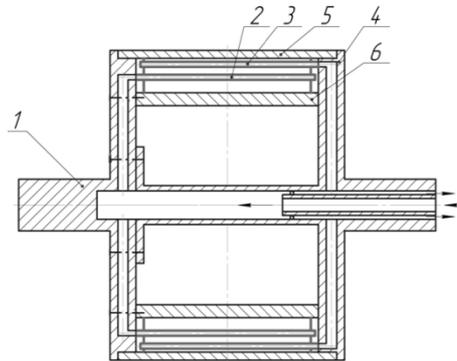
Протягом останніх років значно зросла вартість енергоносіїв. У зв'язку з цим для підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів целюлозно-паперова промисловість потребує вдосконалення та модернізації теплообмінного обладнання. Найбільш енергоємним обладнанням у виробництві паперу є сушильна частина папероробних машин (ПРМ). Тому вдосконалення її конструкції є актуальним.

Аналіз сучасних конструкцій сушильних частин показав, що найбільш поширеним методом сушіння є контактний (кондуктивний) метод.

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

Лощильний циліндр – основний елемент сушильної частини папероробних машин, що виготовляють папір з малою масою квадратного метру (Рисунок 1). Циліндр складається з корпусу, торцевих кришок та центрального порожнистого вала з цапфами. Кришки з'єднані з корпусом і валом болтами. В обох кришках, а також у центральному пустотілому валу є люки, необхідні для проведення монтажних робіт і внутрішнього огляду. Корпус циліндра відливається з модифікованого чавуну з високими характеристиками міцності та теплопровідності. Твердість чавуна забезпечує високу гладкість та чистоту зовнішньої поверхні, а, відповідно, і високий коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні циліндра до паперу. Остання шліфується та полірується. Остаточна обробка циліндра виконується з урахуванням того, що в процесі експлуатації його поверхня, яка контактує з полотном, охолоджується ним, а

дотичні до кришок ділянки мають більш високу температуру, ніж робоча поверхня циліндра [1].



1,4 – бокові кришки, 2- паропідвідні пристрої, 3- конденсатовідвідні пристрої, 5- зовнішня оболонка, 6 – корпус.

Рисунок 1 – Сушильний циліндр

Планується розробити проект сушильної частини, яка дозволить покращити теплопередачу від грійної пари до паперового полотна, зменшити кількість грійної пари та підвищити продуктивність ПРМ. Це може бути досягнуто шляхом модернізації, яка полягає в застосуванні ковпака конвективного сушіння, обладнанні внутрішньої поверхні лоцильного циліндра канавками хвилеподібного профілю та встановленні на його внутрішній поверхні турбулізуючих планок.

Модернізація дозволить:

1. Збільшити продуктивність машини за рахунок встановлення ковпака конвективного сушіння та обладнання лоцильного циліндра канавками.
2. Зменшити кількість грійної пари за рахунок використання конвективної складової, яку створює ковпак швидкісного сушіння.
3. Збільшити кінцеву сухість паперового полотна.

Перелік посилань

1. Примаков С.П., Барбаш В.А. «Технологія паперу і картону». К.: ЕКМО 2002, - 425с.
2. В.А.Чичаев «Оборудование целлюлозно-бумажного производства» Том 2 1981-264с. М.: «Лесная промышленность».

СЕКЦІЯ 5

«ТЕОРЕТИНЧА МЕХАНІКА»

УДК 531/534(075.8)

ФІЗИЧНИЙ МАЯТНИК. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТІВ ІНЕРЦІЙ ТІЛ

студент Довгаль О.О., доц.. Штефан Н. І.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Прикладом не зрівноваженого тіла, що обертається навколо нерухомої осі, є фізичний маятник. Фізичним маятником називають тверде тіло, що обертається навколо нерухомої осі під дією сили тяжіння. Позначивши кут θ – як вертикальний кут відхилення й отримуємо рівняння руху маятника під дією сили тяжіння: $I_z \theta'' = -mgh \sin \theta$ (1). Обмежувачись розглядом малих коливань маятника ($\sin \theta \approx \theta$), й тоді з (1) отримуємо рівняння: $\theta'' + \omega_0^2 \theta = 0$ (2). З (2) маємо, що рівняння коливань фізичного маятника збігається з рівнянням коливань математичного маятника, й приймаючи початкові умови ($t = 0$): $\theta(0) = \theta_0$, $\frac{d\theta(0)}{dt} = 0$, то загальний розв'язок (2): $\theta = \theta_0 \cos \omega_0 t$. За теоремою Гюйгенса-Штейнера момент інерції тіла відносно осі Oz буде: $I_z = I_c + mh^2$ (3).

Загалом існує велика кількість методів визначення моментів інерції твердих тіл, але ми дослідимо метод послідовного вимірювання коливань. За цим методом навколо двох паралельних осей, точку підвішення розміщують послідовно в точки А та В й вимірюють період коливань. Для визначення моментів інерцій в точках використовують такі формули: $I_A = \frac{md^2(C_B - 1)}{C_A C_B - 1}$; $I_B = \frac{md^2(C_A - 1)}{C_A C_B - 1}$. Далі визначаємо довжину від одного кінця маятника до його центра мас й за формулою $I_C = I_A - ma^2$ знаходимо осьовий момент інерції тіла відносно центра інерції.

Незручність даного методу полягає в громіздких обчисленнях, але його перевага в тому, що ми маємо можливість визначити положення центра мас фізичного маятника.

УДК 531/534/075.81

РІВНЯННЯ РУХУ ТІЛА ЗМІННОЇ МАСИ. ОСНОВНІ ТЕОРЕМИ ДИНАМІКИ

студент Гоцький Я. Г., доц. Штефан Н.І.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

У сучасній техніці бувають випадки, коли маси об'єктів, що рухаються змінюється в процесі руху. Прикладами тіл змінної маси можуть бути: ракета, оскільки під час згоряння палива зменшується її маса, рулон газетного паперу під час розмотування його на валу друкарської машини. Під тілом змінної маси розуміють механічну систему, маса якої неперервно змінюється внаслідок зміни складу системи через відокремлення або приєднання до неї матеріальних частинок.

Основоположником механіки тіл змінної маси є І. В. Мещерський (1859-1935).

В основі динаміки руху тіла змінної маси лежить теорія близькодії частинок, що відокремлюються.

Основним рівнянням поступального руху тіла змінної маси є рівняння Мещерського, яке формулюється так: в будь-який момент часу добуток маси тіла на його прискорення дорівнює геометричній сумі зовнішньої сили і реактивної сили.

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F} + \vec{\Phi}. \quad (1)$$

де $\vec{\Phi} = \frac{dm}{dt} \vec{v}_r$ - реактивна сила, яка створюється внаслідок відокремлення частинок від тіла зі швидкістю \vec{v}_r від тіла змінної маси.

Рівняння руху тіла змінної маси складається з трьох основних теорем.

1. Теорема про зміну головного вектора кількості руху системи.

$$\frac{d\vec{Q}}{dt} = \vec{F}^e + \sum_{i=1}^n \vec{u}_i \frac{dm_i}{dt}. \quad (2)$$

Зміна головного вектора кількості руху дорівнює сумі зовнішніх сил і сумі всіх сил, що діють на тіло.

2. Теорема про зміну моменту кількості руху системи зі змінною масою.

$$\frac{d\vec{K}_A}{dt} = \vec{M}_A^e + \sum_{i=1}^n \vec{r}_i \times \vec{u}_i \frac{dm_i}{dt}. \quad (3)$$

$$I_o \frac{d\vec{\omega}}{dt} + \vec{\omega} \times \vec{K}_o^o = \vec{M}_o^e - m \vec{\rho}_c \times \vec{w}_o - \sum_{i=1}^n \Delta m_i (\vec{\omega} \times \vec{\rho}_i) \times \vec{u}_{ri} + \left(\sum_{i=1}^n \frac{dm_i}{dt} \vec{\rho}_i \right) \times \vec{v}_o. \quad (4)$$

Формули (3), (4) - теореми про зміну моменту кількості руху системи зі змінною масою в нерухомій та в рухомій системі координат.

3. Теорема про зміну кінетичної енергії.

$$dT + \sum_{i=1}^n \frac{v_i^2}{2} dm_i = \sum_{i=1}^n d'A_i^e + \sum_{i=1}^n (\vec{u}_i \cdot \vec{v}_i) dm_i. \quad (5)$$

З цієї теореми стає очевидним, що зміна кінетичної енергії системи і приросту її маси дорівнює сумі елементарних робіт сил, прикладених до точок системи, і елементарній роботі сил зміни маси системи.

Отже, маємо три основні рівняння руху тіла змінної маси, які дають можливість знайти реактивну силу, реактивний момент, що створюються у соплах реактивних двигунів та елементарні роботи сил, які залежать від зміни маси системи.

УДК 531/534(075.8)

РУХ ЗА ІНЕРЦІЄЮ ТВЕРДОГО ТІЛА З ОДНІЄЮ НЕРУХОМОЮ ТОЧКОЮ (ВИПАДОК ЕЙЛЕРА)

студент Бевз Д.О., доц. Штефан Н. І.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Ейлер розглядав рух твердого тіла, що перебуває під дією сили ваги і рухається навколо закріпленої точки, яка збігається з центром мас. Рухом за інерцією називають рух, при якому головний момент зовнішніх сил дорівнює нулю. Для випадку Ейлера розглянемо перші інтеграли диференціальних рівнянь руху:

$$\begin{aligned} I_x \dot{\omega}_x + (I_z - I_y) \omega_y \omega_z &= 0, \\ I_y \dot{\omega}_y + (I_x - I_z) \omega_x \omega_z &= 0, \\ I_z \dot{\omega}_z + (I_y - I_x) \omega_x \omega_y &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Помножимо перше рівняння на $I_x \omega_x$, друге – на $I_y \omega_y$, третє – на $I_z \omega_z$. Після деяких перетворень отримаємо

$$I_x^2 \omega_x^2 + I_y^2 \omega_y^2 + I_z^2 \omega_z^2 = K_0^2 = const \quad (2)$$

Це рівняння є першим інтегралом рівнянь руху (1), згідно з яким модуль кінетичного моменту не змінюється під час руху. Помноживши (1) відповідно на $\omega_x \omega_y$, $\omega_x \omega_z$ дістанемо ще один перший інтеграл який показує, незмінність кінетичної енергії тіла під час руху. $I_x \omega_x^2 + I_y \omega_y^2 + I_z \omega_z^2 = 2T = const$ (3)

Оскільки кінетичний момент постійний, то з останньої рівності впливає, що проекція вектора ($\vec{\omega}$) кутової швидкості обертання тіла на незмінний напрямок кінетичного моменту є величиною сталою.

Визначення кутів Ейлера навіть у цьому випадку є складним завданням. Тому ще більше спростимо його, вважаючи тверде тіло тілом обертання з віссю симетрії Оу ($I_x = I_z$). Тоді друге рівняння системи (1) набуде вигляду

$$I_y \frac{d\omega_y}{dt} = 0, \text{ звідси } K = I_y \omega_y = const, \omega_y = \omega_y(0) = const.$$

Якщо в початковий момент часу кінетичний момент спрямувати вздовж осі Оу, він зберігатиме напрямок протягом усього руху. Аналізуючи отримані в результаті досліджень вирази, маємо, що всі три кути Ейлера для симетричного тіла ($I_x = I_z \neq I_y$) визначені, а саме:

$$\theta = \theta_0, \varphi = n_1 t + \varphi_0, \psi = n t + \psi_0 \quad (4)$$

Рух, що описується рівняннями (4), називають регулярною прецесією. При цьому русі вісь симетрії описує конус із кутом розхилу $2\theta_0$, рівномірно обертаючись із кутовою швидкістю $\dot{\psi} = n$ навколо вектора кінетичного моменту \vec{K}_0 . Тіло рівномірно обертається навколо своєї осі симетрії з кутовою швидкістю $\dot{\varphi} = n_1$.

УДК 531/534(075.8)

ДОДАТКОВІ ДИНАМІЧНІ РЕАКЦІЇ. СТАТИЧНЕ І ДИНАМІЧНЕ ЗРІВНОВАЖУВАННЯ ТІЛА

студент Панченко Д.В., доц. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Як відомо з рівнянь для визначення реакцій підшипників, реакції в опорах A і B визначаються активними силами \vec{F} та їхніми моментами \vec{M}_o , що прикладені до тіла, силами інерції та їхніми моментами. З'ясуємо умови динамічного зрівноважування тіла, яке обертається навколо нерухомої осі.

