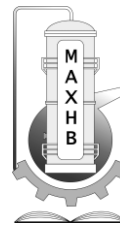


Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”
НТУУ “КПІ”

Інженерно-хімічний факультет



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

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

19-20 квітня
Київ 2015

УДК 66

ББК 35.11-5я43

О 16

Збірник тез доповідей XVI всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв підприємств будівельних матеріалів" (19-20 квітня 2015р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 152 с

Збірник тез доповідей XVI 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., доц. Андреєв Ігор Анатолійович

к.т.н., доц. Швед Микола Петрович

к.т.н., доц. Зубрій Олег Григорович

к.т.н., доц. Степанюк Андрій Романович

ІТТФ НАН України

д.т.н., професор Снежкін Юрій Федорович

Інститут Газу НАН України

к.т.н., доц. Ільєнко Борис Кузьмич

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

Комп'ютерна верстка: Улітько Р.М.

Рекомендовано до друку
кафедрою машин та апаратів
хімічних
і нафтопереробних виробництв
Протокол № 9 від
від 25 квітня 2015 р.

Посвідчення Українського інституту науково-технічної і економічної
інформації (УкрІНТЕІ) № 666 від 13.11.2014 р.

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

УДК 66.048.911

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ МАСТИЛА

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

При виробництві по очищенню мастил розчинником одним із основних видів обладнання є теплообмінні апарати. Їх частка може сягати до 50% сумарної маси всієї технологічної апаратури. Тому процес інтенсифікації процесу теплообміну супроводжується зменшенням металомісткості основного обладнання і впливає на основні техніко-економічні показники виробництва, що, у кінцевому підсумку, впливає на конкурентоздатність виробництва продукції. Мاستило відіграє дуже важливу роль в машинобудуванні. Воно служить для змащування рухомих частин в машинах та апаратах, тим самим зменшуючи коефіцієнт тертя і збільшуючи ККД, що робить його незамінним у виробництві [1].

Для вибору напряму інтенсифікації враховувалися наступні особливості:

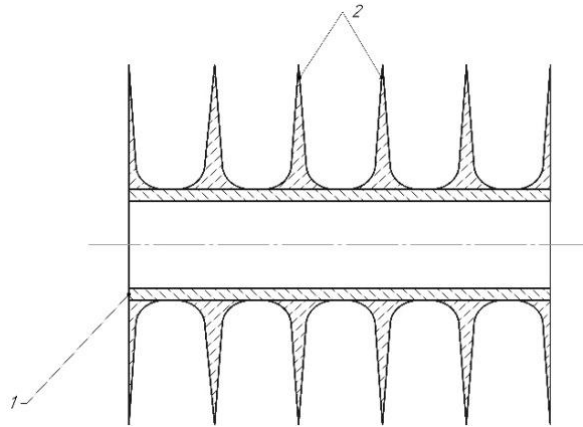
- досягнення найменших теплових та матеріальних витрат;
- гідродинамічні характеристики потоку у поєднанні із можливим полем температур в конкретному типі обладнання;
- технологічність виготовлення теплообмінного обладнання з інтенсифікацією тепловіддачі, зручність і надійність його в експлуатації.

Поставлена задача вирішується тим, що в трубчастому елементі теплообмінника, що містить спеціальне ребрення, ребрення виконане у вигляді ребер, які зі сторони труби мають параболічну форму. Спеціальне ребрення розташоване на зовнішній поверхні трубчастого елемента теплообмінника (рис. 1).

Таким чином, збільшення теплоснімання, відповідно до формули (1), можна досягти, збільшуючи коефіцієнт тепловіддачі і збільшуючи площу поверхні теплообміну.

$$Q=K \cdot F \cdot \Delta t \quad (1)$$

де: Q – теплоснімання; K – коефіцієнт теплопередачі; F – площа поверхні теплообміну; Δt – різниця температур.



1 – теплообмінна поверхня труби; 2 – спеціальне оребрення.

Рисунок 1 – Трубчастий елемент теплообмінника.

$$K = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right)} \quad (2)$$

де: K – коефіцієнт теплопередачі; α_1, α_2 – коефіцієнти тепловіддачі; λ – теплопровідність.

Збільшення коефіцієнта теплопередачі, відповідно до формули (2), можна домогтися, підвищивши менший коефіцієнт тепловіддачі [2]. Геометричні особливості спеціального оребрення сприяє турбулізації потоку теплоносія, окрім того, спеціальне оребрення сприяє інтенсифікації теплоснімання за рахунок збільшення поверхні теплообміну. Таким чином, спеціальне оребрення, припаяне до зовнішньої поверхні трубчастого елемента теплообмінника, сприяє інтенсифікації процесу теплообміну.

Перелік посилань:

1. Балтенас Р., Сафонов А.С., Ушаков А.И, Шергалис В. Моторные масла. Производство. Свойства. Классификация: научно-техническое издание. – М.: Альфа-Лаб, 2000. – 272 с.

2. Интенсификация теплообмена: Успехи теплопередачи. Т.2 / Ю.В. Вилемас, Г.И. Воронин, Б.В. Дзюбенко и др. / Под. ред. проф. А. А. Жукаускаса и проф. Э. К. Калинина. Вильнюс: Мокслас, 1988.

Модернізація установки селективної очистки турбінного мастила з розробкою теплообмінника

студентка Вислогузова Я. М., доц., к.т.н. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Турбінні мастила набули широкого використання в промисловості і призначені для змащування підшипників та допоміжних механізмів парових турбін, а також в системах ущільнення і регулювання як гідравлічної рідини і ущільнюючого середовища.

Отримання високоякісного мастила відбувається за допомогою селективної очистки.

Селективна очистка мастил - процес екстракційного вилучення з масляних дистилатів (350 – 500 °С) і деасфальтизата гудрону смол і високомолекулярних ароматичних вуглеводнів. При цьому необхідно нагрівати і охолоджувати велику кількість речовин. Для цього доцільно використовувати кожухотрубний теплообмінник [1].

Недоліком теплообмінників є недостатньо висока ефективність передачі тепла у трубному просторі.

В основу корисної моделі поставлена задача, що полягає у підвищенні ефективності тепловіддачі та зменшенні габаритів. Поставлена задача вирішується тим, що теплообмінні труби виконано з перемінним повздовжнім профілем із вставками.

Кожухотрубний теплообмінник містить розподільчу камеру з кришкою, з'єднаною з кожухом, теплообмінні труби, з'єднані перегородками з сегментними вирізами, та штуцера для між трубного і трубного простору, згідно з конструкцією, теплообмінник розміщено горизонтально, а теплообмінні труби виконано з перемінним повздовжнім профілем із вставками.

Суть модернізації пояснюється кресленням (рисунок 1, рисунок 2).

Кожухотрубний теплообмінник містить розподільні камери 1, 2 з'єднані з кожухом 3, теплообмінні труби з перемінним поздовжнім профілем 4, вставок 10 які кріпляться на стяжках 11, перегородки 5, штуцерів 6, 12 для міжтрубного простору, штуцерів 7, 13 для трубного простору, опори 8 і лінзовий компенсатор 9.

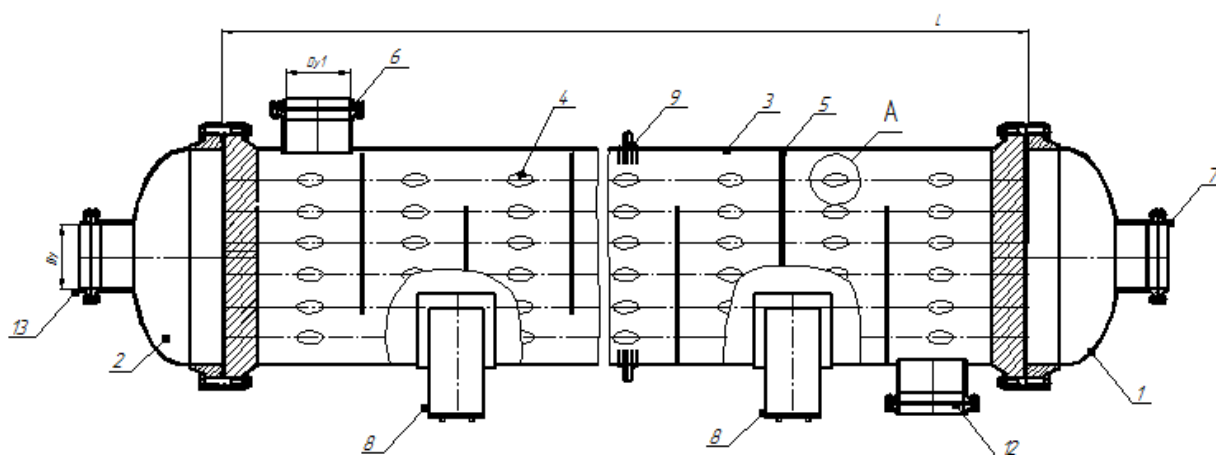


Рисунок 1– Кожухотрубний теплообмінник

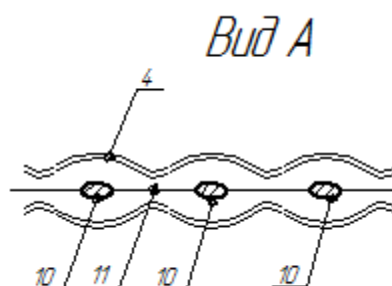


Рисунок 2 –

Модернізація конструкції теплообмінника виконана з урахуванням сучасних світових тенденцій. Перевагою є підвищення коефіцієнта тепловіддачі і, як наслідок, ефективне зменшення використання виробничої площі.

Перелік посилань:

1. Справочник нефтепереработчика: Справочник/Под ред. Г.А.

Ластовкин, Е.Д. Радченко, М.Г. Рудина.- Л.: Химия, 1986.- 648 с., ил.

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА

к.т.н., доц. І.А.Андрєєв, проф. І.О.Мікульонок, студент Перепеличний О. В.

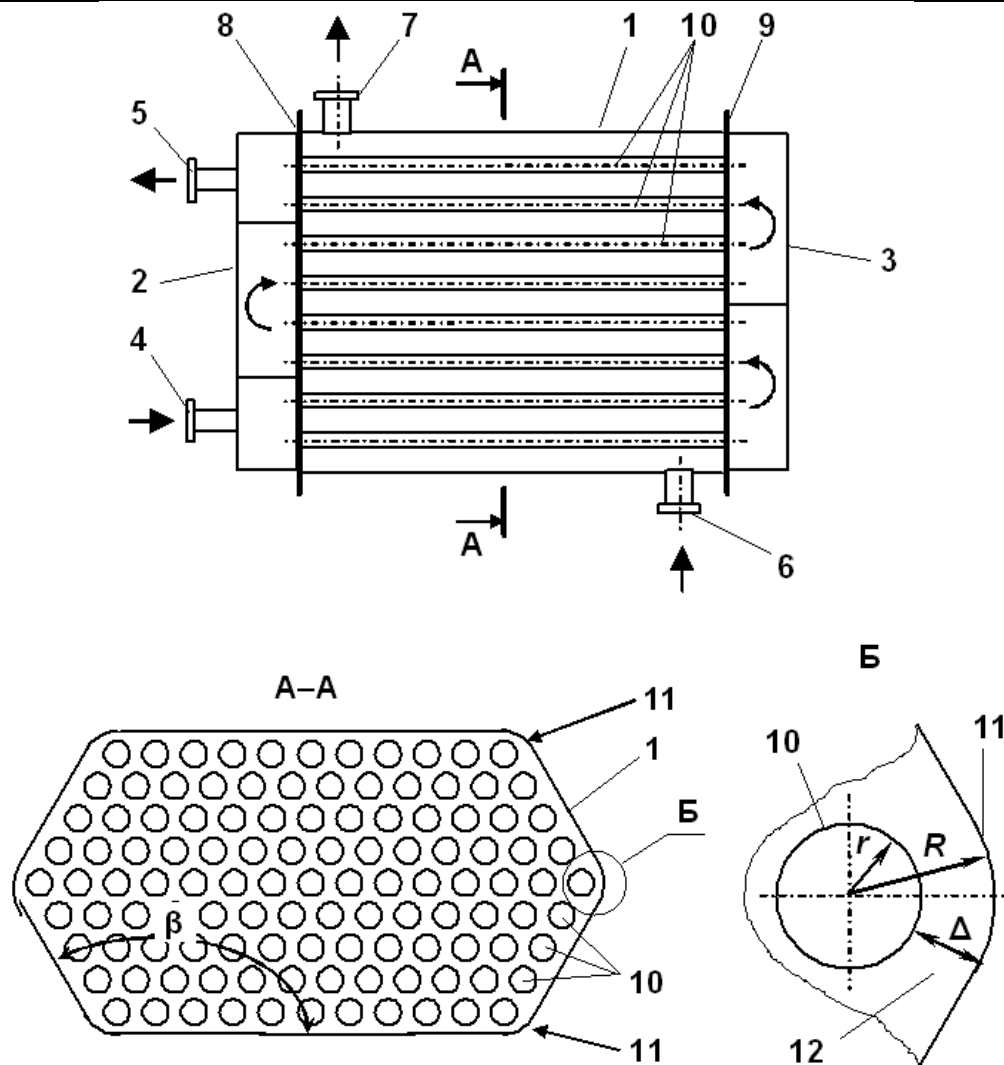
Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Для забезпечення щільного заповнення теплообмінними трубами порожнини кожуха і вирівнювання гідродинаміки потоку в міжтрубному просторі кожух у поперечному перерізі виконують у вигляді шестикутника [1]. Проте, недоліком такої конструкції є нетехнологічність виготовлення кожуха (необхідність зварювання з окремих плоских листів), а також значний гідравлічний опір біля вершин шестикутника поперечного перерізу кожуха, а отже і міжтрубного простору в цілому.