Статичні та динамічні складові реакцій в'язей визначаються з відомих в динаміці рівнянь. Проаналізуємо ці рівняння. З'ясуємо, за яких умов додаткові динамічні реакції будуть дорівнювати нулю.

Розглянемо для цього дві незалежні системи рівнянь, де невідомі x_C, z_C, I_{xy}, I_{zy} :

$$\begin{cases} \varepsilon z_C - \omega^2 x_C = 0 \\ \omega^2 z_C + \varepsilon x_C = 0 \end{cases}, \quad \begin{cases} I_{xy}\varepsilon + I_{zy}\omega^2 = 0 \\ I_{xy}\omega^2 - I_{zy}\varepsilon = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Ці системи однорідних алгебраїчних рівнянь відносно x_C, z_C, I_{xy}, I_{zy} мають однакові визначники, які не дорівнюють нулю, оскільки під час обертання тіла ω і ε одночасно на нуль не перетворюються.

Отже рівняння (1) мають єдиний розв'язок

$$x_C = z_C = 0, I_{xy} = I_{zy} = 0. \quad (2)$$

Перша умова (2) означає, що центр мас тіла лежить на осі обертання:

$x_C = z_C = 0$. У цьому випадку тіло *статично зрівноважене, або збалансоване*.

Друга умова $I_{xy} = I_{zy} = 0$ означає, що вісь обертання O_y є головною віссю інерції, а оскільки виконується і перша умова (2), то ця вісь є також центральною віссю інерції. У цьому випадку тіло *динамічно зрівноважене*.

Отже, для того щоб під час обертання твердого тіла навколо нерухомої осі не виникали додаткові динамічні реакції, тіло має бути динамічно зрівноважене, тобто вісь обертання тіла має бути головною центральною віссю інерції.

УДК 531/534(075.8)

ЗСТОСУВАННЯ ТЕОРЕМИ ПРО ЗМІНУ КІНЕТИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У ВІДНОСНОМУ РУСІ ТОЧКИ

студент Панченко Д.М., доц. Штефан Н.І.
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

Розглянемо застосування теореми про зміну кінетичної енергії у відносному русі на прикладі обчислення роботи, потрібної для доставляння вантажу на стаціонарний супутник.

Обертову систему координат O_{xyz} зв'яжемо із Землею і супутником. Обертання відбувається навколо осі O_y з кутовою швидкістю ω . Кутова швидкість обертання Землі $\omega = 7,29 \cdot 10^{-5} \frac{1}{c}$.

На основі теореми про зміну кінетичної енергії у відносному русі отримаємо

$$A^F + A^{\Phi_e} + A^{F_T} = 0,$$

звідки

$$A^{F_T} = -A^F - A^{\Phi_e},$$

Роботу відцентрованої сили обчислимо так:

$$A^{\Phi_e} = \int_R^{r_0} \Phi_e dr = \int_R^{r_0} m \omega^2 r dr = m \frac{\omega^2}{2} (r_0^2 - R^2).$$

Роботу сили тяжіння знайдемо за формулою:

$$\begin{aligned} A^F &= - \int_R^{r_0} F dr = - \int_R^{r_0} \frac{gR^2 m}{r^2} dr = \\ &= - mgR^2 \int_R^{r_0} r^{-2} dr = mgR^2 \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{R} \right) = \\ &= - mgR + mg \frac{R^2}{r_0}. \end{aligned}$$

Підставивши A^F і A^{Φ_e} у вихідну формулу, визначимо роботу сили тяги:

$$A^{F_T} = mgR + \frac{m \omega^2}{2} R^2 - mg \frac{R^2}{r_0} - m \frac{\omega^2}{2} r_0^2$$

УДК 531/534 (075.8)

МЕТОДОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ЗАКОНІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕХАНІЦІ

студентка Захарова Д. Р., доц. Штефан Н. І.

Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

Як відомо, енергія може переходити з одного вигляду в інший, з одного тіла до іншого, але загальний запис закону збереження механічної енергії залишається незмінним, і має вигляд : $T + P = E = h$

Слід визначити, що цей закон справедливий тільки для сил, що мають потенціал, тобто *консервативних*. Сили, що не мають потенціалу (залежать від швидкості, руху матеріальної точки, сили опору середовища) називаються *розсіювальними* або *дисипативними*. Для таких сил умови закону збереження не виконуються.

Закон збереження енергії вказує на те, що кінетична енергія T також є мірою руху. Енергія механічного руху, тобто кінетична енергія, переходить не тільки у потенціальну, але й в інші (немеханічні) види енергії (теплова, електромагнітна...). Закон збереження енергії доповнюється твердженням про її перетворення і називається законом збереження і перетворення енергії.

Теорема про зміну повної механічної енергії - це окремий випадок загального закону збереження і перетворення енергії. Як відомо : $E - E_0 = A^*$; якщо $A^* > 0$, то механічна енергія зростає внаслідок відповідного зменшення енергії інших немеханічних форм. Якщо $A^* < 0$, то механічна енергія розсіюється, переходить в енергію інших видів. Отже робота – це змінення форми руху, яке розглядається з його кількісного боку.

Зокрема, в теоретичній механіці розглядають закони збереження різних мір механічного руху – кількості руху, кінетичного моменту і механічної енергії. Закон збереження матерії і руху в усіх його конкретних проявах є теоретичною основою різних розрахунків у природознавстві й техніці, ці розрахунки пов'язані з перетворенням матерії і руху з однієї в іншу.

УДК 531/534(075.8)

ПРЯМИЙ ЦЕНТРАЛЬНИЙ УДАР ДВОХ КУЛЬ

студент Ліфан А. М., доц. Штефан Н. І.
Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Розглянемо удар двох куль, маси яких m_1 , і m_2 , а швидкості до удару - відповідно v_1 , і v_2 . Спільна нормаль до поверхні тіл, що стикаються, називається *лінією удару* - \vec{n} . Удар називають центральним, якщо центри мас C_1 , і C_2 лежать на лінії удару. Центральний удар називають прямим, якщо швидкості центрів мас куль, що стикаються, на початку удару лежать на лінії удару. Розглянемо такий удар. Нехай швидкості розглядуваних куль після удару будуть \vec{u}_1 і \vec{u}_2 . Миттєвими силами під час удару куль є сили тиску однієї кулі на другу, імпульси яких позначимо через \vec{S} . Для визначення швидкостей після удару, а також імпульсів миттєвих сил \vec{F} і $-\vec{F}$ застосуємо теорему імпульсів в проекції на нормаль \vec{n}

$$\begin{aligned} m_1(u_1 - v_1) &= -S; \\ m_2(u_2 - v_2) &= S. \end{aligned} \quad (1)$$

Складаючи ці рівняння, дістанемо основне рівняння Ньютона в теорії удару

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2. \quad (2)$$

З формули (2) бачимо, що кількість руху системи під час удару не змінюється, тому що діючі сили є внутрішніми силами цієї системи. У цьому рівнянні дві невідомі величини: u_1 і u_2 . Друге рівняння введемо на підставі гіпотези Ньютона про коефіцієнт відновлення

$$k = \frac{(u_2 - u_1)}{(v_1 - v_2)}, \quad (3)$$

де $u_2 - u_1$ і $v_1 - v_2$ - проекції відносних швидкостей на нормаль куль, що стикаються, відповідно до і після удару. Визначивши з (2) і (3) швидкості після удару, дістанемо, наприклад, із другого рівняння (1) імпульс миттєвої сили \vec{F} . Після розв'язання зазначених рівнянь матимемо

$$\begin{aligned} u &= \frac{(m_1 - km_2)v_1 + (1+k)v_2}{m_1 - m_2}, \\ u &= \frac{m_1(1+k)v_1 + (m_2 - km_1)v_2}{m_1 + m_2}, \\ S &= \frac{m_1 m_2 (1+k)(v_1 - v_2)}{m_1 + m_2}. \end{aligned}$$

Як показав М. Є. Жуковський, результати, одержані при ударі куль, поширюються на удар тіл будь-якої форми. Для того щоб задача про удар куль була завершена, треба визначити втрати кінетичної енергії під час удару, які знаходять за теоремою Остроградського - Карно.

УДК 531/534(075.8)

ОКРЕМІ ВИПАДКИ ТЕОРЕМИ ОСТРОГРАДСЬКОГО – КАРНО ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ У ТЕХНІЦІ

студент Телестаков Є.А., доц. Штефан Н. І.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Французький математик та інженер Л.Карно (1753-1823) уперше замислився над окремим випадком теореми про зміну кінетичної енергії під час удару. Він зумів довести цю теорему, прирівнявши коефіцієнт відновлення до нуля. Вже після доведення Л. Карно цією теоремою зайнявся М. В. Остроградський (1801 - 1862), поширивши на теорію удару методи аналітичної механіки.

Сформулюємо теорему: *Кінетична енергія, яку втрачає система під час пружного удару, дорівнює $\frac{1-k}{1+k}$ -й частці кінетичної енергії системи, що відповідає втраченим швидкостям (втраченою швидкістю називають різницю швидкостей після і до удару, тобто $u_2 - v_2; u_1 - v_1$).*

$$\Delta T = T_2 - T_1 = -\frac{1-k}{1+k} \left[\frac{m_1}{2}(u_1 - v_1)^2 + \frac{m_2}{2}(u_2 - v_2)^2 \right]$$

Вираз у квадратних дужках – це кінетична енергія системи, що відповідає втраченим швидкостям. Розглянемо окремі випадки, які часто використовуються в інженерній практиці:

1. При непружному ударі $k = 0$, $u_1 = u_2 = u$, тоді

$$\Delta T = -\frac{1}{2} [m_1(u - v_1)^2 + m_2(u - v_2)^2].$$

2. При абсолютно пружному ударі $k = 1$ і $\Delta T = 0$, тобто кінетична енергія не втрачається.

Слід зазначити, що кінетична енергія під час удару витрачається на утворення незворотних деформацій і на підвищення температури тіл, що стикаються. На теоремі Остроградського - Карно ґрунтується розрахунок машин ударної дії, наприклад, для кування і штампування металів тощо.

УДК 531/534(075.8)

СТІЙКІСТЬ ОБЕРТАННЯ ТВЕРДОГО ТІЛА НАВКОЛО ГОЛОВНИХ ОСЕЙ ІНЕРЦІЇ

студентка Фільова А.Р., доц. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Незбурений рух системи, що визначається її розв’язком, називають стійким по відношенню до його змінних, якщо при малих збуреннях початкових умов-відхилень і швидкостей – збурений рух буде мало відрізнятися від незбуреного.

Розглянемо тверде тіло, що має нерухому точку і обертається за інерцією зі сталою кутовою швидкістю $\omega = \text{const}$ навколо осі, яка збігається з однією з головних осей інерції, наприклад з віссю ou .

У цьому разі $\omega_x = 0, \omega_z = 0, \omega_y = \omega = \text{const}$. Значення $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ можна розглядати як розв’язок динамічних рівнянь Ейлера. Дослідимо чи суттєво зміниться обертання твердого тіла, якщо ледь змінити його кутову швидкість $\vec{\omega}$.

Отже з’ясуємо змінення кутової швидкості $\vec{\omega}$, який дістав мале збурення $\Delta\vec{\omega}$. Тоді з урахуванням, що $\dot{\omega} = 0$ розглянемо динамічні рівняння Ейлера. Провівши деякі математичні перетворення отримаємо:

$$\begin{bmatrix} I_x p & (I_z - I_y)\omega \\ (I_y - I_x)\omega & I_z p \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\omega_x \\ \Delta\omega_z \end{bmatrix} = 0.$$
 Знайдемо корені характеристичного рівняння: $I_x I_z p^2 - (I_z - I_y) \times (I_y - I_x) \omega^2 = 0$ і проведемо їх аналіз: якщо добуток $(I_z - I_y)(I_y - I_x) < 0$, то $\Delta\omega_x = \omega_x, \Delta\omega_z = \omega_z$ під час руху залишаються малими; якщо $(I_z - I_y)(I_y - I_x) > 0$, то $\Delta\omega_x = \omega_x, \Delta\omega_z = \omega_z$ з часом можуть набувати яких завгодно великих значень. Отже умова стійкості обертального тіла за інерцією набуває вигляду:

$$(I_z - I_y)(I_y - I_x) < 0.$$

Ця нерівність виконується, якщо $I_y > I_z, I_y > I_x$ або $I_y < I_z, I_y < I_x$

Таким чином, обертання твердого тіла буде стійким відносно тієї головної осі інерції, відносно якої значення моменту інерції буде або найбільшим, або найменшим.

УДК 531/534(075.8)

УМОВА НЕВАГОМОСТІ

студент Пригорницький Т. М., доц. Штефан Н. І.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Дослідимо умови невагомості космонавта на коловій орбіті. Для цього застосуємо принцип Д'Аламбера, з якого:

$$\vec{R} = -(\vec{F} + \vec{\Phi}) = m\vec{w} - \vec{F}$$

Нехай літак рухається по колі радіусом r зі швидкістю \vec{v} . Якщо політ рівномірний горизонтальний, то свою вагу \vec{P} пілот відчуває, сприймаючи реакцію сидіння $\vec{R} = -\vec{P}$.

Під час руху літака по колу у вертикальній площині в точці M на пілота діє сила тяжіння $\vec{P} = m\vec{g}$ і реакція сидіння \vec{R} . При цьому сила інерції $\vec{\Phi} = -m\vec{w}$.

Враховуючи, що $|\vec{\Phi}| = mv^2/r$, $m = P/g$ і проектуючи ці сили на вісь Oy , дістанемо

$$R - P + \frac{P}{g} \frac{v^2}{r} = 0, \text{ звідси } R = P \left(1 - \frac{v^2}{gr} \right).$$

Невагомість настає в той момент, коли $R = 0$, тобто

$$1 - \frac{v^2}{rg} = 0 \text{ або } v^2 = rg$$

Зазначимо, що кутова швидкість ω обертання літака при цьому не залежить від швидкості $v = \omega r$, а визначається з рівності

$$1 - \frac{v^2}{rg} = 1 - \frac{\omega^2 r^2}{rg} = 1 - \frac{\omega^2 r}{g} = 0, \text{ звідки } \omega = \sqrt{g/r}.$$

Період цього обертання

$$T = 2\pi\sqrt{r/g}$$

Одержані умови невагомості придатні для пояснення невагомості космонавта на коловій орбіті.

УДК 531/534(075.8)

ВПЛИВ СИЛИ ОПОРУ, ЩО ЛІНІЙНО ЗАЛЕЖИТЬ ВІД ШВИДКОСТІ, НА КОЛИВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ З ОДНИМ СТУПЕНЕМ ВІЛЬНОСТІ.

студентка Папроцька В.В., доц. Штефан Н. І.
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

Розглянемо характер коливань механічної системи з одним ступенем вільності, якщо під дією початкових умов збудені її коливання, а на неї діє сила опору, пропорційна ступеневі вільності, то таку силу опору називають силою в'язкого тертя. При цьому енергія системи, яку вона набуває в початковий момент зменшується, амплітуда коливань теж зменшується і з часом коливання згасають. Диференціальні рівняння руху системи в цьому разі мають вигляд $a\ddot{q} + \beta\dot{q} + cq = 0$, де при $t = 0$ $q(0) = q_0$, $\dot{q}(0) = \dot{q}_0$.

Його загальний розв'язок:

$$x = A_1 e^{p_1 t} + A_2 e^{p_2 t}, \quad (1)$$

де при $p_{1,2} = -h \pm \sqrt{h^2 - \omega_0^2}$.

Найважливішим є випадок коливального руху, тобто коли $h < \omega_0$. Позначивши $\omega_1 = \sqrt{\omega_0^2 - h^2}$, запишемо розв'язок (1), у вигляді:

$$q = A e^{-ht} \cos(\omega_1 t - \alpha).$$

Період згасаючих коливань більший за період незгасаючих коливань, тобто опір середовища, що пропорційний швидкості в першому степені, збільшує період коливань, що описується виразом:

$$T_k = \frac{2\pi}{\omega_1} = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - h^2}} = \frac{2\pi}{\omega_0 \sqrt{1 - h^2/\omega_0^2}} \approx \frac{2\pi}{\omega_0} \left(1 + \frac{1}{2} \frac{h^2}{\omega_0^2} + \dots \right).$$

Амплітуда згасаючих коливань у разі в'язкого тертя спадає за геометричною прогресією. Величину η – називають декрементом згасаючих коливань, а модуль логарифма цієї величини $|\ln \eta| = \beta T$ – логарифмічним декрементом згасаючих коливань.

Отже, при силі опору у вигляді тертя ковзання або «сухого» тертя амплітуди згасаючих коливань спадають за арифметичною прогресією.

СЕКЦІЯ 6

«ДЕТАЛІ МАШИН»

УДК 621.928

ОБЕРТАЛЬНА ПІЧ

студенти: Мурзак М.С., Кеба О.В.? доц. Скуратовський А. К.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Обертальна піч (Рисунок1) призначена для нагріву сипучих матеріалів з метою їх фізико-хімічної обробки (для випалу цементного клінкеру, для кальцинування металу, для випалювання вапна, доломіту). Пиловидне, тверде, рідке або газоподібне паливо спалюється безпосередньо в робочому просторі печі і гріючі гази рухаються назустріч оброблюваному матеріалу.



Рисунок1. Обертальна піч

Металевий барабан, футерований всередині вогнетривкою цеглою, встановлюють на опорні ролики під ухилом 3-4% до горизонту, внаслідок чого відбувається переміщення матеріалу при його обертанні. Піч обертається приводом, що складається з електродвигуна, редуктора і відкритої зубчастої передачі, який знаходиться приблизно посередині корпусу печі. Обертальний момент на металевий барабан передається через вінцеве колесо. Шихту завантажують з боку голівки. Суху шихту подають механічними живильниками, а шихту у вигляді пульпи - наливом або через форсунки. Паливо (10-30% від маси шихти) вводять через пальники, розміщені в гарячій голівці. Тут же вивантажують готовий продукт, що направляється в холодильник. Гази з печі очищають від пилу в системі очищення. Для поліпшення умов теплопередачі в печі вбудовують різні теплообмінні пристрої – (перегрібальні лопаті, полиці, ланцюгові зависи, насадки і т.д.), які виконують функції теплообмінника всередині печі.

Перелік посилань:

Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых / С.Е. [Андреев](#), В.В. Зверевич, В.А. Перов. - М.: Недра, 1980. -415с.

УДК 621.926

СТРИЖНЕВИЙ МЛИН

студенти: Столітня Н.В., Пашенько М.А., доц. Скуратовський А. К.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Стрижневі млини (Рисунок1) застосовують для грубого помелу збагачуваної сировини перед остаточним помелом у кульових млинах, в основному для мокрого та досить грубого подрібнення вихідних матеріалів. Вони відрізняються від кульових тим, що мають короткий барабан, в який завантажуються металеві стрижні діаметром 40 - 100 мм.

При невеликому числі обертів барабана (12-30 об/ хв) стрижні не падають, а перекочуються в ньому, в результаті чого не відбувається переподрібнювання матеріалу, тому стрижневі млини дають більш рівномірний продукт, ніж кульові. Конструктивною відмінністю стрижневих млинів від кульових є збільшений діаметр розвантажувального отвору, що дозволяє знизити рівень пульпи при зливанні, збільшити швидкість проходження матеріалу і знизити його переподрібнення.

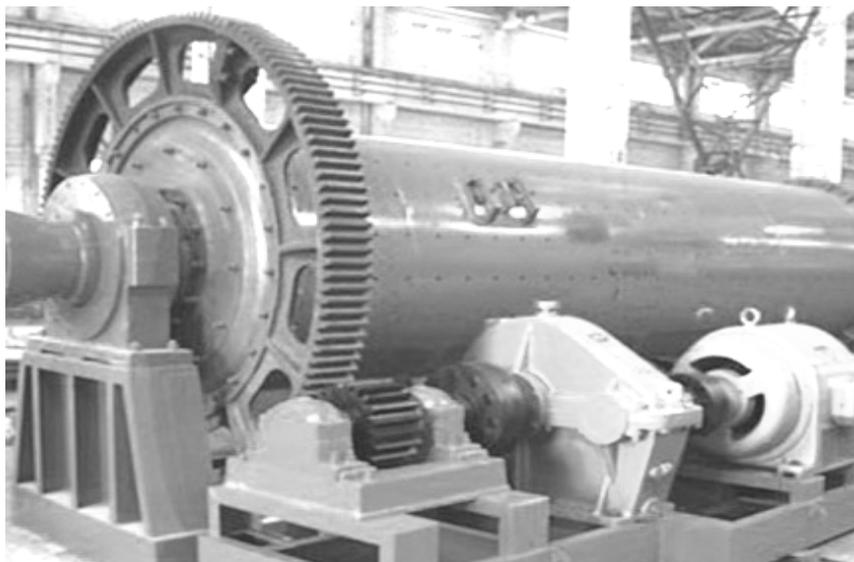


Рисунок1. Стрижневий млин.

Стрижневий млин завантажується через барабанный або комбінований живильник, а готовий подрібнений продукт виводиться через порожнину завантажувальної цапфи. Для обмеження зайвого подрібнення стрижневі млини можуть виготовлятися з більш низьким розташуванням зливного люка. Розвантажувальний люк у такого млина має збільшений діаметр, що забезпечує можливість отримувати більш велику зернистість готового продукту.

Перелік посилань:

Ермаков В.И., Шейн В.С. Ремонт и монтаж хим. оборудования. – М.: Химия, 1981

УДК 621.825.

МУФТА З КАНАТНИМИ ПРУЖНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

студенти: Одарчук В.В., Іскамов А.Г., доц. Скуратовський А. К.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Взаємні положення агрегатів приводів машин хімічних виробництв не можуть бути ідеально точними, оскільки завжди має місце неспіввісність з'єднувальних валів внаслідок похибок виготовлення та монтажу, експлуатаційних деформацій рам та інших факторів. Внаслідок цього у приводах виникають динамічні процеси, які призводять до втомних руйнувань деталей а також є джерелами шуму при роботі. На практиці в таких умовах для з'єднання валів широко застосовують пружно-компенсуючі муфти з металевими пружними елементами. Вони мають ряд переваг в порівнянні з неметалевими елементами. Серед таких муфт відомі муфти з пружними елементами у вигляді металевих канатів (Рисунок 1).

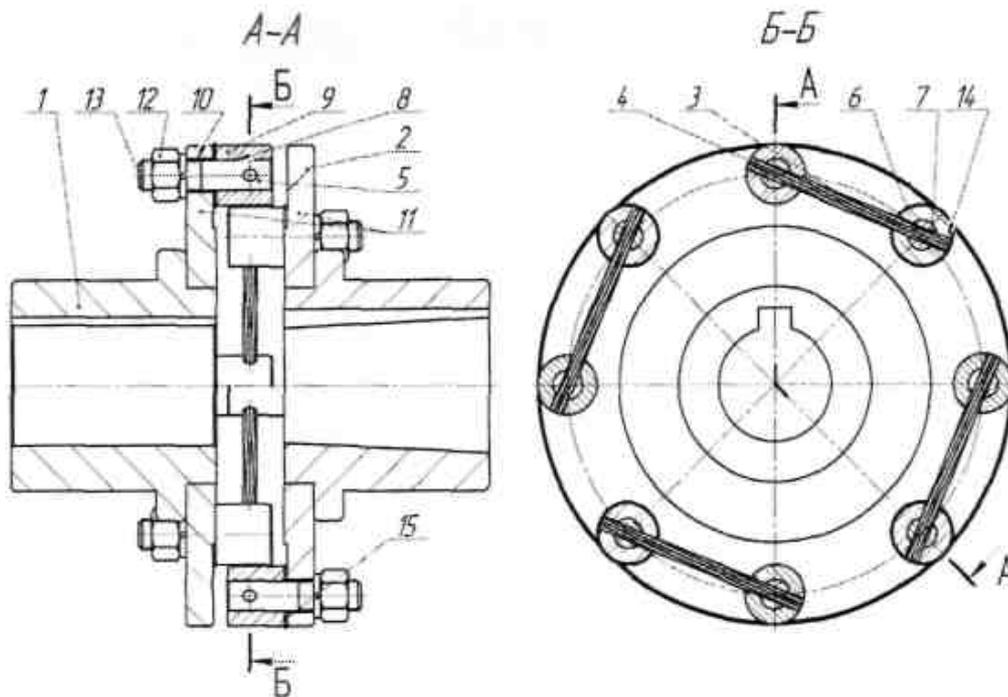


Рисунок 1. Схема муфти

Сталеві канати у порівнянні з металевими пружними елементами позбавлені багатьох недоліків - вони гнучкіші, здатні до розсіяння енергії внаслідок взаємного тертя дротів і сталок, більш технологічні, дешевші та масово виготовляються промисловістю. Муфти виконують з осью, радіальною або торцевою установкою прямих канатів типу ЛК-РО 6x36, ТК 6x37, ТК 6x19, які мають максимальну трибозорсткість.