Авторами було запропоновано кожух у поперечному перерізі виконувати у вигляді шестикутника із заокругленими вершинами [2]. У найприйнятнішому прикладі виконання теплообмінника кожну з шести труб, які розташовані у вершинах шестикутника поперечного перерізу кожуха, розміщують в центрі відповідного заокруглення вершини зазначеного шестикутника (див. рисунок).

Виконання обичайки корпусу із зазначеними ознаками забезпечує можливість виготовлення кожуха з суцільної листової заготовки пластичним деформуванням на валковій листозгинальній машині, що істотно спрощує технологію виготовлення кожуха й теплообмінника в цілому. Заокруглені вершини кожуха сприяють плавності потоку теплоносія, що рухається в міжтрубному просторі між кожухом і розташованими в його вершинах теплообмінними трубами. Забезпечення постійної величини проміжку між кожухом і теплообмінними трубами, ще більш поліпшує гідродинаміку в міжтрубному просторі, а отже і зменшує його гідравлічний опір.



- 1 – кожух; 2, 3 – кришки; 4-7 – штуцери; 8, 9 – трубні решітки;
10 – теплообмінні труби; 11 – закруглені вершини шестикутника;
12 – проміжок між теплообмінною трубою і кожухом

Рисунок – Кожухотрубний теплообмінник

Перелік посилань:

1. Пат. 89976 Україна, МПК (2014.01) F28D 7/00, F28 F 9/00. Кожухотрубний теплообмінник / Андреев І.А., Беца А. М. , Мікульонок І.О.; заявник і патентовласник вони ж. – № u201313203; заявл. 13.11.2013; опубл. 12.05.2014, бюл. № 9.
2. Рішення від 23.01.15 про видачу патенту України. МПК (2014.01) F28D 7/00, F28F 9/00. Кожухотрубний теплообмінник / Андреев І.А., Мікульонок І.О., Перепеличний О.В.; заявник і патентовласник вони же. — № u201410827; заявл. 04.10.14.

УДК 621.643

НОВА КОНСТРУКЦІЯ КАЛІБРАТОРА ДВОШАРОВОЇ ГОФРОВАНОЇ ТРУБИ

к.т.н., ст. викл. Двойнос Я. Г., студент Подиман Г. С.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

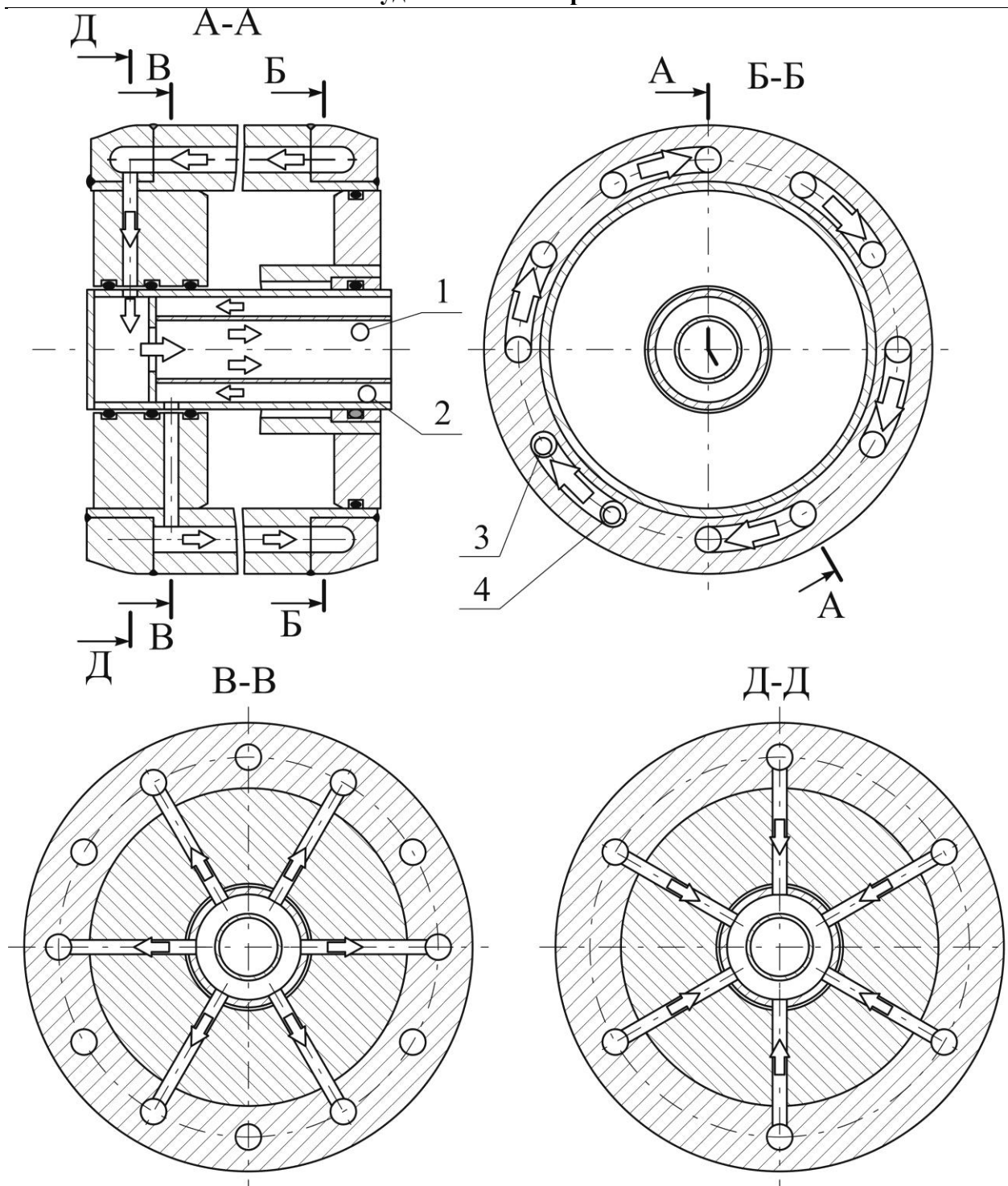
Базовою конструкцією калібратора двошарової гофрованої труби обрано калібратор лінії DROSSBACH (Німеччина). Технологічні параметри виробництва передбачали для труби DN100 температуру теплоносія -10°C , для труби DN 350 $+12^{\circ}\text{C}$. У якості теплоносія використовувався етиленгліколь. При виробництві труби DN100 жорсткість кріплення калібратора не забезпечувала стабільність його положення у просторі, що було викликано його значною вагою, у першу чергу через теплоносій (калібратор виконано з сплаву алюмінія), який циркулює у каналах калібратора. Діаметри каналів становили 10 мм, гідравлічний тиск теплоносія складав 3,5 бар.

Недоліком існуючих конструкцій калібраторів ліній для виробництва двошарової гофрованої труби з полімерних матеріалів є значна вага цих пристроїв та недостатньо ефективне охолодження. Перший недолік впливає на якість продукції, - нахилений калібратор впливає на калібрування труби по товщині, другий лімітує продуктивність всієї лінії.

З метою вдосконалення процесу калібрування пропонується використати теплоносій у вигляді паро-рідкої суміші, яка має меншу густину та в'язкість і забезпечує інтенсивну тепловіддачу.

Значною перевагою такого рішення є можливість швидкого регулювання температури охолодження паро-рідкою суміш'ю тиском, який визначає температуру кипіння крапель, що сепаруються з суміші на стінках каналів. Зменшення в'язкості теплоносія дозволило змінити розташування каналів охолодження калібратора – виконати їх меншим діаметром (7 мм) та двоходовими – рисунок 1.

В якості теплоносія пропонується використати фреон R134a, відповідно температура кипіння може коливатися від -20°C (1,5 бар) до $+20^{\circ}\text{C}$ (5,5 бар).



1 – центральна труба відводу теплоносія від калібратора; 2 – труба підводу теплоносія до калібратора; 3 – канали руху теплоносія за ходом труби;
4 – канали руху теплоносія назустріч ходу труби що калібрується.

Рисунок 1 – Нова конструкція калібратора двошарової гофрованої труби.

Перелік посилань:

Заявка на патент України. МПК В29С 47/06, В29С 47/90. Калібрувальний пристрій для виробництва двошарової гофрованої труби / Двойнос Я. Г., Подиман Г. С., № u201412216; заявл. 16.02.15.

Модернізація ректифікаційної колони в лінії виробництва етилового спирту

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

На багатьох виробництвах спирти застосовуються як розчинники. У хімічній промисловості вони використовуються для різноманітних процесів синтезу. Етиловий спирт у великих кількостях йде на виробництво синтетичного каучуку. Окислюванням спирту одержують харчову оцтову кислоту. Шляхом його дегідратії виробляють діетиловий (медичний) етер, із сполук з хлорводнем одержують хлоретан, для місцевої анестезії. Спирт застосовується при виготовленні багатьох лікарських препаратів. У парфумерії він йде на виготовлення парфумів і одеколону. Але також спирти можуть впливати на організм.

Одним з етапів виробництва етилового спирту є ректифікація етилового спирту з етанол-диметилкетенової суміші [1]. Для цього вириковуються ректифікаційні колони, тобто технологічні апарати для розділення рідких сумішей, складові яких мають різну температуру кипіння. Класична колона має вигляд вертикального циліндра з контактними пристроями всередині [2].

Недоліком ректифікаційної колони є її великі розміри, за рахунок точного підбору розмірів переливного пристрою у нас зменшується загальні габарити ректифікаційної колони, що дозволить більш корисно використовувати простір.

Суть модернізації пояснюється кресленням на рисунку 1. Конструкція переливного пристрою ілюструється кресленням 1, на якому зображений фрагмент вдосконаленої ректифікаційної колони. Вдосконалений переливний пристрій складається з гвинта 1, гайки 2, вигнутої пластини 3, герметизуючої

прокладки 4, сполучного елемента 5 і осі 6, опори 7, переливного патрубка вигляді рухомого 8 і нерухомого 9 переливних патрубків і тарілок 10.