Перелік посилань:

Пат. на корисну модель № 63804 Україна, МПК F16 D3/70 Пружна муфта з торцевою установкою канатів: Проценко В.О. № u 201102364; оп. 25.10.2011, Бюл. № 20. -6 с.

УДК 621.928

ВІБРОМЛИН

студенти: Кушнір О.С., Турко С.О., доц. Скуратовський А. К.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Вібромлини типу МВ відносяться до апаратів періодичної дії. Цикл подрібнення включає в себе наступні операції: включення вібромлина, завантаження вихідного матеріалу в помольну камеру; подрібнення матеріалу до необхідної тоніни протягом заданого часу; зупинка вібромлина, відкриття розвантажувального клапана; включення вібромлина, вивантаження матеріалу з помольної камери; зупинка. Помольна камера (робочий орган) являє собою зварену металоконструкцію виконану у вигляді тора. Збурююча сила створюється внаслідок обертання неврівноважених мас (дибалансів), розташованих на обох кінцях вала віброзбуджувача. Регулювання параметрів вібрації (амплітуди, форми коливань) здійснюється шляхом зміни статичного моменту маси дибалансів і кутом їх розвороту відносно один одного.

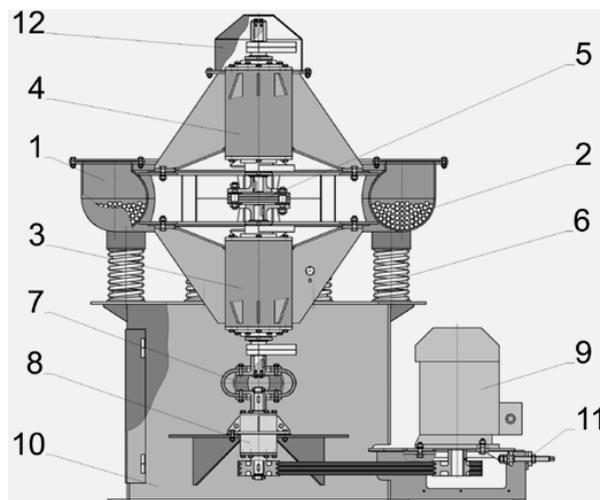


Рисунок1 – Вібромлин МВ-0,2

1–помольна камера; 2–тіла, що мелють (металічні кулі, цільпески); 3–нижній віброзбуджувач; 4–верхній віброзбуджувач; 5–з'єднувальна муфта; 6–пружні опори (пружини, віброізолятори); 7–пелюсткова муфта типу МУЛ; 8–підшипниковий блок; 9–електродвигун; 10–опорна рама; 11–натяжний пристрій; 12–захисний кожух.

У процесі роботи під дією збурюючої сили робоча камера робить складні просторові коливання. Коливання робочої камери передаються завантаженим у нього тілам, що мелють подрібнюючому матеріалу, які переміщуються відносно один одного і безперервно співударяються, в результаті чого завантажений матеріал подрібнюється і стирається.

Перелік посилань:

Локшина Р.В., Моргулис М.Л. Пропускная способность вибрационных мельниц непрерывного действия // Химическое и нефтяное машиностроение,- 1970.- №3.- С. 6-7.

УДК 622.73

КУЛЬОВИЙ МЛИН БЕЗ ПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

студенти: Гумінська А.О., Вислогузова Я.М., доц. Скуратовський А. К.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Кульовий млин є важливим обладнанням для вторинного подрібнювання після дроблення різних матеріалів (цемент, силікатні вироби, новітні будматеріали, вогнетривкі матеріали, добрива), тому широко використовується у виробничих галузях. Він виконує сухе або мокре подрібнення різних руд чи інших розмелоздатних матеріалів. Сухе подрібнення застосовується для подрібнення вогнетривких матеріалів, цементу, добрив, скла, а мокре – кераміки. Кульовий млин (Рисунок 1) являє собою сталевий барабан, який обертається. Він розділений міжкамерною перегородкою на два відсіки (попереднього і тонкого помолу), футерований чавунними або сталевими плитами і завантажений сталевими тілами, що мелють (кулі або цільпесби).

Рисунок 1 - Кульовий млин

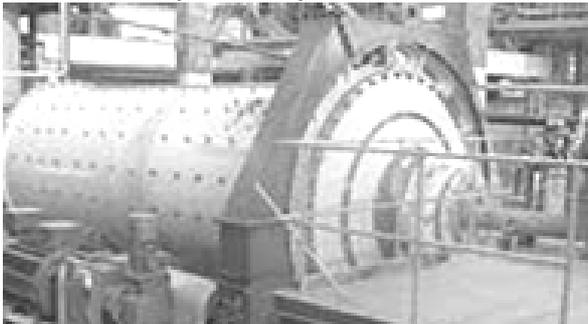
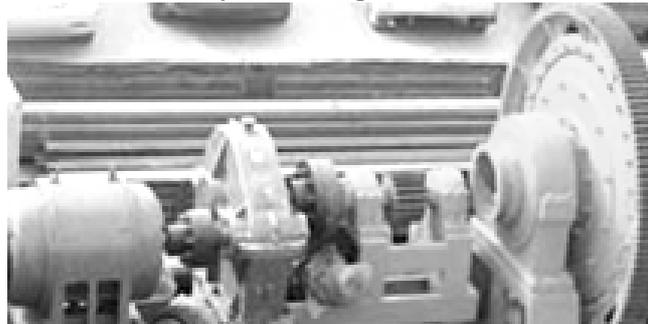


Рисунок 2 – Привід млина



Відсік попереднього помелу завантажується кулями, а тонкого помелу – циліндриками (цільпесбами). З обох сторін барабан закрито торцевими кришками (завантажувальною та розвантажувальною). Барабан встановлений на рамі в підшипникових опорах і приводиться в обертання приводом через ланцюгову муфту (Рисунок 2). Привід змонтований на рамі і складається з електродвигуна, редуктора і клинопасової передачі, закритої захисною загородою. Завантаження матеріалу для подрібнення проводиться самопливом через завантажувальний пристрій, розташований по осі млина. Вивантаження проводиться через отвори у фланці барабана, які забезпечують відділення тіл, що мелють, від подрібнюваного матеріалу. Необхідний режим помелу досягається зміною кута нахилу барабана.

Перелік посилань:

Повышение энергоэффективности измельчения строительных материалов и пород / Сапожников А. И. Горное оборудование и электромеханика. № 10, 2012. С.40 – 42.

УДК 631.365

СУШАРКА ВІБРАЦІЙНА КОНВЕКТИВНА

студенти: Перепеличний О.В., Бояркін О.О., доц. Скуратовський А. К.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Конвективний теплообмін -це процес теплообміну між рухомих середовищем (робочим тілом) і стінкою. Сушарка (Рисунок1) призначена для сушіння (охолодження) сипучих, зернистих і порошкоподібних матеріалів, не схильних до налипання, з розміром частинок від 0,05 до 25 мм у віброкиплячому шарі. Складається з робочого органу, пружної системи, віброзбуджувача і рами. На робочому органі розміщені патрубки завантаження і вивантаження продукту, подачі і відсмоктування теплоносія, а також штуцерів контрольно-вимірювальних приладів та автоматики. Всередині встановлено перфорований лист. Продукт подається всередину на перфолист і переміщається під впливом вібрації. Гаряче повітря надходить у простір під граткою, проходить через перфолист і шар матеріалу, сушить його і видаляється через патрубок відсмоктування. Ефективність сушіння досягається за рахунок отримання віброкиплячого шару.

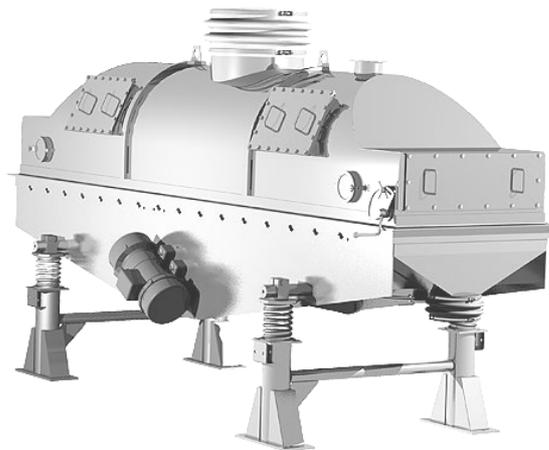


Рисунок 1– Сушарка

У порівнянні з апаратами стаціонарного киплячого шару вібраційні конвективні сушарки дають можливість здійснення сушіння тонких шарів продукту, забезпечують більш високу інтенсивність теплообміну і знижений винос дрібних частинок з апарату. Конвективні вібраційні сушарки забезпечують м'які режими термічної обробки, що особливо важливо для сушіння харчових продуктів. При необхідності подібні апарати можуть використовуватися і для охолодження продукту, більше того, сушка та охолодження, у випадках необхідності, можуть проводитися послідовно в одному апараті. В якості теплообмінника можуть використовуватися паровий або електричний калорифери, а також паливні, що працюють на газі або рідкому паливі.

Перелік посилань:

Романков П. Г., Сушка во взвешенном состоянии.//Л., Химия, 1968, 116 с.

УДК 631.365

СУШАРКА ВІБРАЦІЙНА З ІНФРАЧЕРВОНИМИ ВИПРОМІНЮВАЧАМИ

студенти: Рудницький Є.А., Ящук В.О., доц. Скуратовський А. К.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Сушарка вібраційна з інфрачервоними випромінювачами призначена для безперервного сушіння й охолодження за допомогою кварцових галогенних ламп порошкоподібних і кускових матеріалів, в тому числі рудних, будівельних та харчових. Такі сушарки являють собою горизонтальний вібраційний конвеєр з робочим органом у вигляді прямокутного лотка з корозійностійкої сталі. Зверху над лотком стаціонарно розташовані касети інфрачервоних випромінювачів, секції відводу парів і секція охолодження продукту. Початкова ділянка лотка прогривається касетою, встановленою знизу.

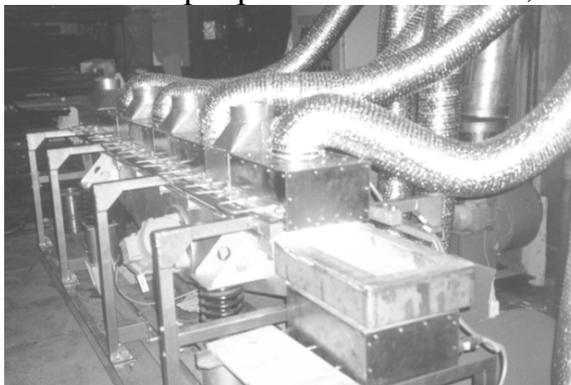


Рисунок 1 – Сушарка з інфрачервоними випромінювачами

Ефективність сушіння, а також якісні показники оброблених продуктів в апаратах віброкиплячого шару значно вище, ніж у стрічкових конвеєрних сушарках з інфрачервоними випромінювачами, які використовуються традиційно. Термообробка продукту в стрічкових сушарках здійснюється в нерухомому шарі, в результаті чого відбувається нерівномірний розподіл тепла і вологи, місцеві перегріву матеріалу, що призводить до зниження якості готового продукту. Транспортним органом у стрічкових сушарках є металева сітка або гумотканинна стрічка, тому область застосування даних сушарок обмежена, оскільки сітка не дозволяє вести обробку дрібнодисперсних порошків, а гумотканинна стрічка обмежує температуру обробки матеріалу. Сушарки з інфрачервоними випромінювачами позбавлені цих недоліків, оскільки транспортним органом у них є сталевий лоток, по якому можуть переміщатися із заданою швидкістю як зернисті, так і порошкоподібні продукти, а температура їх обробки може досягати 250°C.

Перелік посилань:

Романков П. Г., Сушка во взвешенном состоянии.//Л., Химия, 1968, 116 с.

УДК 631.365

ЖИВИЛЬНИК ДИСКОВИЙ

студенти: Подиман Г.С., Поленок Р.В., доц. Скуратовський А. К.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Живильники дискові призначені для рівномірної видачі сипких кускових і зернистих матеріалів з бункерів, воронки та інших ємностей у технологічні машини. Живильник дисковий (Рисунок 1) складається з наступних вузлів: електродвигуна, редуктора, муфти, диска, завантажувального патрубку, манжет, каркаса, валу приводного, чаші, кронштейна, ножа, рами, електроприводу ножа.

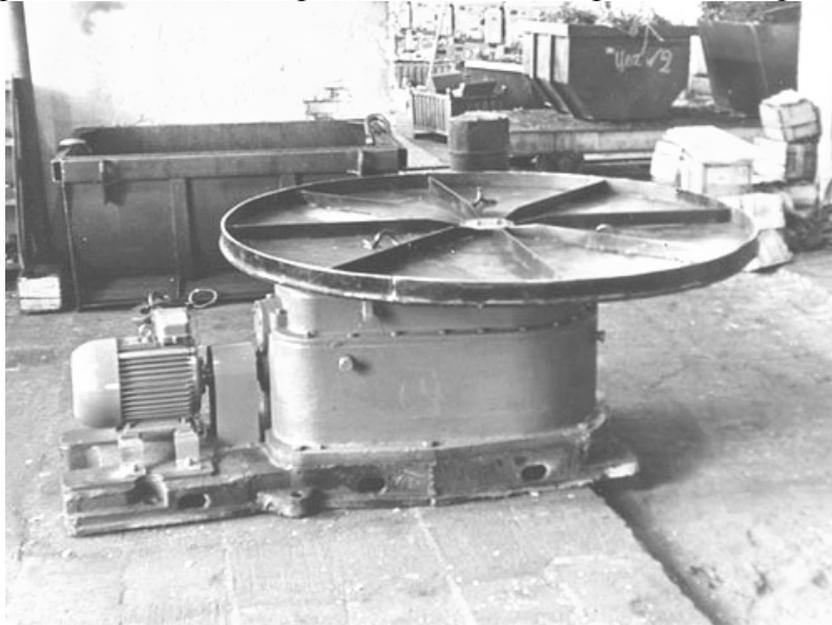


Рисунок 1 – Живильник дисковий

Матеріал, який висипається з бункера або лійки, розташовується на диску у вигляді зрізаного конуса, твірна якого нахилена під кутом природного ухилу матеріалу. При обертанні диска частина матеріалу знімається поворотним ножом (скребком) і направляється на випуск в розвантажувальне вікно. Продуктивність регулюється підніманням і опусканням манжети, що дає різну насипку матеріалу на диск, а також зміною положення ножа по відношенню до диска, що визначає товщину шару, що знімається. Комбінуючи перестановку манжети або ножа, можна точно відрегулювати продуктивність живильника, не вдаючись до зміни числа обертів диска. Для безступінчастого регулювання обертів дисків і частоти подвійних ходів живильники можуть комплектуватися пристроєм частотного регулювання обертів асинхронного двигуна (замість приводу з постійним струмом).

Перелік посилань:

Сапожников М.Я. Справочник по оборудованию заводов стройматериалов, М., 1970.

УДК 631.365

ВИРОБНИЦТВО ПАПЕРОВОЇ СТРІЧКИ З МАКУЛАТУРИ

студенти: Процак А.С., Колобашкін Л.В., доц. Скуратовський А. К.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Сьогодні існує велика кількість паперових стрічок, які розрізняються за ціною, виробниками і звичайно, якістю. Для створення паперу необов'язково використовувати натуральну целюлозу. Цього можна добитися навіть при її виробництві з макулатури. Такий спосіб виготовлення є економічно вигідним, оскільки варіння целюлози - більш енергоємний і витратний процес, ніж переробка макулатури і небезпечний для екології. Можливо в недалекому майбутньому такий спосіб виготовлення стане вимушеним, адже за попередніми підрахунками однією тонною вторинної сировини можна врятувати 5 кубометрів деревини, а це приблизно 20-25 дерев.



Рисунок 1 – Машина для виготовлення паперової стрічки.

Вся макулатура сортується на папір і картон, потім відбувається її переробка в наступній послідовності: сировину подрібнюють; змішують з водою, щоб вийшла однорідна маса; вимивають друкарську фарбу за допомогою мила і засобів для чистки; видаляють всі сторонні тіла (металеві дужки, пластик, клей та інше); подають очищену масу на спеціальне обладнання для виробництва паперової стрічки. Подальший етап - це виготовлення різних виробів, від туалетного паперу і серветок до газет, коробок та багатьох інших необхідних предметів.

Перелік посилань:

Справочник бумажника (технолога). Т. 1. - М.; Л.: Гослесбумиздат, 1955. -791 с.: ил.

УДК 631.365

ПАПЕРОРОБНІ МАШИНИ

студенти: Терещенко В.О., Візерський Д.С., доц. Скуратовський А. К.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Сучасні технології дозволяють виготовляти папір при високому ступені механізації та автоматизації процесів з гарантією якості. Сьогодні папероробна машина здатна за хвилину видати до двох кілометрів паперового полотна шириною до 10 метрів. Для виробництва рулонного паперу машина повинна має такі частини: **-мокру (сіткову)**, де відбувається формування полотна. В ній розчин целюлози направляється з напірного ящика на сітку-транспортер, де за допомогою валків з неї відводиться майже 90 % вологи і збільшується щільність маси волокон; **-пресову (press section)**, де йде подальша вигонка вологи (залишається близько 5-10%), причому вода видаляється вакуумуванням; **-сушильну (dryer section)**, де остаточно формуються і надаються паперу споживчі властивості (крейдування, каландрування); **-оздоблювальну**, де папір здобуває необхідну щільність, лиск, матовість або глянець, а також ріжеться на смуги. За бажанням можливе також нарізання паперу на листи.

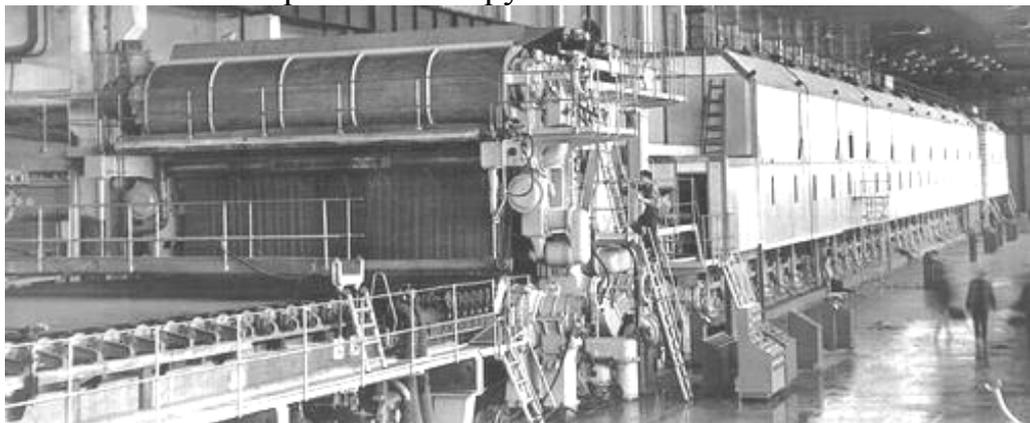


Рисунок 1 – Папероробна машина (загальний вигляд)

Зарубіжні та вітчизняні виробники папероробних машин поділяють їх в залежності від конструкцій на п'ять груп: листові, сухого формування, довгосіткові, циліндрові і комбіновані. Останнім часом розрізняють такі основні типи машин: **сітково-стілові** – які використовуються для вироблення основних видів паперу; **сітково-циліндрові** – для вироблення обмеженого асортименту багатошарового паперу і картону; **комбіновані** – які можуть мати одночасно і сітковий стіл і циліндри, тому на них можливо виготовляти двошаровий картон. Найбільш затребуваними стали машини першого типу. Машини групи сухого формування в свою чергу поділяються на методи: текстильного виробництва паперового полотна і осадження волокон (целюлози) з повітряного потоку на сітчастий барабан.

Перелік посилань:

Эйдли И. Я., Бумагоделательные и отделочные машины, 2 изд., М., 1962;

УДК 621.926:66

ПЛУГОПОДІБНИЙ ЗМІШУВАЧ

студенти: Буренко Д. Г., Бушма Я. Ю., доц. Скуратовський А. К.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Для перемішування сипучих продуктів застосовують в основному два способи: гравітаційний та примусовий (механічний). Перший здійснюється під дією сил тяжіння в барабанних, лоткових і бункерних змішувачах, другий – в шнекових і лопатевих. Змішувачі для переміщення сухих сипучих харчових продуктів поділяються на обертові і транспортуючі. До обертових змішувачів відносяться барабанні різних типів. До транспортуючих змішувачів для сухих сипучих продуктів відносяться стрічкові, лопатеві і шнекові, V-подібні, типу "п'яна бочка", а також плугоподібні. Робочими органами транспортуючих змішувачів можуть бути шнеки, в тому числі стрічкові, або лопаті, закріплені на валу. Плугоподібний змішувач використовується для технологій, що вимагають додаткового подрібнення компонентів. Завдяки унікальності робочих органів він дозволяє одноразово змішувати досить великі обсяги сухих компонентів, які при внесенні рідкої фази схильні до грудкування і налипання на робочі органи (соевий білок, борошно, крохмаль, харчові добавки, ароматизатори, барвники).

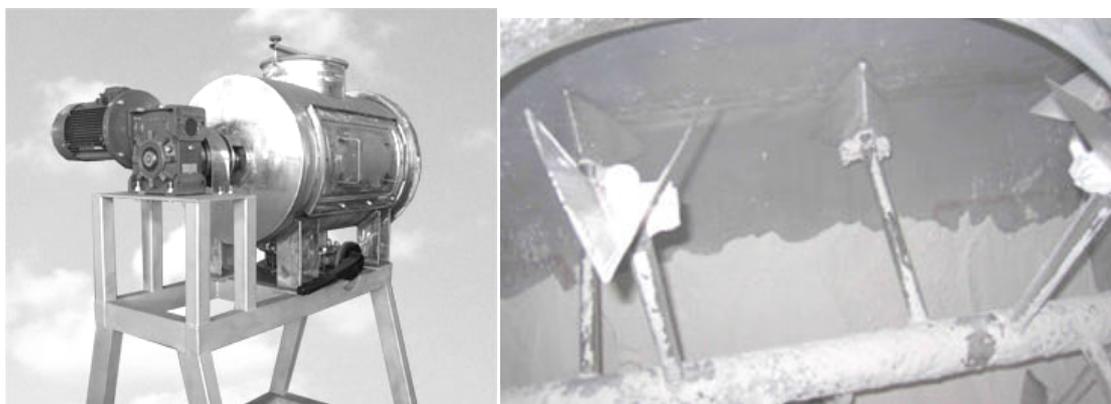


Рисунок 1 – Плугоподібний змішувач: *а*)- загальний вигляд, *б*)- внутрішній вигляд.

Інструментом, який служить в якості перемішувача є плуги, які обертаються всередині циліндра. В результаті їх обертання виникають вихрові відцентрові сили, які здатні викликати хаотичний рух частинок матеріалу. Привід змішувача складається з електродвигуна і редуктора, які з'єднані з приводним валом за допомогою сполучної муфти.

Перелік посилань:

Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. М.: Химия, 1977. 369 с.

УДК 621.891,822

СПРЯЖЕНІСТЬ ВАЛІВ ТА ОСЕЙ З КІЛЬЦЯМИ ПІДШИПНИКІВ

студ.: Витвицький В.М., Малащук Н.С., Салій С.С., с.н.с. Герасимов Г.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Більшість результатів оцінки експлуатації різних машин часто переносяться на механізми, що їх складають, головними з яких є вали і осі на опорах.

Одним із основних завдань конструктора є забезпечення працездатності опорного вузла механізму чи машини при заданих навантаженнях (F) та швидкостях (V).