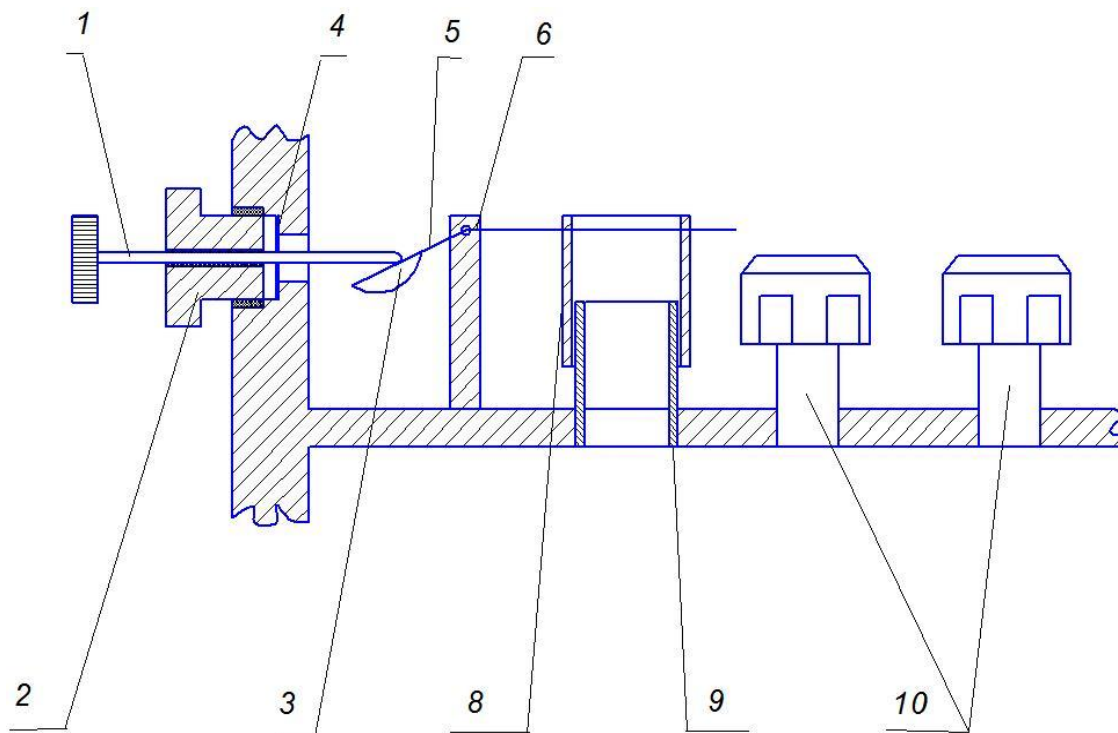


Рисунок 1–Модернізація переливного пристрою

При зменшенні рівня рідини в тарілках гвинт 1 розкручується, зменшується тиск на увігнуту пластину 3 і сполучний елемент 5, і пересувний патрубок 8 повертається в початкове положення за допомогою сільфона 9.

При управлінні патрубком 8 зовнішньої конструкції в стінці колони виконаний отвір, через який проходить гвинт 1. Для того, щоб через щілини отвору не проходили пар і рідина, що знаходяться в колоні, встановлена гумова втулка 4, закріплена гайкою 2.

Модернізація конструкції ректифікаційної колони дозволить підвищити ККД тарілки, відповідно понизивши загальну висоту колони.

Перелік посилань:

1 <http://www.parta.com.ua/referats/view/6023/> від 19.03.2015

2 https://uk.wikipedia.org/wiki/Ректифікаційна_колона від 19.03.2015

**Модернізація теплообмінника другої ступені компресії CO₂
лінії виробництва карбаміду на ПАТ«АЗОТ»**

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Карбамід використовується в сільському господарстві як висококонцентроване азотне добриво і як добавка до корму жуйних тварин. Використовується при отриманні карбамідоформальдегідних полімерів, пластмас, клеїв, штучних волокон, барвників тощо. На основі карбаміду отримують дешеві пластмаси, так звані карбамідні пластинки. Карбамід також служить матеріалом для отримання багатьох органічних речовин і лікарських препаратів. Деяким похідним карбаміду притаманні гербіцидні властивості — їх використовують для боротьби з бур'янами. Входить до складу жувальних гумок [1].

Одним з етапів виробництва карбаміду є компресія вуглекислого газу (CO₂).

Перевагою цього теплообмінника є стійкість до гідроударів, зниженими вимогами по чистоті середовища. Недоліками цього теплообмінника є низький коефіцієнт теплопередачі, великими габаритами і площами обслуговування, високою ціною. Ремонт таких теплообмінників пов'язаний з заглушкою пошкоджених трубок, що веде до зменшення площі теплообміну[2].

В основу корисної моделі покладено задачу вдосконалення кожухотрубного теплообмінника. Поставлена задача вирішується тим, що в кожухотрубному теплообміннику, всередині кожної теплообмінної труби по її довжині розміщено спіральну плоску пружину, на торцях теплообмінної труби виконані радіальні заглиблення, при цьому кінці спіральної плоскої пружини зафіксовано відносно торців відповідної теплообмінної труби за

допомогою розташованих у радіальних заглибинах поперечних стрижнів, один з яких з'єднано зі спіральною плоскою пружиною за допомогою пружини розтягу.

Суть модернізації пояснюється кресленням, зображеними на рисунку 1 та рисунку 2. Кожухотрубний теплообмінник містить кожух 1, дві кришки 2 і 3, штуцери 4-7, а також дві трубні решітки 8 і 9 із закріпленими в них теплообмінними трубами 10, спіральні плоскі пружини 11, поперечні стрижні 14, та пружини розтягу 15.

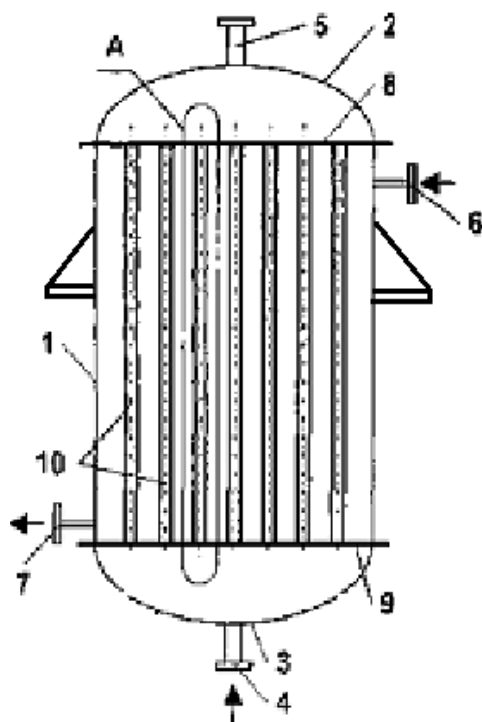


Рис. 1– Схема теплообмінника

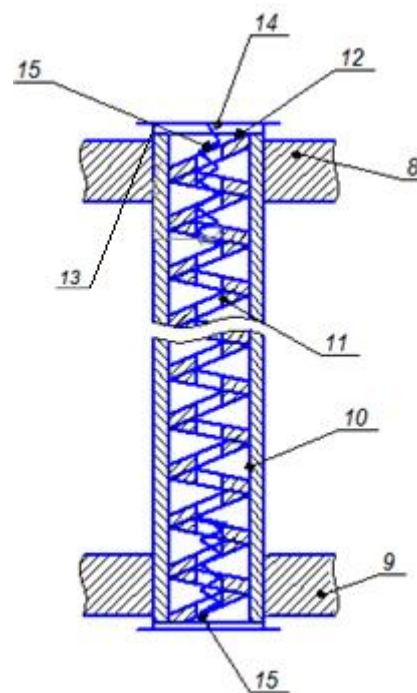


Рис.2 – Вид А

Модернізована конструкція теплообмінника дозволить збільшити продуктивність апарату шляхом збільшення коефіцієнта тепловіддачі без зміни геометричних розмірів апарату.

Перелік посилань:

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Сечовина> від 18.03.2015 р.
2. <https://techlib.org/> від 18.03.2015 р.

РОЗРАХУНОК РЕГЕНЕРАТОРА БАРАБАННОЇ СУШАРКИ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЮ

студент Рудницький Є. А., ст. викл., к.т.н. Двойнос Я. Г.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Конструкторське рішення з модернізації барабанної сушарки наведено на рис. 1, оригінальність конструкції підтверджено [1]. Модернізація полягає у використанні тепла газу після барабанної сушарки для підігріву повітря, що надходить у камеру спалювання перед потраплянням до сушарки.

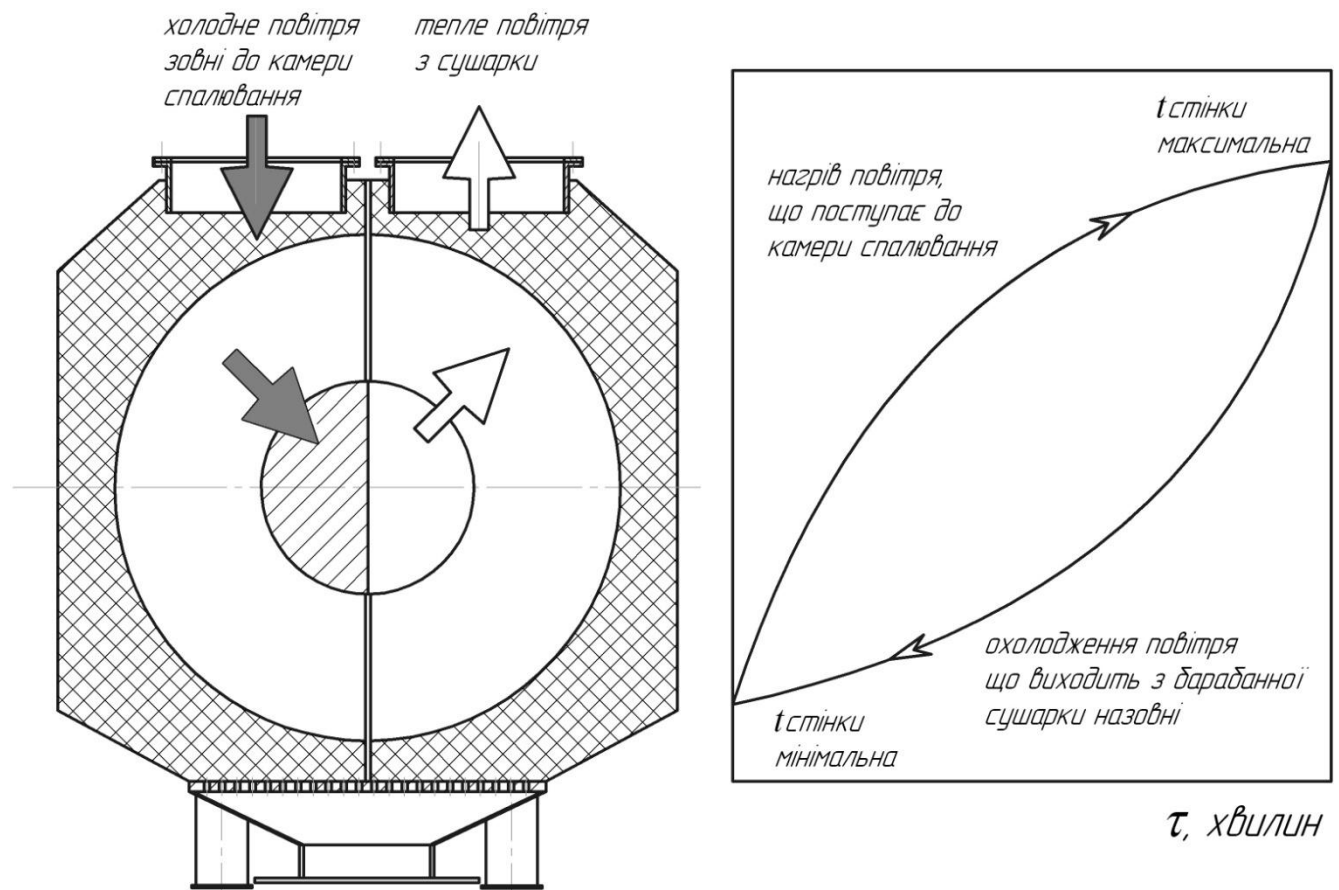


Рисунок 1 – Схема роботи регенератора тепла газів після барабанної сушарки

Регенератор тепла є теплообмінником, у якому процес теплопередачі поділено на два періоди – роботи та регенерації, сума цих періодів визначає тривалість циклу [2]:

$$\tau_0 = \tau_{\text{нагрів насадки}} + \tau_{\text{охолодження насадки}}$$

Традиційно	прийнято	(найбільше	поширено):
$\tau_{\text{нагрів насадки}}$	$\tau_{\text{оохолодження насадки}}$	$= 3600/2$	секунд

Рівняння теплопередачі матиме вигляд:

$$Q_{\text{циклу}} = k_{\text{ц}}(t_1 - t_2) \quad , \text{ Вт}$$

Коефіцієнт теплопередачі цикла визначається:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 \tau_{\text{нагрів насадки}}} + \frac{1}{\alpha_2 \tau_{\text{оохолодження насадки}}}} \varepsilon_{\text{к}}$$

$\varepsilon_{\text{к}}$ – коефіцієнт, що враховує неідеальність конструкції рекуператора, розрахунок ґрунтується на емпіричній залежності:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1 \tau_1} + \frac{1}{\alpha_2 \tau_2} + 0,4 \left(\frac{2}{C \rho \delta} + \frac{\delta}{2 \lambda \tau_0} \right)$$

де c – теплоємність, ρ - густина; λ - коефіцієнт теплопровідності; δ - визначальний діаметр насадки.

Також у [2] пропонується скористатись формулою:

$$\alpha = \left[8,8 \frac{W^{0,8}}{d^{0,33}} \right] - \text{для коридорного розташування насадки};$$

$$\alpha = 1,6 \left[8,8 \frac{W^{0,8}}{d^{0,33}} \right] - \text{для шахового розташування елементів насадки}.$$

Висновок: результатом розрахунків регенеративного теплообмінника має стати матеріал насадки, діаметр кульок, висота шару насадки, перетин насадки.

Перелік посилань:

1. Заявка на патент України. МПК F28D 19/00. Барабанна сушарка з регенератором тепла / Двойнос Я. Г., Рудницький Є. А., № u201412214; заявл. 12.11.14.
2. Михеев М. А., Михеева И. М. Основы теплопередачи. Изд. 2-е, стереотип. М., «Энергия», 1977. 344 с, ил.

УДК 665.6/.7

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОНЕНТНОГО
СКЛАДУ ЗДЕГАЗОВАНОЇ НАФТИ НОВОТРОЇЦЬКОГО
ГАЗОНАФТОВОГО РОДОВИЩА**

Тишко Ю.А., лабораторія дослідження пластових флюїдів та кернів
ДП «НДІННП«МАСМА»

Вуглеводні, які складають основу нафти представлені розмаїттям індивідуальних поєднань.

Було проведено дослідження [1, 2] компонентного складу zdeгазованого флюїду окремої свердловини Новотроїцького ГНР на газовому хроматографі на набивній колонці.

Хроматограми показали, що найбільше в нафті тридеканів (72,8 мас.ч,%) також в компонентний склад входять, по порядку виходу компонентів: метан (0,011 мас.ч,%), етан (0,018 мас.ч,%), пропан (0,139 мас.ч,%), і-бутан (0,077 мас.ч,%), н-бутан (0,276 мас.ч,%), нео-пентан (0,004 мас.ч,%), і-пентан (0,291 мас.ч,%), п-пентан (0,410 мас.ч,%), нафтени C_6 (2,125 мас.ч,%), нафтени C_7 (3,044 мас.ч,%), нафтени C_8 (4,64 мас.ч,%), нафтени C_9 (4,467 мас.ч,%), ароматичні C_9 (1,110 мас.ч,%), нафтени C_{10} (3,188 мас.ч,%), ароматичні C_{10} (0,945 мас.ч,%), нафтени C_{11} (2,634 мас.ч,%), ароматичні C_{11} (0,846 мас.ч,%), нафтени C_{12} (2,391 мас.ч,%), ароматичні C_{12} (0,577 мас.ч,%).

Хімічний склад нафти повністю не відомий, встановлено 425 вуглеводневих поєднань, кожне з яких в свою чергу являється похідним для більш складних поєднань. Вуглеводні, які входять в склад нафти, діляться на такі основні групи: парафінові (алкани), нафтеніві (циклани) і ароматичні (арени).

Перелік посилань:

1. СОУ 11.1-00147631-069:2004 Порядок проведення лабораторних експериментів. Визначення компонентного складу нафти і конденсату.
2. СОУ 11.1-00135390-111:2010 Типові дослідження пластових нафт. Обсяг досліджень та форма подання результатів.
3. «Інструкція із застосування Класифікатора запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до геолого-економічного вивчення ресурсів перспективних ділянок та запасів родовищ нафти і газу» Зареєстровано в Мінюсті України 24.07.1998 р. за № 475/2915.

УДК 66.047.57

**МОДЕРНІЗАЦІЯ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ В СХЕМІ
ВИРОБНИЦТВА МІДНОГО КУПОРОСУ**

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В сучасних умовах стрімкого розвитку промисловості все більш широкого використання набуває мідний купорос, який використовується у сільському господарстві для захисту рослин від різних грибкових захворювань, для обробки деревини задля запобігання гниття, у харчовій промисловості у якості консерванта (Е519), в медицині застосовується, як антисептичний засіб, в металургії (нікелювання, гальваніка), тощо [1].

Для отримання кінцевого продукту в технологічній схемі виготовлення мідного купоросу використовуються барабанні сушарки, які призначені для безперервного сушіння при атмосферному тиску кускових, зернистих і сипучих матеріалів [2].

Внаслідок того, що в середині барабанної сушарки рухається вологий зернистий матеріал, який злипається, це призводить до утворення застійних зон в місцях різкого повороту теплоносія та оброблюваного матеріалу, а також збільшення гідравлічного опору в цілому, в результаті чого знижується продуктивність та виникає необхідність очистки сушарки.

В основу модернізації поставлена задача унеможливити залипання та утворення застійних зон висушуваного матеріалу, а також зменшити гідравлічний опір циліндричного барабана та сушарки в цілому.

Поставлена задача вирішується тим, що в барабанній сушарці, рисунок 1, що містить циліндричний барабан 1, встановлений з можливістю обертання на опорах 2 і 3 з нахилом у бік розвантажувальної камери 4, патрубків для підведення вихідного матеріалу 7 й відведення висушеного продукту 8, а також патрубків для підведення 5 та відведення 6 теплоносія, при цьому циліндричний барабан 1 з боку, протилежного розвантажувальній камері, споряджено днищем 9, в середині нього із зазором 10 змонтовано

відкритий з обох торців конічний барабан 11, який розміщений меншою основою в бік розвантажувальної камери 4, обидва барабани оснащені підйомно-лопатевими насадками 12, усі зазначені патрубки 5-8 змонтовані на розвантажувальній камері 4, при цьому патрубок для підведення вихідного матеріалу сполучено з порожниною конічного барабана 11, по центру днища 9 вершиною в бік розвантажувальної камери 4 встановлено конічний обтічник, а по периферії днища – кільцевий відбійник, між якими встановлено еліптичну вставку 13.

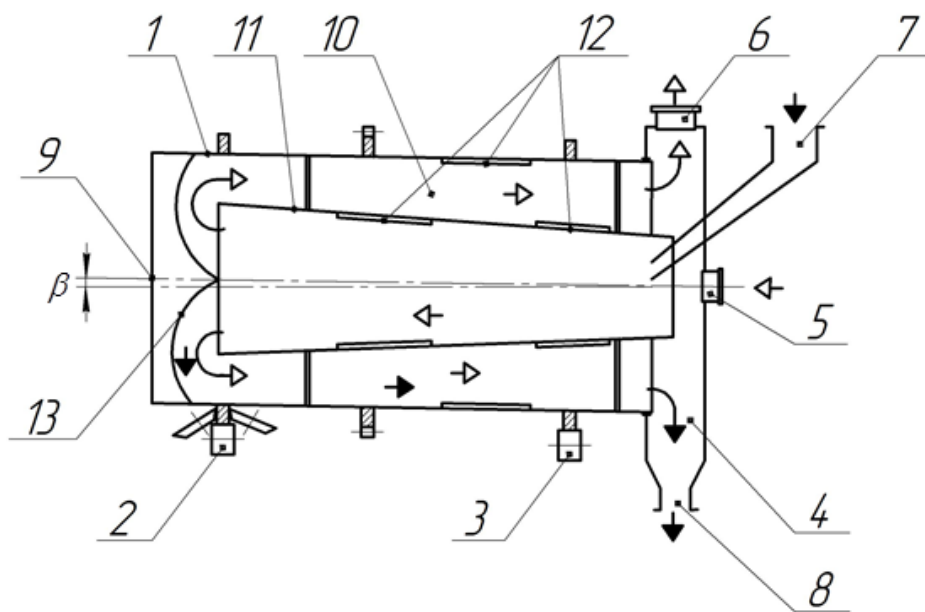


Рисунок 1 - Модернізована барабанна сушарка

Отже, за допомогою еліптичної вставки, ми запобігли утворенню застійних зон та залипанню висушуваного матеріалу в місці його переходу з конічного барабана в циліндричний, а також зменшили гідравлічний опір сушарки внаслідок плавного руху теплоносія поблизу днища циліндричного барабана.

За результатами роботи була подана заявка на корисну модель.

Перелік посилань.

1. <http://svitohlyad.com.ua/osvita/midnyj-kuporos-vlastyvosti-ta-zastosuvannya/> від 07.03.15р.

2. А.Г. Касаткин. Основные процессы и аппараты химической технологии. М., «Химия», 1973. -784 с.

УДК 66.02

**МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА
В ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ЕТИЛОВОГО СПИРТУ**

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

Національний технічний університет України

Етанол (етиловий спирт) – це основна складова алкогольних напоїв. Найбільш широкого вжитку набула суміш 95,6% етанолу та 4,4% води, такий вміст етилового спирту максимально можливий за звичайної фракційної перегонки.

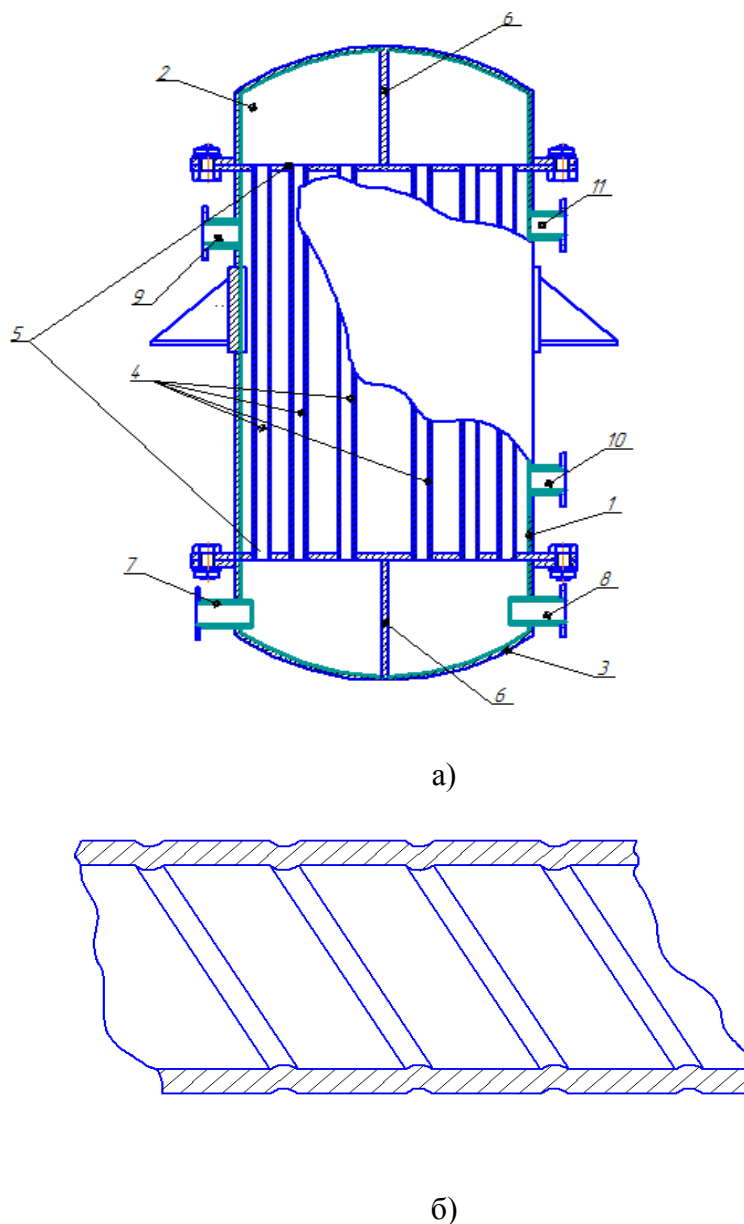
Крім харчових продуктів етиловий спирт у великій кількості використовується у промислових процесах. Для промислових потреб етиловий спирт часто виробляють з нафтової та газової сировини каталітичною гідратацією етилену. Для цього використовується кожухотрубний теплообмінник-конденсатор.

У промислових масштабах етиловий спирт добувають трьома способами: спиртовим бродінням цукристих речовин, гідролізом целюлози і синтетичним способом.

Одним з етапів виробництва етилового спирту є конденсація його парів з водо-спиртової суміші. Недоліками класичного теплообмінника є гладкі трубки, через що виникає ламінарний пристінний шар. Для зменшення впливу пристінного ламінарного шару запропоновано провести модернізацію кожухотрубного теплообмінника.