Підшипником ковзання (ПКз) називається нерухома опора цапфи, яка обертається і працює в умовах відносного руху поверхонь, що дотикаються, зазвичай, розділених шаром мастила. Підшипником кочення (ПКч) називається опора, яка являє собою сукупність деталей, частково навантажених і розвантажених, що мають кульки чи ролики, які відокремлені один від одного сепаратором (Рис 1). Їхні силові розрахунки являють собою різні методики, головними параметрами яких залишаються F і V.

Рисунок 1 відповідно супроводжується середнім значенням коеф. тертя – $f_{\text{сеп}}$, що за довідковими даними дорівнює: $f_{\text{сеп}} = 0,025$ - для 1а); $f_{\text{сеп}} = 0,08$ - для 1б) [1].

Відомо про те, що підшипники з'явилися раніше від їх розрахунків, що багатоговіковий проміжок часу їх використання випереджував критерії їх розрахунку. Це підтверджує технічна література (Табл. 1).

Таблиця 1. Деякі структурно-розрахункові формули ПКз та ПКч

№	Тип	Методична література	Формула	Числові значення параметрів
1	ПКз	[3]	Критерій Зоммерфельда $S_0 \leq \frac{p\psi^2}{\eta\omega}$	$ S_0 = 0,28 \dots 10$
		Проектирование механических передач. Чернавский С. А. и др. Изд. четвертое. М. "Машиностроение", 1976, 607 с.	Радиальная нагрузка на подшипник $P_R = \frac{\mu\omega}{\psi^2} dl\Phi_R$	$\Phi_R = 0,07 \dots 110,48$
2	ПКч	[3]	Коеффициент работоспособности $C = Q(nh)^{0,3}$	$C = 3,4 \dots 980$
		ГОСТ 18855-82. Подшипники качения. Расчет динамической грузоподъемности, эквивалентной динамической нагрузки и долговечности.	Долговечность $L = a_1 a_{2,3} \left(\frac{C}{Q}\right)^\alpha$	$(a_1 \cdot a_{2,3})_{\text{сеп}} = 0,37$

При конструюванні підшипників, можуть використовуватися різні види тертя (Рисунок 2). Для їхнього опису приймаємо умовну модель, головною ознакою якої є особливості спряження фрикційного контакту. Опорою для наведеної ілюстрації являється різний по фізико-хімічній суті проміжний шар між твердими тілами [2].

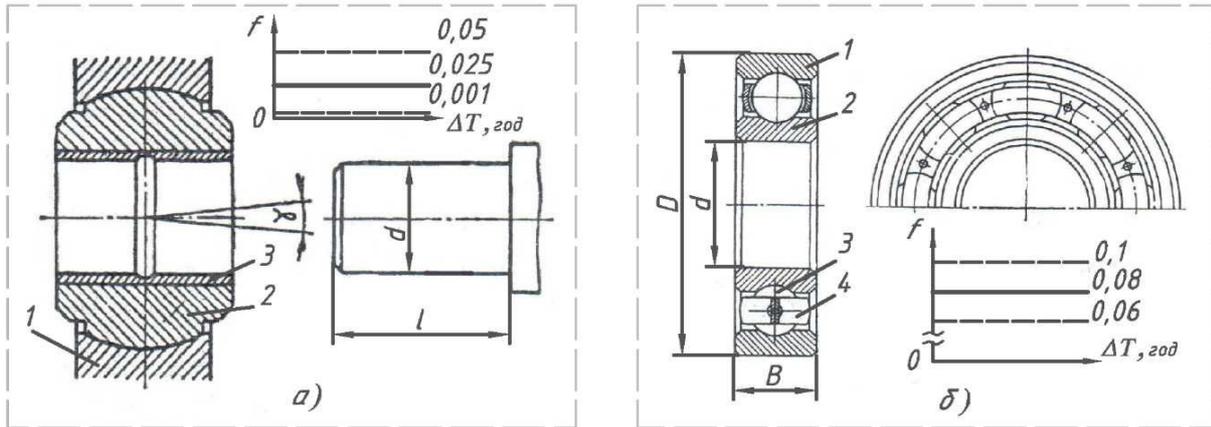


Рис.1 - Конструкція типових підшипників ковзання (а) і кочення (б) з їх середнім коеф. тертя f

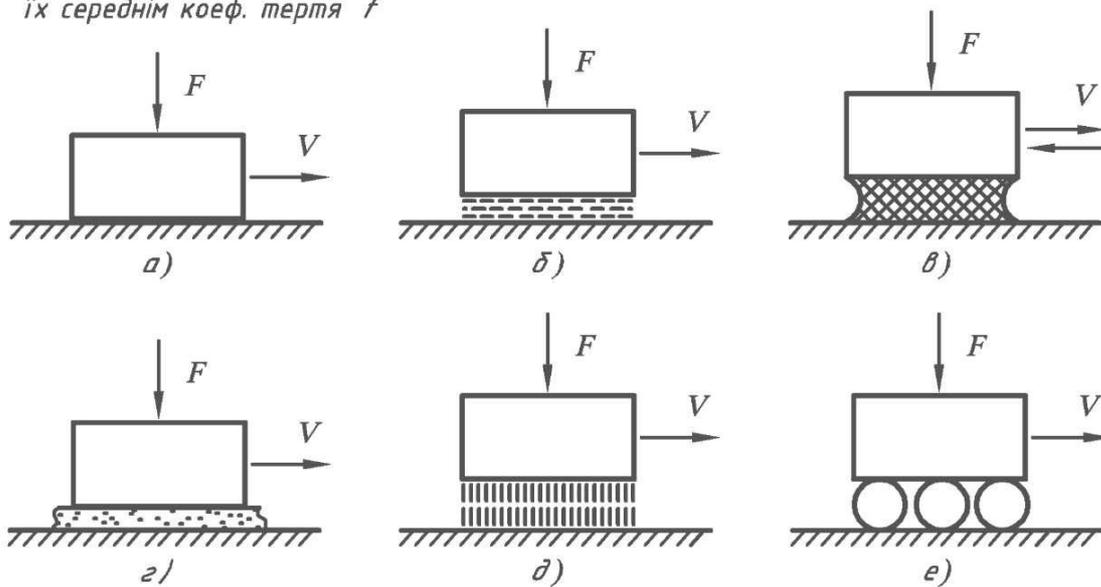


Рис.2 - Види тертя спржень цапфа - підшипники ковзання: а) - без змащування; (б-д) - зі змащуванням: б) - мастилом, в) - еластомером, г) - стрічками полімера та ін., д) - електростатичними або електромагнітними полями; - підшипники кочення - е) кульками або роликами

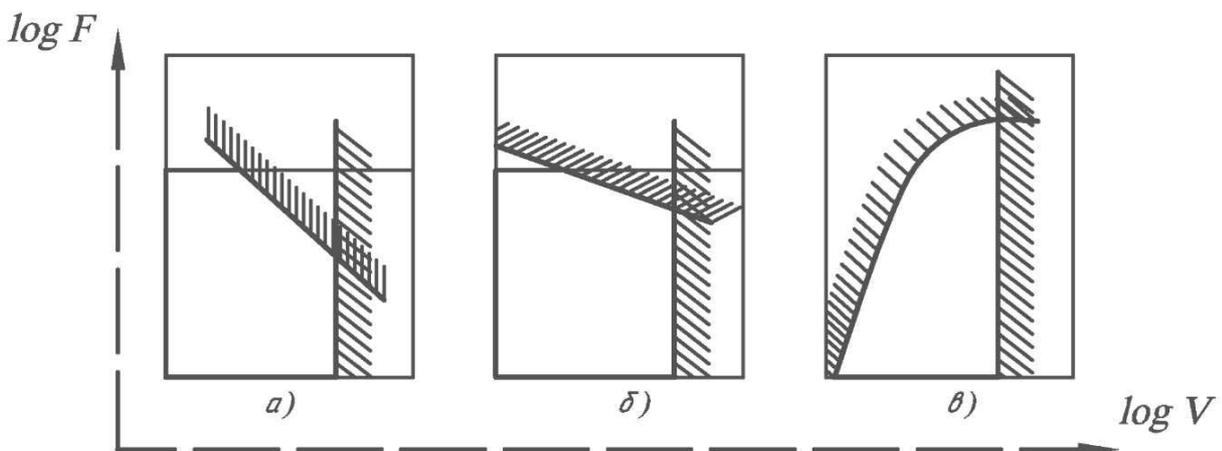


Рис.3 - Контури робочих зон підшипників: (а) - ковзання без змащування, (б) - кочення шарикових, (в) - ковзання з гідродинамічним змащуванням

Відмітимо, що Рисунок 2e) логічно повинен був би ілюструвати ще газово-повітряне змащування.

Критерії розрахунку підшипників змінювались за відносно малі проміжки часу. Сучасні рекомендації мають деякі розрахункові коефіцієнти, що значно змінюють числові параметри ресурсу опор, наприклад: коеф. завантаженості підшипника ковзання Φ_R , що визначає навантаження P_R , змінює його у 1578 разів (!), а добуток корегуючих коефіцієнтів підшипника кочення - довговічності за ступенем надійності - a_1 , за властивостями матеріалу - a_2 та за умовами експлуатації - a_3 - при середніх значеннях дорівнює $a_1 \cdot a_{2,3} = 0,37$; це зменшує розрахункову довговічність підшипника кочення майже у три рази (!). Застарілі методики підбору підшипників також грішили великим розкидом значень: критерій наявності рідинного тертя S_0 змінюється у 36 разів (!), а коеф. працездатності C - у 288 разів !.

На Рисунок 3 зображені контури робочих зон деяких підшипників у координатах $\log F$ і V . Робочі зони на Рисунок 3a) і 3б) мають вигляд чотирикутника із ламаною верхньою лінією, тобто - п'ятикутника; а робоча зона Рисунок 3в) – "вітрильного" трикутника. Спільним для цих трьох робочих зон є обмеженість по вертикалі, тобто, головним чином, залежність від навантаження F .

Роблячи висновки, бачимо, які характерні види тертя підшипників існують взагалі, які принципові відмінності існують між ПКз і ПКч [4, 5]; що гідродинамічна теорія змащування ПКз розвивається вже більше ста років, а методика розрахунку ПКч навіть на даний момент може бути зменшена за показниками їх підбору практично у три рази; що отримані нові композиційні та полімерні матеріали для ПКз і що роботи по новим конструкціям ПКч продовжують доволі часто публікуватись і зараз.

Перелік посилань

1. Определение коэф. трения в подшипниках кочення и скольжения. Методические указания к оформлению лабораторных работ по курсу "ДМ". (Сост. Тривайло М.С., Герасимов Г.В., Стадник В.А. и др.) К. КПИ, 1982, 43-62 с.
2. Halling J. A. Tribological approach to bearing desing. Des. Eng. (Gr. Brit.), 1976, Nov., 59, 61...65.
3. Детали машин в примерах и задачах. Под ред. С.М. Башеева. Изд. "Вышэйшая школа", Минск 1970, 488с.
4. И.И. Агулов, И.А. Ковтюк, Г.В. Герасимов. Применение полиамидов для подшипников машин, работающих в абразивных и коррозионно-активных средах. Тезисы докладов научно-технической конференции "Применение композиционных полимерных материалов в народном хозяйстве". Минск, 1974, с. 52-53.
5. Тривайло М.С., Герасимов Г.В., Стадник В.А. Упрощение ремонта крупногабаритных упорных роликоподшипников. Материалы международной конференции "Технологии ремонта машин и механизмов". Ремонт-98. Киев, 1998, Часть I. с. 37-38.

УДК 621.825.5

НОВІ ОСОБЛИВОСТІ НЕВІД'ЄМНОГО З'ЄДНАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ

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

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Серед класифікації муфт пружні займають лише десяту частину пристроїв з'єднань перехідних кінців валів, осей та інших стрижнів, що зменшують динамічні навантаження. Найбільш поширеною є муфта МУВП (Рисунок1, а) [1], що складається з двох дискових півмуфт, в одній з яких закріплені пальці з резиновими втулками, що входять у циліндричні отвори іншої. В наш час користуються новим ГОСТом на МУВП [2], у якому представлені нові табличні дані, що охоплюють діаметри (d) від 9 до 160 мм. Півмуфти виготовляються із чавуна СЧ20, пальці – із сталі Ст45 з ГОСТ 1050.