В основу корисної моделі покладено задачу вдосконалення та підвищення ефективності тепловіддачі в апараті. Поставлена задача вирішується виконанням спіральних канавок на зовнішній поверхні теплообмінних трубок.

Суть модернізації пояснюється кресленнями що показані на рисунку 1. Кожухотрубний теплообмінник (рис.1а) складається з циліндричного кожуха 1, кришки 2, днища 3, має теплообмінні трубки 4, які закріплені в трубних решітках 5, кришка та днище розділені на секції перегородками 6, в кожусі та днищі встановлені штуцери 7-11.



а) загальна схема теплообмінника; б) елемент трубки теплообмінника з канавкою

Рисунок 1–Схема теплообмінника

Модернізація конструкції кожухотрубного теплообмінника дозволить підвищити продуктивність за рахунок турбулізації потоку у пристінному шарі.

Перелік посилань:

1. <http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BB> від 20.03.2015
2. <http://teacode.com/online/udc/66/66.html> від 20.03.2015

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОЖУХОТРУБНОГО ВИПАРНИКА

к.т.н., доц. І.А.Андреев, д.т.н., проф. І.О.Мікульонок, студент В.О.Ящук

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

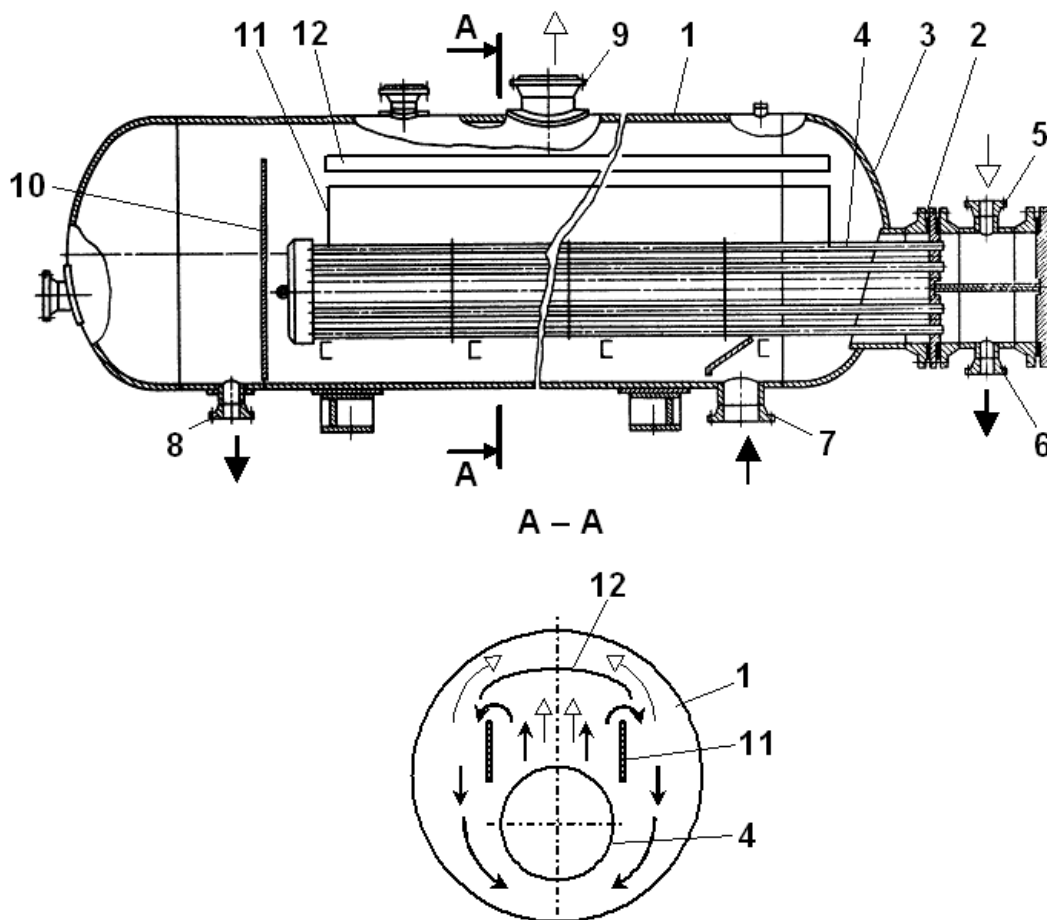
Традиційний кожухотрубний випарник містить горизонтальний корпус з люком у днищі для приєднання нагрівального трубного пучка, штуцери, а також розташовану в корпусі вертикальну переливну перегородку. Такий випарник забезпечує достатньо надійне випаровування рідини, що міститься в міжтрубному просторі, проте відсутність спрямованої її циркуляції сприяє відкладенню забруднень на зовнішній поверхні теплообмінних труб, а отже погіршує ефективність випаровування.

Авторами було запропоновано вдосконалення кожухотрубного випарника, у якому його нове конструктивне виконання забезпечує спрямований рух рідини, що випаровується в корпусі. Для цього над трубним пучком розташовують циркуляційну трубу. У найприйнятнішому прикладі виконання випарника циркуляційну трубу виконують перфорованою, а над циркуляційною трубою розміщують краплевідбійник [1].

Розташування над трубним пучком циркуляційної труби забезпечує утворення висхідного потоку парорідинної суміші над трубним пучком з подальшим відділенням з цієї суміші пари, а також утворення низхідного руху звільненої від пари рідини вздовж стінки корпусу під трубний пучок. Утворювана в корпусі випарника циркуляція випаровуваної рідини уповільнює відкладення забруднень на зовнішній поверхні теплообмінних труб, що поліпшує ефективність процесу випаровування.

Виконання циркуляційної труби перфорованою забезпечує надійну циркуляцію рідини незалежно від рівня рідини в корпусі (висоти вертикальної переливної перегородки), а розміщення над циркуляційною

трубою краплевідбійника забезпечує відведення з випарника сухої, а не вологої пари.



- 1 – корпус; 2 – люк; 3 – днище; 4 – нагрівальний трубний пучок;
5-9 – штуцери; 10 – перегородка; 11 – циркуляційна труба;
12 – краплевідбійник

Рисунок – Кожухотрубний випарник

Перелік посилань:

1. Рішення від 20.01.15 про видачу патенту України. МПК (2014.01) B28C5/40. Кожухотрубний випарник/Андреев І.А., Мікульонок І.О., Ящук В.О.; заявник і патентовласник вони же. — № u201410841; заявл. 04.10.14.

УДК 66.047.69

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ КАТАЛІТИЧНОГО КРЕКІНГУ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Каталітичний крекінг – один із найважливіших процесів, що забезпечують глибоку переробку нафти. Такою універсальністю пояснюється досить значна частка каталітичного крекінгу в загальному обсязі переробки нафти [1].

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

В основу модернізації покладено задачу підвищення ефективності вловлювання пилу за рахунок додаткового очищення потоку при проходженні його крізь елементи жалюзійного віддільника.

Поставлена задача досягається шляхом модернізації циклону, що містить циліндричний корпус з тангенційним входним патрубком, конічним пилезбірним бункером, осьовим вихідним патрубком, на якому розташована плоска діафрагма, що утворює зі стінкою корпуса кільцевий прохідний канал, та лійкоподібну вставку у вигляді зрізаного конуса. При чому згідно з пропонованою корисною моделлю нижню частину осьового вихідного патрубка виконано у вигляді циліндричного інерційного жалюзійного віддільника.

Циклон працює в такий спосіб.

При роботі циклона запылений газ подається через входний патрубок 2 і закручується. Закручений потік крізь кільцевий канал 6 надходить у зону сепарації і вставкою 7 формується в тонкостінну конічну лійку з вершиною розташованою на рівні верхнього краю бункера 3. Закручений потік рухається вниз, при цьому на частинки пилу впливає відцентрова сила протягом всього шляху руху частинок зверху вниз, тому що радіус обертання

потоків зменшується. Оскільки вершина лійки розташована на рівні верхнього краю бункера, то закручений потік не перешкоджає осадженню пилу в бункері 3. Очищений потік потрапляє до циліндричного інерційного жалюзійного віддільника 9, де відбувається вторинне доочищення потоку при проходженні його крізь щілини віддільника. У віддільнику 9, потік робить різкий поворот на кут більший 90° , але менший 180° , частину пилу, що знаходиться в потоці, за рахунок сил інерції повертаються на ще менший кут, ударяючись при цьому об жалюзі інерційного віддільника і або відскакують від них до зовнішньої стінки вставки 7, або рухаються до низу вздовж жалюзей у напрямку бункера 3.

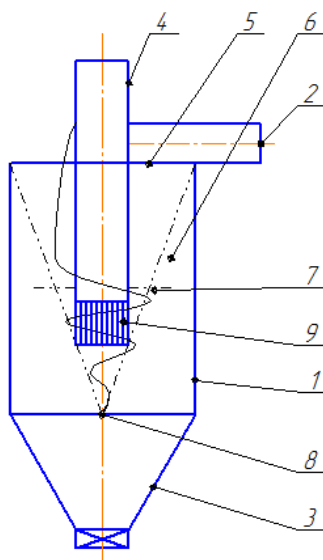


Рис. 1- Схема циклону

1 – корпус; 2 – вхідний патрубок; 3 – пиловловлювальний бункер; 4 – вихідний патрубок; 5- діафрагма; 6- прохідний канал; 7- вставка; 8 – вершина поверхні; 9 – інерційний жалюзійний віддільник.

Запропонований циклон суттєво підвищує ефективність пиловловлювання, а також має нескладну конструкцію, що зумовлює легкість експлуатації та ремонту.

Перелік посилань:

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

УДК 66.045

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ

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

Національний технічний університет України

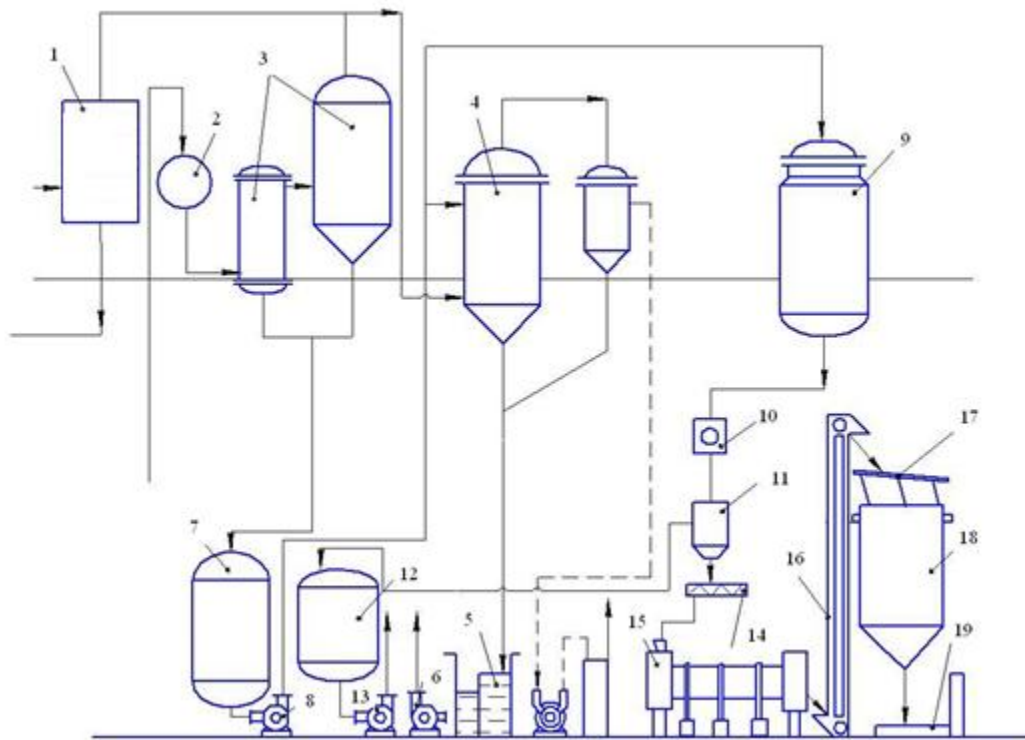
"Київський політехнічний інститут"

Підготовка живильного середовища для культивування мікроорганізма – продуцента лимонної кислоти складається з приготування розчину сировини певної концентрації і додаванні до нього азоту, фосфору і інших елементів, необхідних для життєдіяльності мікроорганізмів. З метою оптимізації складу живильного середовища в мелясних розчинах попередньо осаджують солі важких металів (заліза, магнію та інших). Початкова величина рН готового живильного середовища встановлюється додаванням кислоти або лугу.

Реакційну масу після розкладення цитрату кальцію без осадження іонів заліза та миш'яку фільтрують, розчин лимонної кислоти освітлюють активованим вугіллям, знову фільтрують на фільтрпресах і охолоджують водою в теплообміннику до температури 40-45 С.

Очищений розчин лимонної кислоти упарюється під вакуумом в три етапи до досягнення необхідної концентрації (близької до насиченої) і зливають до кристалізаторів, в яких поступово знижують температуру. Освітлені кристали лимонної кислоти, що утворилися, відділяють від маточного розчину на центрифугах, промивають холодною водою, сушать і пакують.

Модернізація лінії полягає в розширенні технологічних можливостей кожухотрубного теплообмінника за рахунок одночасного оброблення декількох потоків теплоносіїв міжтрубного простору. Для цього пропонується кожну поперечну перегородку виконати у вигляді круглого диска для повного перекриття порожнини корпусу, а штуцери для підведення й відведення теплоносія міжтрубного простору встановити на корпусі в місці кожного ходу міжтрубного простору [1].



1 – теплообмінник, 2 – збірник розчину, 3 – вакуум-апарат другого випаровування, 4 – барометричний конденсатор з відокремленням крапель води, 5 – барометричний ящик, 6 – насос для видалення барометричної води, 7 – збірник розчину лимонної кислоти після другого випаровування, 8 – насос, 9 – кристалізатор, 10 – розподільник, 11 – центрифуга, 12 – збірник першого маточного розчину, 13 – насос для подачі маточного розчину на переробку, 14 – живильник, 15 – сушарка, 16 – елеватор, 17 – сито-трясучка з повітряним охолодженням кристалів лимонної кислоти, 18 – бункер лимонної кислоти, 19 – терези.

Рисунок – Схема виробництва лимонної кислоти

Перелік посилань:

1. Пат. 97367 Україна, МПК (2015.01) F28D 7/00, F28 F 1/00. Кожухотрубний теплообмінник / Андреев І.А., Беца А.М., Мікульонок І.О.; заявник і патентовласник вони ж. – № u 201410815; заявл. 03.10.2014; опубл. 10.03.2015, бюл. № 5.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОЛІМЕРНОЇ РУКАВНОЇ ПЛІВКИ

Студент Бонкало Р.К., доц., к.т.н. Швед М.П.

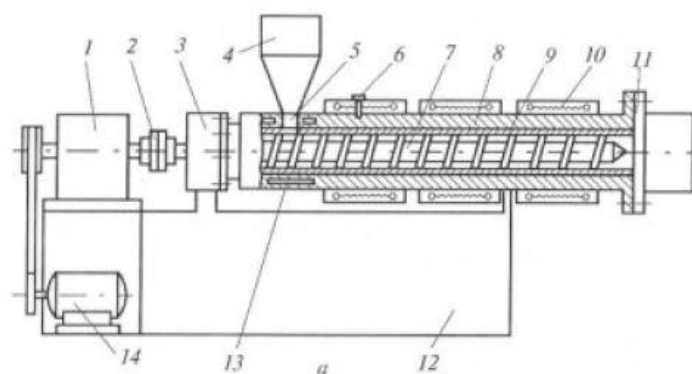
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Виробництво пластичних мас на сучасному етапі розвитку зростає на 5-6% щорічно, і до 2011 року вже досягло позначки 250 млн. т. Їх питоме споживання на душу населення в індустріально розвинених країнах за останні 20 років подвоїлося і становить 85-95 кг [1].

Більше 30% термопластичних полімерів переробляють методом екструзії у різноманітні вироби: труби, плівки, листи, погонні вироби, оболонки кабелів тощо. По обсягу виробництва полімерна плівка займає одне з провідних місць у світі, що зумовлено високою ефективністю її застосування, вигідним сполученням технологічних і робочих властивостей та експлуатаційною надійністю. Найпоширеніший метод її виробництва є так званий рукавний метод, за допомогою якого виготовляється плівка товщиною від 5 до 200 мкм [2].

Схему апарату, в якому відбувається процес зображено на рисунку 1.



1 – редуктор; 2 – муфта; 3 – підшипники; 4 – бункер; 5 – воронка; 6 – термopари; 7 – шнек; 8 – циліндр; 9 – зносостійка гільза; 10 – зовнішні нагрівачі; 11 – формуючий інструмент; 12 – станина; 13 – рубашка; 14 – електродвигун.

Рисунок 1 – Одношнековий екструдер

Екструдер працює наступним чином. Матеріал для переробки надходить із бункера 4 через загрузочну воронку 5 в канал шнека. Шнек обертається всередині корпусу 8, що містить зносостійку гільзу 9. Привод шнека працює від електродвигуна 14 через редуктор 1. Осьове зусилля, що виникає в процесі переробки сприймається упорним підшипником 3. Нагрівання циліндра до температури переробки забезпечується зовнішніми нагрівниками 10. Температура корпусу вимірюється і контролюється термopарами 6, що знаходяться в кожній зоні. Матеріал, що перероблюється при русі по гвинтовому каналу шнека нагрівається, пластифікується і у вигляді розплаву продавлюється через головку 11. Щоб уникнути прилипання полімеру до шнеку, матеріальний циліндр 8 охолоджується холодною водою, що подається в рубашку 13 [3].

Одним з основних недоліків екструдерів даного типу є нерівномірність товщини плівки по довжині, яка зумовлена нестабільністю процесів, що протікають в різних зонах екструдера.

З метою підвищення якості полімерної плівки пропонується розробити таку конструкцію екструдера, яка дозволила б стабілізувати усі протікаючі процеси.

Перелік посилань

1. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города: Уч. Пособие / В.Н. Бобаев, Н.П. Горох, Ю.Л. Коваленко и др. – Харьков: ХНАГХ, 2004. – 375 с.
2. Дослідження лінії для виробництва рукавної полімерної плівки: метод. Вказівки до викон. лабораторної роботи студентів спеціальності «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» (7.090220 і 8.090220) /Укл. : Л. Б. Радченко, М. П. Швед., А. Р. Степанюк, І. О. Мікульонок. – К. КПІ, 1996 – 44 с.
3. Раувендааль К. Экструзия полимеров / К. Раувендааль. – СПб.: Профессия, 2006. – 768 с.

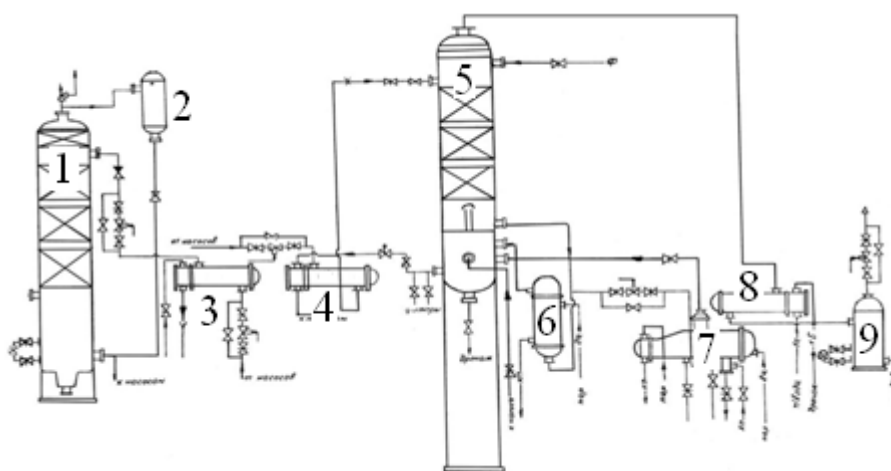
МОДЕРНІЗАЦІЯ БЛОКУ ОЧИСТКИ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ

студент Василько О.С., к.т.н., доц. І.А.Андреев

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Очистка гідрогена від двоокису вуглецю проводиться 15% розчином моноетаноламіну в абсорбері (див. рисунок)



1 – абсорбер; 2 – збирач МЕА; 3 – холодильник; 4 – теплообмінник; 5 – регенератор; 6 – кип'ятильник; 7 – смоловідокремлювач; 8 – холодильник флегми; 9 – барабанний вакуум-фільтр

Рисунок – Технологічна схема блоку очистки газових викидів

Гідроген під тиском 0,4-0,7 МПа та з температурою $\sim 40^{\circ}\text{C}$ подається в абсорбер 1 знизу. Зверху подається 15% розчин моноетаноламіну (МЕА).

Насичений розчин МЕА виходить із нижньої частини абсорбера і насосом через теплообмінник 4 подається у верхню частину регенератора 5. В теплообміннику 4 насичений МЕА розчин нагрівається до 100°C за рахунок тепла регенованого

МЕА. Нагрівання МЕА-розчину в кип'ятильнику 6 відбувається парою. Регулювання подачі пари проводиться регулятором по температурі МЕА-розчину після кип'ятильника.

Регенований розчин МЕА з температурою 120°C через фільтри надходить у теплообмінник 4, де віддає свою теплоту насиченому розчину МЕА, а потім насосами через холодильник 3 з температурою 40°C подається у верхню частину абсорбера 1.

Гази десорбції, що виходять з верхньої частини регенератора 5 з температурою 100°C надходять на охолодження до температури 40°C в холодильник 8.

Карбонатна кислота та конденсат із холодильника 8 подаються у барабанний вакуум-фільтр 9, де відбувається фільтрування газу від конденсату (флегми). Потім CO₂ викидається через вихлопну трубу у атмосферу, а флегма повертається в цикл розчину МЕА для підтримання балансу води в системі.

З метою очищення розчину МЕА від продуктів розпаду, окислення та осмолення моноетаноламінів та неорганічних домішок, що викликають корозію та ерозію апаратури, передбачена розгонка частини розчину, що циркулює у спеціальному апараті – смоловідокремлювачі 7.

Зливна ємність 2 слугує для приготування розчину МЕА необхідної концентрації та прийому розчину МЕА із апаратів опорожненні системі.

З метою вдосконалення блоку очистки газових викидів запропоновано в якості теплообмінника 5 використовувати апарат, у якому забезпечується можливість регулювання в широкому діапазоні витрати одного з теплоносіїв за умови сталої витрати іншого теплоносія [1]. Для цього штуцери для підведення й відведення теплоносія міжтрубного простору сполучаються з відповідним колектором, а між кожним із зазначених штуцерів і відповідним колектором встановлюється запірний вентиль.

Перелік посилань:

1. Пат. 97368 Україна, МПК (2015.01) F28D 7/00, F28 F 1/00. Кожухотрубний теплообмінник / Андреев І.А., Василько О.С., Мікульонок І.О.; заявник і патентовласник вони ж. – № у 201410816; заявл. 03.10.2014; опубл. 10.03.2015, бюл. № 5.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСА ДЛЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІМЕРНИХ ТРУБ

студент Дейсан А.Є., к.т.н., доц. Швед М.П.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Виробництво полімерних труб в Україні сьогодні розвивається досить швидкими темпами, оскільки вони мають значні переваги над металевими: невелика вага, корозійна і вібраційна стійкість, відсутність зварного шва, високе шумопоглинання. Такі труби не заростають у процесі експлуатації і не розриваються в разі замерзання в них води, не потребують фарбування й легкі в монтажі.