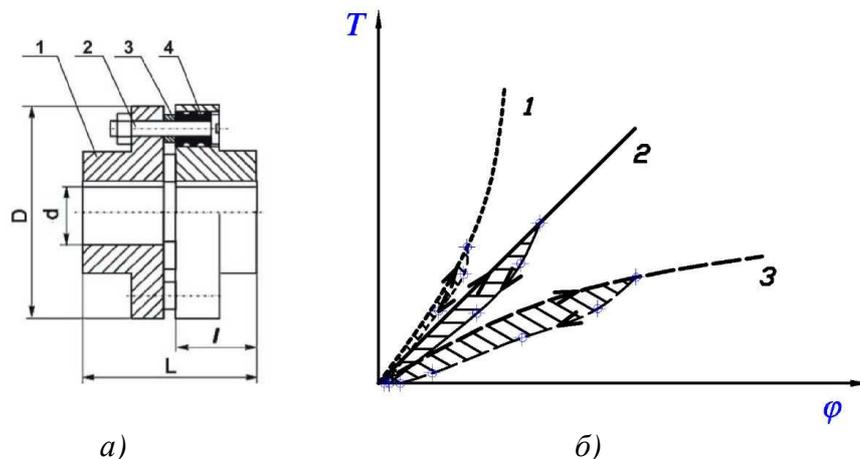


Рисунок1. Муфта МУВП а) та її характеристики б) - 1) - квазіпружна, 2) - з постійною та 3) - зі змінною жорсткістю; з їх демпфуючими особливостями - енергією, що безперервно поглинається муфтою за один цикл

Стандартні муфти вибирають по розрахунковому крутному моменту $T_{кр} = 6,3...16000 \text{ Нм}$ та перевіряють на зминання та згин за апробованими формулами.

Пружний зв'язок півмуфт дозволяє компенсувати не співвісність валів, змінювати жорсткість системи, знижувати ударні перевантаження. Однією з основних її характеристик є жорсткість: $C_{\varphi} = \frac{dT}{d\varphi}$, де T – крутний момент, що передається муфтою; φ - кут закручення муфти моментом T , які характеризують пружність постійної та змінної жорсткості (Рисунок1, б) [3, 4]. Змінну жорсткість мають муфти з неметалевими пружними елементами, що не підкоряються закону Гука, який характеризує здатність машини витримувати різкі зміни навантаження.

Запропоновані нами удосконалення МУВП підвищують характерні особливості таких муфт (Рисунок3).

Муфта на Рисунок 3 а виконана з прорізами 5 в фланці півмуфти 4, що підвищує еластичність передачі муфтою навантаження, зменшує її масу і покращує охолодження пружних елементів. Все це в великій мірі підвищує довговічність муфт. Їх виготовлення не важке, легко здійснюється на будь-якому виробництві спільного машинобудування, в господарствах шляхом обробки на токарних станках стандартних МУВП. Простота виготовлення таких муфт обумовила широке її введення в експлуатацію на різноманітних підприємствах країни.

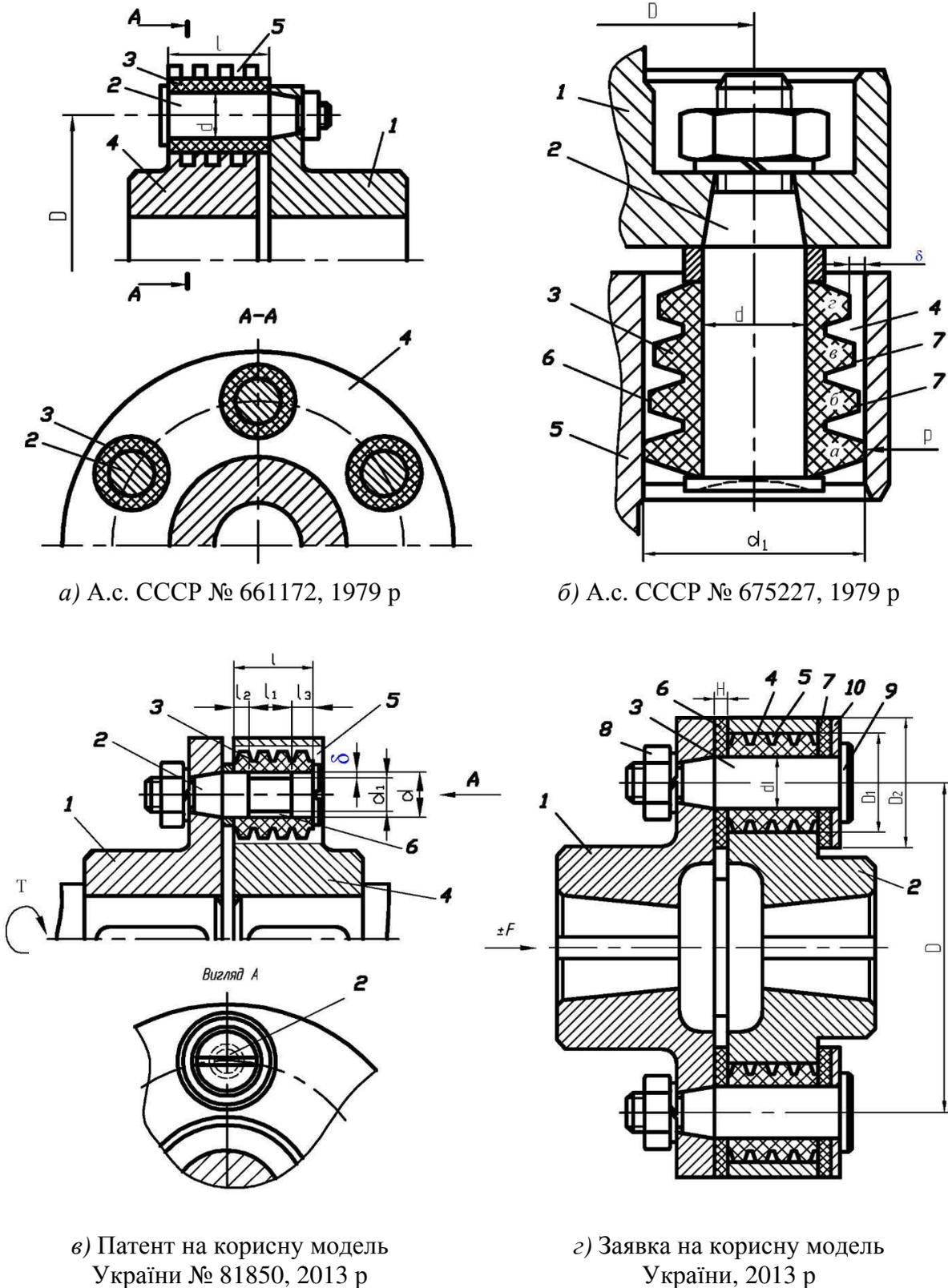


Рисунок 3. "КПШні" модифікації МУВП

На Рисунок 3 б зображена передача навантаження, яка починається з відкритого торця пальців (точка *a*), яка являється місцем найменшої жорсткості пальців 2. В цьому місті втулки 3

мають максимальний зовнішній діаметр d_1 , рівний внутрішньому діаметру отворів 4, що їх охоплюють півмуфти 5. При подальшому рості навантаження P по чергово вступають в роботу наступної ступені b , v і z . Наявність радіального зазору δ між деталями 3 і 5, величина якого в кожному конкретному випадку підбирається експериментально з умови рівномірного розділення навантаження по довжині пальців і не перевищує величину пружної деформації пружних втулок 3 в кінцях пальців 2, підвищують плавність і рівномірність навантаження пружних елементів, що в 2-2,5 разів збільшує довговічність муфт [5].

В основі патенту (Рисунок 3 в) поставлена задача зменшення жорсткості шляхом модифікації форми поверхні пальців. Муфта містить ведучу півмуфту з циліндричними пальцями і розташованими на них гумовими втулками, а також ведену півмуфту з отворами, в яких розташовані пальці ведучої півмуфти з циліндричними проточками, глибина яких складає 0,5-0,7 від величини максимальної деформації еластичних втулок. Завдяки цьому, забезпечується поетапна, замість одночасної, деформація втулок по їх довжині, що призводить до зміни характеристики жорсткості з лінійної на лінійно-ступінчасту, внаслідок чого зростають інтенсивність гасіння крутильних коливань та еластичність передачі навантаження.

Муфта (Рисунок 3 г) забезпечує одночасну передачу, окрім колових, ще й осьових навантажень і розширює цим область використання. Осьове навантаження між півмуфтами 1, 2 передається через еластичні шайби 6, 7. Так, при дії на ведучу півмуфту 1 осьової сили ($+F$) вона тисне на еластичні шайби 6, а при зміні її напрямку на ($-F$) – на шайби 7 і передає її на ведену півмуфту 2. Еластичні втулки 4 під дією колової сили (не показана) та еластичні шайби 6, 7 під дією осьової сили F пружно деформується, що забезпечує плавність передачі навантаження між півмуфтами. Завдяки забезпеченню одночасної передачі як колових, так і осьових навантажень, зростають експлуатаційні властивості муфти, розширюючи цим область використання.

Висновки:

1. Показана важливість властивостей пружних муфт: жорсткість, демпфуюча здатність і питома енергоемність;
2. Запропоноване удосконалення, що забезпечує передачу муфтою не лише колових, а й осьових навантажень;
3. Приводяться деякі із муфт, розроблені на рівні винаходу, що отримали широке застосування в народному господарстві.

Перелік посилань:

1. Упругие втулочно-пальцевые муфты (МУВП, ГОСТ 21424-75).
2. Муфты упругие втулочно-пальцевые (МУВП, ГОСТ 21424-93).
3. М. И. Иванов. Детали машин. Изд. шестое, переработаное. Учебник для ВУЗОВ М. «Высшая школа 2» 2000, с.384.
4. М. С. Тривайло, Ю. М. Гузенко, Г. В. Герасимов и др. Конструкции и элементы расчета муфт приводов при курсовом проектировании. Киев. КПИ, 1985, с. 37.
5. Ю. М. Гузенко, Г. В. Герасимов, Л. И. Кожовников и др. Муфты с рифлеными ступенчатыми элементами. Технология и организации производства №2. 1988, Киев, с. 49.

Рішення

ХІІІ всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених

”Обладнання хімічних виробництві підприємств будівельних матеріалів”
Київ -2013

На заключному пленарному засіданні конференції було прийнято наступне рішення:

1. Роботу Організаційного комітету Національного технічного університету України «КПІ» з підготовки та проведення заходів у рамках ХІІІ всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених ”Обладнання хімічних виробництві підприємств будівельних матеріалів” схвалити.

2. За результатами обговорення представлених на конференції доповідей визнати перспективність виконаних досліджень та схвалити доцільність подальшого розвитку та поглиблення наукових розробок у відповідних наукових напрямках, що визначені в проблематиці конференції.

3. З метою створення науково-методологічних основ вивчення основних ресурсоенергозберігаючих заходів, обладнання теплотехнологій та хімічних технологій в Україні рекомендується залучити матеріали конференції до дисциплін «Процеси, апарати і машини галузі» та «Способи підвищення ефективності масообміну» з розробкою відповідного методичного забезпечення.

4. Підвищити рівень залучення студентів, аспірантів до наукових досліджень України в галузі процеси та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв.

5. Видати збірник праць конференції.

6. Просити голів секцій конференції визначити доповіді від секцій для опублікування у журналі «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження». Учасникам конференції представити рекомендовані доповіді у вигляді публікацій згідно правил публікацій відповідних журналів.

7. Визначити за доцільне поширення інформації про конференцію в засобах масової інформації та залучення до наступних конференцій широкого кола вітчизняних і іноземних науковців.

8. Організатори конференції висловлюють вдячність всім учасникам конференції.