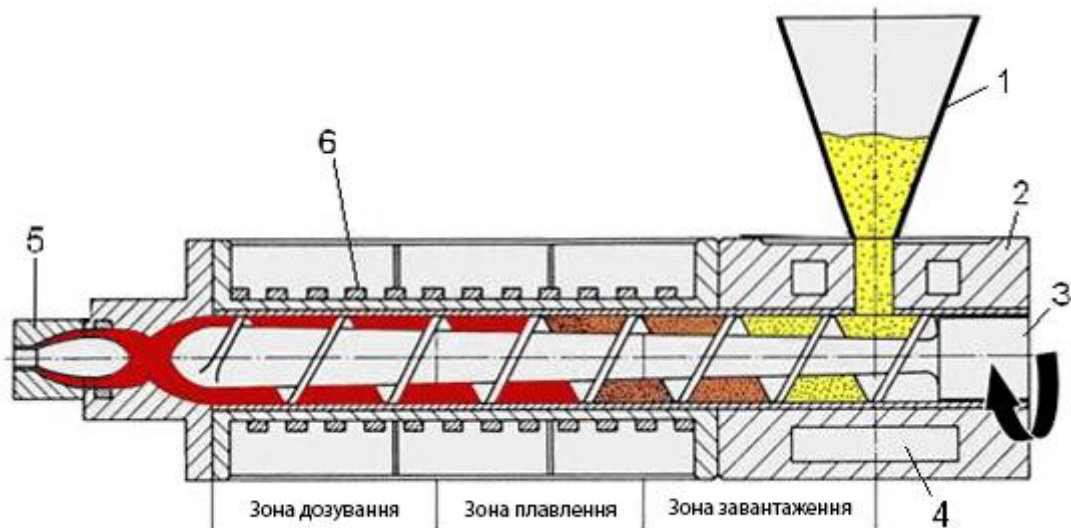
Ринок полімерних труб станом на 2014 рік є одним з найбільш технологічно містких та динамічних ринків в Україні [1]. Це зумовлено специфікою продукції, яку активно використовують в сферах житлово-комунального господарства, що потребує постійного удосконалення конструкторських та фізичних характеристик полімерних труб.

Перероблення полімерних матеріалів характеризується низкою складних технологічних процесів, що забезпечують отримання виробу із заданими, відповідно до умов експлуатації, властивостями. Основна увага приділяється процесам від яких значною мірою залежить їх якість: підготовка розплаву полімеру, гомогенізація, підтримування відповідної температури та тиску.

Основним устаткуванням для переробки поліетилену методом екструзії служать одно- і двочерв'ячні екструдери, так як вони вирізняються універсальністю, достатньою продуктивністю, дешеві у виготовленні та обслуговуванні. Схема черв'ячного преса представлена на рисунку 1.

Складовими преса є: привід, станина, воронка завантажувальна, корпус, черв'як, система охолодження і система нагрівання. Поліетилен подається через завантажувальний бункер 1 в зону завантаження, де він захоплюється витками черв'яка 3 і транспортується по більш гарячим секціях циліндра 2 до зони плавлення, де гранули поліетилену починають плавиться,

далі розплавлений матеріал гомогенізується і рухається до останньої зони шнека – дозування, де відбувається остаточне змішування розплаву та однорідне дозування його через формуючу головку 5.



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

Рисунок 1 – Схема черв'ячного преса

Але у всіх цих машинах процес створення тиску та дозування полімеру виконується кінцевою частиною черв'яка, тобто, ця зона виконує роль насоса, ефективність перекачування якого не перевищує 10% [2], а решта 90% розсіюється у вигляді теплоти, яка часто є надлишковою для полімеру і призводить до його перегрівання.

З метою підвищення енергоефективності екструдера необхідно створити таку конструкцію зони дозування, яка б забезпечувала низьку чутливість до нестабільності процесів у попередніх зонах, що дасть змогу стабілізувати тиск, а, відповідно, і точність дозування. Завдяки цьому можливі встановлення нижчих допусків на геометричні розміри виробів, а також реальні умови для економії сировини і енергії на її перероблення.

Перелік посилань:

1. Журнал полимерные трубы – Украина [Електронний ресурс]. – <http://polypipe.info/>
2. Раувендааль К., Экструзия полимеров.–СПб.: Профессия, 2011.–280 с.

УДК 66.01:66.022:577.1

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВИХ ДРІЖДЖІВ

студент Єлманов С.Д., доц., к.т.н. 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:

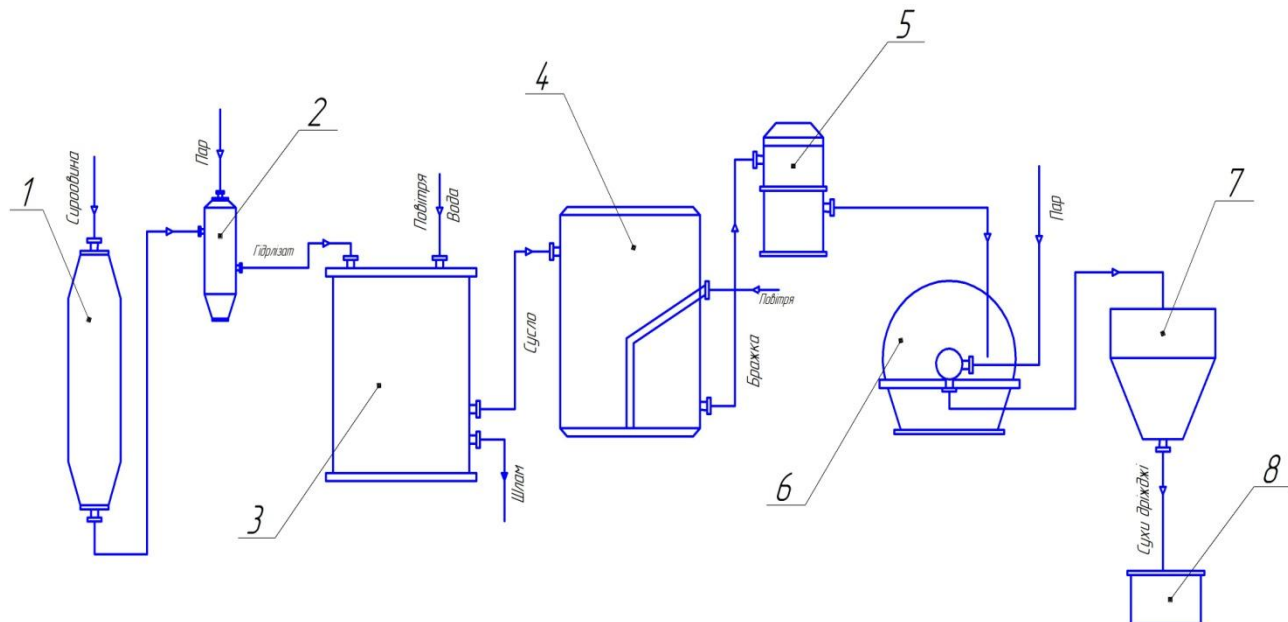
- гідролізний - для культивування дріжджових грибків застосовуються гідролізати рослинних відходів: сільськогосподарського, деревопереробного та целюлозно-паперового виробництва [1];
- класичні кормові дріжджі - отримують шляхом вирощування дріжджових грибів на барді, одержуваної як відхід в спиртовому виробництві;
- БВК (білково-вітамінний концентрат) - продукт культивування дріжджових клітин на відходах переробки різної нерослинної сировини.

На рисунку 1 зображена технологічна схема виробництва кормових дріжджів [1]. В ній можна виділити такі апарати, котрі відіграють головну роль в процесі вироблення кормових дріжджів: ферментер 4 – де відбувається процес росту мікроорганізмів; сепаратор 5 – для отримання дріжджової суспензії та сушарка 7 – де відбувається сушка дріжджового концентрату. В ході проведеного аналізу було з'ясовано, що обрані апарати можна вдосконалити.

Ферментер – це апарат для культивування мікроорганізмів в живильному середовищі. В ньому підтримуються сприятливі умови для життя і розмноження мікроорганізмів: температура, склад повітря та вологість. Одним з недоліків даного апарату є те, що під час ферментації можливе утворення застійних зон. Тому найкращим вдосконаленням – є

перемішуючий пристрій, який би забезпечив рівномірне розподілення тепла та живильного середовища по всьому об'єму апарата.

Основними недоліками сепаратора і сушарки є важкість в обслуговуванні, а саме очищення апаратів від сировини, що залишалася на їх стінках.



1 - гідролізапарат; 2 – випарник; 3 – відстійник; 4 – ферментер; 5 – сепаратор; 6 – вакуум-фільтр; 7 – сушарка; 8 – збірник.

Рисунок 1 – Технологічна схема виробництва кормових дріжджів

Метою модернізації даної лінії виробництва – є збільшення продуктивності, за рахунок вдосконалення: ферментера, сепаратора та стадії сушіння.

Перелік посилань:

1. Андреев А.А., Брызгалов Л.И., Молочный Б.М., Типовые проекты гидролизно-дрожжевых цехов малой мощности. – Москва, 1961. - 39с.
2. Бортников И.И., Босенко А.М. Машины и аппараты микробиологических производств. – Минск, 1982. - 288с.

РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА В СХЕМІ ОТРИМАННЯ ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ

студентка Коваль О.С., ст. викл. Гулієнко С.В.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Оцтова кислота – безбарвна рідина зі специфічним різким запахом, що має формулу CH_3COOH . Пари цієї речовини негативно діють на слизові оболонки організму людини, особливо на слизові оболонки очей. Концентрована оцтова кислота викликає опіки.

Оцтова кислота — один з базових продуктів промислового органічного синтезу. Більш ніж 65 % світового виробництва оцтової кислоти іде на виготовлення полімерів, похідних целюлози та вінілацетату. В основному оцтова кислота широко використовується в хімічній, текстильній та харчовій промисловості, у виробництві ацетату та інших ефірів целюлози, пластичних мас і т.д.

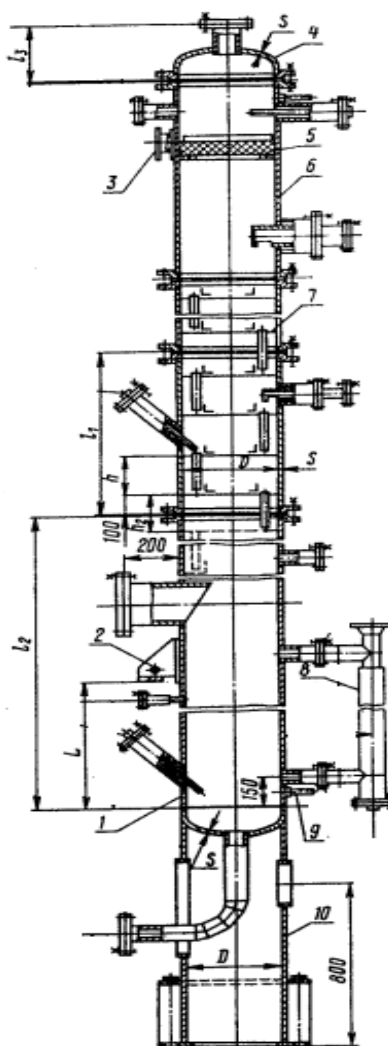
До недавнього часу головним джерелом оцтової кислоти була лісохімічна промисловість (її отримували при сухій переробці деревини). В наш же час головним чином оцтову кислоту виробляють синтетично.

Одним з основних апаратів технологічної лінії виробництва оцтової кислоти, який підлягає модернізації, є ректифікаційна колона. Даний апарат являє собою колону, з розташованими в середині тарілками..

Апарат представлений на рисунку 1.

У колону подаються пари рідин, що переганяються. Вони піднімаються знизу і збагачуються низькокиплячим компонентом. Зверху подається флегма. Речовина складається з двох компонентів, кінцевими продуктами є дистилят, що виходить з

верхньої частини колони і кубовий залишок (менш летючий компонент у рідкому вигляді, що виходить з нижньої частини колони).



1 – корпус, 2 – опорна лапа, 3 – цапфа, 4 – кришка, 5 – сітчастий відбійник,
6 – царга сепараційна, 7 – тарілка, 8 – камера рівнеміра, 9 – пристосування для
вивірки, 10 – опора циліндрична.

Рисунок 1 – Ректифікаційна колона тарілчаста

Література:

1. Юкельсон И.И.—«Технология основного органического синтеза », 1968 – 847 с.; 93 табл.; 197 рис.
2. Гильперин Н.И. - «Основные процессы и аппараты химической технологии», 1981 – 812 с.; 22 табл.; 337 рис, книга вторая.

УДК 678.027.3

**ЛІНІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕТИЛОВОГО СПИТРУ З РОЗРОБКОЮ
РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ, КОНДЕНСАТОРА ТА
ХОЛОДИЛЬНИКА**

студентка Кротенко К.С., асистент, Гайдай С.С.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

На сьогоднішній день темпи зростання виробництва етилового спирту та його складових є досить високими і в майбутньому прогнозується їх зростання [1], тому від галузі хімічного машинобудування вимагається розширене використання ресурсозберігаючих технологій.

У багатьох країнах світу діють програми по застосуванню етанолу в автомобільному паливі. У зв'язку з цим значно збільшуються потреби у виробництві етилового спирту.

Етиловий спирт, отриманий звичайними методами ректифікації, містить не більше 95,7% мас. спирту, так як ця величина відповідає його вмісту в азеотропній суміші, що утворюється при нормальному тиску [2].