Завідувач кафедру машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництва НТУУ «КПІ»



Я.М.Корнієнко

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

Ардиковський О.В., Степанюк А.Р. МОДЕРНІЗАЦІЯ БЛОКУ ВАКУМНОЇ ПЕРЕГОНКИ НАФТИ З РОЗРОБКОЮ ТЕПЛООБМІННИКА ТРУБА В ТРУБІ	4
Бонкало Р.К., Швед М.П. МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА В СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІЕТИЛЕНУ ВИСОКОГО ТИСКУ	6
Айдінов А. С., Степанович А. М., Двойнос Я. Г. МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА - ПІДГРІВАЧА БЕНЗИНУ	8
Демчук Д.Ю., Степанюк А.Р. МОДЕРНІЗАЦІЯ БЛОКУ АТМОСФЕРНОЇ ПЕРЕГОНКИ НАФТИ З РОЗРОБКОЮ ПАРОГЕНЕРАТОРА	10
Муляр В.П., Михальчук О.Д. ВИПАРНИЙ АПАРАТ У СХЕМІ ОТРИМАННЯ АЗОТНОЇ КИСЛОТИ	12
Марушевський С.О., Михальчук О.Д. КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛООБМІННИК У СХЕМІ ОТРИМАННЯ АЗОТНОЇ КИСЛОТИ	14
Дейсан А.Є., Швед М.П. МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА В СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІЕТИЛЕНУ НИЗЬКОГО ТИСКУ	16
Куріньовський О. В., Гулієнко С. В. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПРОЦЕСУ БЛОКУ ВІСБРЕКІНГУ	18
Онищенко О.А., Михальчук О.Д. КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛООБМІННИК В СХЕМІ ПРОЦЕСУ ТРИРАЗОВОГО ВИПАРЮВАННЯ НАФТИ	20
Кот Р.О., Семінський О.О. ЛІНІЯ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ ЛІЗИНУ	22
Попович А.Г., Михальчук О.Д. ПОВІТРЯНИЙ ХОЛОДИЛЬНИК НА СХЕМІ ПРОЦЕСУ ДВОРАЗОВОГО ВИПАРЮВАННЯ НАФТИ	24
Янда І.В., Степанюк А.Р. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПРОЦЕСУ ТРИРАЗОВОГО ВИПАРЮВАННЯ НАФТИ	26
Рязанцев Є.В., Михальчук О.Д. КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛООБМІННИК В СХЕМІ ПРОЦЕСУ ТРИРАЗОВОГО ВИПАРЮВАННЯ НАФТИ	28
Сорока М.А., Степанюк А.Р. МОДЕРНІЗАЦІЯ БЛОКУ ВИПАРОВУВАННЯ НАФТИ ПІД ВАКУУМОМ	30

Степанович А. М., Айдінов А. С., Двойнос Я. Г. МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА З U- ОБРАЗНИМИ ТРУБАМИ	32
Юрченко О.І., Степанюк А.Р. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПРОЦЕСУ ТРИРАЗОВОГО ВИПАРЮВАННЯ НАФТИ	34

СЕКЦІЯ 2

«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ БІОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

Лялька Г.О., Семінський О.О. ВИПАРНА УСТАНОВКА В СЕКЦІЇ УПАРЮВАННЯ РОЗЧИНУ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННИХ ЕКСТРАКТІВ	37
Мартюк С.В., Новохат О.А. МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ГУСТОГО ЕКСТРАКТУ КРОПИВИ СОБАЧОЇ	39
Святов В.В., Зайцев С.В. ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ЛІЗИНУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ	41
Лялька М.О., Швед М.П. ВДОСКОНАЛЕННЯ КОЖУХОТРУБНОГО КОНДЕНСАТОРА НА ДІЛЬНИЦІ ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННИХ ЕКСТРАКТІВ	43
Піскун Є.В., Улітько Р.М. ЛІНІЯ ОТРИМАННЯ ХЛОРИДУ КАЛІЮ	45
Поліщук М.О., Зубрій О.Г. МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ДРІЖДЖІВ З РОЗРОБКОЮ ДРІЖДЖЕВИРОЩУВАЛЬНОГО ЧАНА	47
Гнатюк Н.М., Зубрій О.Г. МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ДРІЖДЖІВ З РОЗРОБКОЮ ГІДРОЛІЗАПАРАТА	49
Шеляг А.В., Зайцев С.В. СУЧАСНІ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ДРІЖДЖІВ	51
Кротенко К.С., Собченко В.В., СУШАРКА ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ГІДРО СИЛІКАТНОГО ТЕПЛОІЗОЛЮЮЧОГО МАТЕРІАЛУ	53
Швед М.П., Єлманов С.Д., Зубрій О.Г. МОДЕРНІЗАЦІЯ РОЗПИЛЮЮЧОЇ СУШАРКИ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА АНТИБІОТИКІВ	55

СЕКЦІЯ 3

«ОБЛАДНАННЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЗАОЩАДЖУЮЧИХ І ЕКОБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ХОЛОДИЛЬНИХ І ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

Солейко А.О., Андреев І.А. ФОРМУВАННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ	58
Коваль О.С., Гулієнко С.В. ГЕНЕРАТОР ПАРИ СЕРЕДНЬОГО ТИСКУ УСТАНОВКИ ВІСБРЕКІНГУ	60
Крошко В.В., Гулієнко С.В. МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА УСТАНОВКИ ВІСБРЕКІНГУ	62
Воробей Н.Г., Гулієнко С.В. МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОГО НАГРІВАННЯ ГУДРОНУ УСТАНОВКИ ВІСБРЕКІНГУ	64
Сеген Я.К., Ракицький В.Л. МОДЕРНІЗАЦІЯ АПАРАТА ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ПАРИ АМІАКУ В ХОЛОДИЛЬНІЙ УСТАНОВЦІ	66
Беца А.М., Андреев І.А. ЗАСТОСУВАННЯ КОЖУХОТРУБНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ В ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА ПРОГРАФІЧЕНОЇ ТКАНИНИ	68
Василько О.С., Дуда Б.І. МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОВІТРЯНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА УСТАНОВКИ ГАЗОФРАКЦІЮВАННЯ	70
Лагодюк В.В., Дуда Б.І. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА КАТАЛІТИЧНОГО КРЕКІНГУ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ ПАРОГЕНЕРАТОРА	72
Маруненко Н.О., Гулієнко С.В., МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА УСТАНОВКИ ВІСБРЕКІНГУ	74
Овчарук І.І., Дуда Б.І. МОДЕРНІЗАЦІЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА УСТАНОВКИ ГАЗОФРАКЦІЮВАННЯ	76
Мартиненко Я.М., Андреев І.А. МОДЕРНІЗАЦІЯ ВОГНЕЗАТРИМУВАЧА	78
Олексієвець А.Ф., Андреев І.А. ПРОЦЕС ЗМІШУВАННЯ ФІБРОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ	80

СЕКЦІЯ 4
«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»

Аксьонов І.О., Новохат А.О. МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРЕСУ ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ	83
Гузь К.М., Новохат О.А. ЖОЛОБЧАСТИЙ ПРЕС КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ	85
Кравець Н. В., Улітько Р.М. МАШИННИЙ КАЛАНДР КРМ	87
Карпенко К.О., Новохат О.А. ПЕРША ПРИВІДНА ГРУПА СУШИЛЬНОЇ ЧАСТИНИ КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ	89
Пархоменко А.А., Новохат О.А. МОДЕРНІЗАЦІЯ ЦИЛІНДРУ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ	91
Федорук А.В., Мельник О.П. МОДЕРНІЗАЦІЯ КОМБІНОВАНОГО ПРЕСА КРМ	93
Білокриницький В.П., Улітько Р.М. МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОВОРОТНОГО ПРЕСУ КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ	95
Сметанюк І.С., Семінський О.О. КОНСТРУКЦІЇ МАШИННИХ НАКАТІВ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ НА СУЧАСНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ ЦПВ КРАЇН СНД	97
Лебідь П.В., Улітько Р.М. СУШИЛЬНА ЧАСТИНА ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ З РОЗРОБКОЮ ЛОЩИЛЬНОГО ЦИЛІНДРА	99

СЕКЦІЯ 5
«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА»

Довгаль О.О., Штефан Н. І. ФІЗИЧНИЙ МАЯТНИК. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТІВ ІНЕРЦІЙ ТІЛ	102
Гоцький Я. Г., Штефан Н. І. РІВНЯННЯ РУХУ ТІЛА ЗМІННОЇ МАСИ. ОСНОВНІ ТЕОРЕМИ ДИНАМІКИ	103
Бевз Д.О., Штефан Н. І. РУХ ЗА ІНЕРЦІЄЮ ТВЕРДОГО ТІЛА З ОДНІЄЮ НЕРУХОМОЮ ТОЧКОЮ (ВИПАДОК ЕЙЛЕРА)	104

Панченко Д.В., Штефан Н. І. ДОДАТКОВІ ДИНАМІЧНІ РЕАКЦІЇ. СТАТИЧНЕ І ДИНАМІЧНЕ ЗРІВНОВАЖУВАННЯ ТІЛА	105
Панченко Д.В., Штефан Н. І. ЗСТОСУВАННЯ ТЕОРЕМИ ПРО ЗМІНУ КІНЕТИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У ВІДНОСНОМУ РУСІ ТОЧКИ	106
Захарова Д. Р., Штефан Н. І. МЕТОДОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ЗАКОНІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕХАНІЦІ	107
Ліфан А. М., Штефан Н. І. ПРЯМИЙ ЦЕНТРАЛЬНИЙ УДАР ДВОХ КУЛЬ	108
Телестаков Є.А., Штефан Н. І. ОКРЕМІ ВИПАДКИ ТЕОРЕМИ ОСТРОГРАДСЬКОГО – КАРНО ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ У ТЕХНІЦІ	109
Фільова А.Р., Штефан Н. І. СТІЙКІСТЬ ОБЕРТАННЯ ТВЕРДОГО ТІЛА НАВКОЛО ГОЛОВНИХ ОСЕЙ ІНЕРЦІЇ	110
Пригорницький Т. М., Штефан Н. І. УМОВА НЕВАГОМОСТІ	111
Папроцька В.В., Штефан Н. І. ВПЛИВ СИЛИ ОПОРУ, ЩО ЛІНІЙНО ЗАЛЕЖИТЬ ВІД ШВИДКОСТІ, НА КОЛИВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ З ОДНИМ СТУПЕНЕМ ВІЛЬНОСТІ.	112

СЕКЦІЯ 6

«ДЕТАЛІ МАШИН»

Мурзак М.С., Кеба О.В., Скуратовський А. К. ОБЕРТАЛЬНА ПІЧ	114
Столітня Н.В., Пашенько М.А., Скуратовський А. К. СТРИЖНЕВИЙ МЛИН	115
Одарчук В.В., Іскамов А.Г., Скуратовський А. К. МУФТА З КАНАТНИМИ ПРУЖНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ	116
Кушнір О.С., Турко С.О., Скуратовський А. К. ВІБРОМЛИН	117
Гумінська А.О., Вислогузова Я.М., Скуратовський А. К. КУЛЬОВИЙ МЛИН БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ	118
Перепеличний О.В., Бояркін О.О., Скуратовський А. К. СУШАРКА ВІБРАЦІЙНА КОНВЕКТИВНА	119

Рудницький Є.А., Ящук В.О., Скуратовський А. К. СУШАРКА ВИБРАЦІЙНА З ІНФРАЧЕРВОНИМИ ВИПРОМІНЮВАЧАМИ	120
Подиман Г.С., Полєнок Р.В., Скуратовський А. К. ЖИВИЛЬНИК ДИСКОВИЙ	121
Процак А.С., Колобашкін Л.В., Скуратовський А. К. ВИРОБНИЦТВО ПАПЕРОВОЇ СТРІЧКИ З МАКУЛАТУРИ	122
Терещенко В.О., Візерський Д.С., Скуратовський А. К. ПАПЕРОРОБНІ МАШИНИ	123
Буренко Д. Г., Бушма Я. Ю., Скуратовський А. К. ПЛУГОПОДІБНИЙ ЗМІШУВАЧ	124
Витвицький В.М., Малащук Н.С., Салій С.С., Герасимов Г.В. СПРЯЖЕНІСТЬ ВАЛІВ ТА ОСЕЙ З КІЛЬЦЯМИ ПІДШИПНИКІВ	125
Витвицький В.М., Малащук Н.С., Степанюк Д.А., Герасимов Г.В. НОВІ ОСОБЛИВОСТІ НЕВІД'ЄМНОГОЗ'ЄДНАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ	128

Підписано до друку 19.11.2013 р. Формат 60x90 1/16.
Папір офсетний. Умовн. др. арк. 5,7
Друк різнограф. Тираж 200 прим. Зам. № 1911/04.

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