Метою роботи є розробка апаратів, що входять до технологічної схеми виробництва етилового спирту.

Для досягнення поставленої мети необхідно обрати основні апарати, проектування та модернізація яких дозволить підвищити ефективність технологічної схеми.

Ректифікаційна колона, призначена для ректифікації рідкої суміші етанол-вода. Для обраної технологічної схеми [3] необхідно підібрати колону яка б відповідала наступним вимогам: простота конструкції та виготовлення, висока продуктивність процесу, простота експлуатації та ремонту [2].

Для процесу розділення водяної суміші етанолу доцільно використовувати тарілчасту колону. Такий тип ректифікаційних колон складає основну групу масообмінних апаратів. Це вертикальний циліндр, по висоті якого розташовані спеціальні контактні пристрої – тарілки, які дозволяють створити щільний контакт між паровою фазою, що піднімається у колоні вгору, та стікаючою донизу рідиною.

Пари етанолу, які утворюються у ректифікаційній колоні необхідно сконденсувати. Враховуючи великі витрати етилового спирту, для процесу конденсації необхідно велика поверхня теплообміну. Отже, у цьому випадку, доцільно застосовувати конденсатори. Враховуючи, що при великих поверхнях теплообміну, висота конденсатора може бути достатньо великою, доцільно застосовувати горизонтальний апарат [2]. Етиловий спирт, що конденсується, надходить у міжтрубний простір, а охолоджуюча вода – у трубний.

У холодильнику відбувається конденсація продуктів реакції, теплообмін відбувається між охолоджуючим середовищем у теплообмінній трубі та охолоджуючою водою і повітрям ззовні труб [4]. Вода, як менш леткий компонент, конденсується із більшою повнотою. Тому для додаткового виділення спирту застосовується його відмивання водою в абсорбері. Газ, що не прореагував, містить 90...92% етилу. Одну його частину рециркулюють, а іншу скидають для уникнення накопичення домішок у системі.

Отже, ректифікаційна колона, конденсатор та холодильник – апарати, у яких безпосередньо відбувається відділення спирту із суміші, тому їх розробка є актуальною.

Перелік посилань:

1. Н. Б. Варгафтник – Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М.: Наука, 1972, 720с.
2. М. Ф. Михалев и др. – Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. – Л.: Машиностроение, 1984. 301с.
3. К.С. Кротенко, А.Р. Степанюк – «Модернізація установки виробництва етилового спирту з розробкою теплообмінника» – Збірник тез доповідей XV всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів". – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 44-45 с.
4. Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др. – Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию. – М.: Химия. 1991. – 496 ст.

УДК 66.071.6

АБСОРБЕР ПРОДУКТІВ ОРГАНІЧНОГО СИНТЕЗУ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Оксид етилену – органічна речовина, що має формулу C_2H_4O . Це безбарвний газ з солодкуватим запахом. Завдяки особливостям молекулярної структури, оксид етилену вступає в реакції приєднання з розкриттям циклу, і таким чином легко піддається полімеризації.

Речовина є надзвичайно вогне- та вибухонебезпечним. Оксид етилену має дезінфікуючі властивості, а також є сильним отрутою для людини, проявляючи канцерогенну, мутагенну, подразнюючу та наркотичну дію.

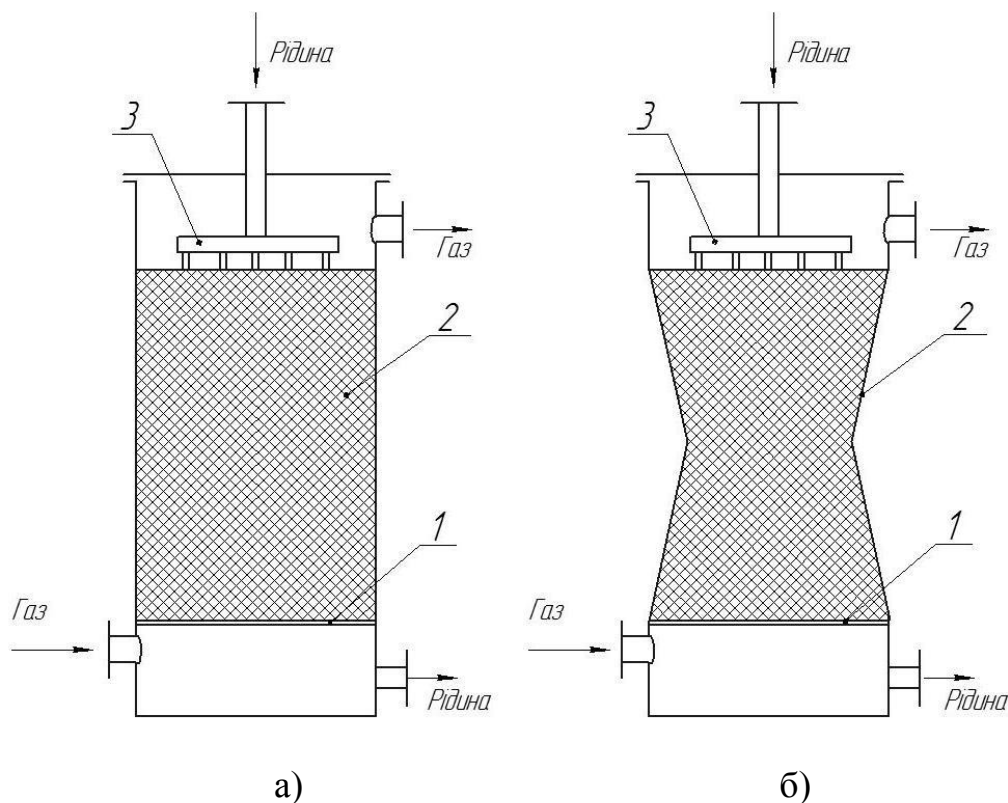
Оксид етилену є одним з важливих об'єктів основного органічного синтезу і широко використовується для одержання багатьох хімічних речовин і напівпродуктів, зокрема етиленгліколь, етаноламінів, простих і складних гліколевих і полігліколевою ефірів та інших сполук.

Одним основних апаратів технологічної лінії синтезу оксиду етилену, який підлягає модернізації є насадковий абсорбер. Даний апарат являє собою колонну, завантаженою насадками типу кільця Рашега.

Насадка являє собою циліндричні тонкостінні кільця без додаткових пристроїв, зовнішній діаметр яких зазвичай дорівнює висоті кільця. Діаметр насадок коливається від 25 до 150 мм. Насадочні кільця найчастіше виготовляють із кераміки або фарфору. Така насадка є більш дешевою та простою у виготовленні. Вони добре зарекомендували себе і широко використовуються на практиці.

Контакт газу з рідиною відбувається переважно на змоченій поверхні насадки, по якій стікає зрошувальна рідина. Стікання рідини по насадці має здебільшого плівковий характер. Рух газу і рідини в абсорбері здійснюється протитоком.

Насадковий абсорбер складається з колони, в якій розміщена підтримуюча решітка 1, на цій решітці укладений шар насадки 2. Зрошувальна рідина подається на насадку за допомогою розподільного пристрою 3.



1 – підтримуюча решітка; 2 – насадка; 3 – зрошувальний пристрій;

Рисунок 1. – Насадковий абсорбер продуктів органічного синтезу

Основним недоліком плівкового апарата є утворення так званого сухого конуса, тому модернізація даного абсорбера направлена на усунення цієї проблеми шляхом заміни циліндричної обичайки корпусу на корпус з подвійними конусами (рисунок 1.б)

Література:

1. Абсорбция газов / Рамм В.М. – изд. 2-е, переработ. и доп. М., «Химия», 1976 – 656 с.; 44 табл.; 190 рис.

УДК 665.644.4

МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕАКТОРА УСТАНОВКИ КАТАЛІТИЧНОГО РИФОРМІНГУ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Метою роботи є вдосконалення реактора для установки каталітичного реформінгу шляхом внесення в його будову конструктивних змін для покращення його ефективності та надійності.

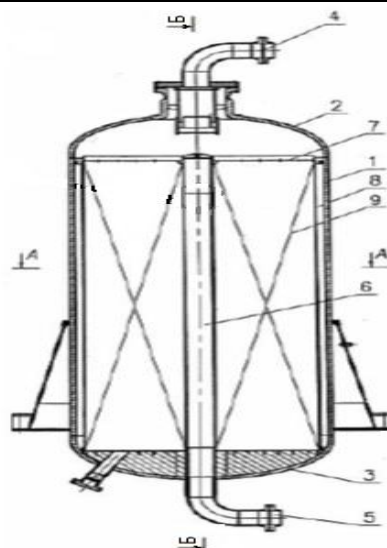
Поставлена мета роботи вирішується за рахунок поданої корисної моделі. В основу запропонованої корисної моделі поставлена задача вирівнювання гідравлічного опору шару каталізатора.

Рішення технічного завдання досягається тим, що, реактор, який містить корпус 1 з кришкою 2 і днищем 3, патрубки вводу газосировинної суміші 3 і виводу продуктів реакції 4, перфоровану трубу 6, яка установлена по центру корпусу, глуху тарілку 7, розташовану зверху перфорованої труби, розподільний пристрій 8 і шар каталізатора 9, розміщений між корпусом і розподільним пристроєм, згідно корисної моделі розподільний пристрій виконаний у вигляді перфорованої труби, при цьому перфорована труба з отворами різного кроку установлена коаксіально у корпусі на відстані відносно його стінок, з'єднана з глухою тарілкою і верхня частина перфорованої труби виконана суцільною.

Завдяки новому виконанню реактора, в якому перфорування труби 6 виконано з різним кроком для вирівнювання гідравлічного опору шару каталізатора, це призводить до збільшення ефективності роботи за рахунок запобігання утворення байпасних потоків, рівномірного розподілу газосировинної суміші і перепаду тиску у реакторі, забезпечення високого ступеня очищення при низькому гідравлічному опорі і стабілізації енергетичного рівня процесу, спрощення виготовлення і монтажу.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, на яких зображено: на Рис. 1 - поздовжній переріз апарата; на Рис. 2 - розріз А-А на Рис. 1; на Рис. 3 - розріз Б-Б на Рис. 1.

На рисунку 1 зображено поздовжній переріз реактора.



1 – корпус; 2 – кришка; 3 – днище; 4,5 – патрубки; 6 – перфорована труба; 7– глуха тарілка; 8 – розподільний пристрій; 9 – шар каталізатора.

Рисунок 1– Поздовжній переріз реактора:

На рисунку 2 зображено розріз А-А на Рис.1. На рисунку 3 зображено розріз Б-Б на Рис.

1 – корпус; 6 – перфорована труба, 8 – розподільний пристрій Рисунок 2– Розріз А-А на Рис.1	10 – отвори Рисунок 3– розріз Б-Б на Рис.1

Перелік посилань:

1. Сулимов А.Д. Каталитический риформінг бензинов. М, «Химия», 1964. 206с.
2. Справочник нефтепереработчика: Справочник/Под ред. Г.А. Ластовкина , Е.Д. Радченко и М.Г. Рудина. – Л.: Химия, 1986.-648с.

УДК 661.727.4

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ФЕНОЛУ ТА АЦЕТОНУ
ЧЕРЕЗ ГІДРОПЕРОКСИД ІЗОПРОПІЛБЕНЗОЛУ
(З ОКИСЛЕННЯМ КУМОЛУ В ЕМУЛЬСІЇ)**

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

Виробництво фенолу та ацетону кумольним методом відіграє дуже важливу роль у хімічній промисловості.

Потреби суспільства у фенолі зумовлені тим, що він широко застосовується в хімічному виробництві, нафтопереробці, фармацевтичній галузі, медицині, косметології та сільському господарстві. Найбільша кількість фенолу використовується для отримання фенолформальдегідних смол, що переробляються в пластмаси, на основі фенолу синтезують барвники, в нафтовій промисловості фенол найчастіше використовують для селективного очищення мастил. Також застосовується в якості азеотропного агенту під час виділення толуолу з бензину за допомогою ректифікації. У фармацевтичній галузі використовується для виробництва аспірину, саліцилової кислоти, салолу, а також як антисептик. У сільському господарстві застосовується в якості гербіцида або для дезінфекції тварин.

Ацетон, в свою чергу, являє собою один з найбільш поширених розчинників. Застосовується для виробництва фарб і лаків, хімічних волокон, плівок. За допомогою ацетону очищують мастила.

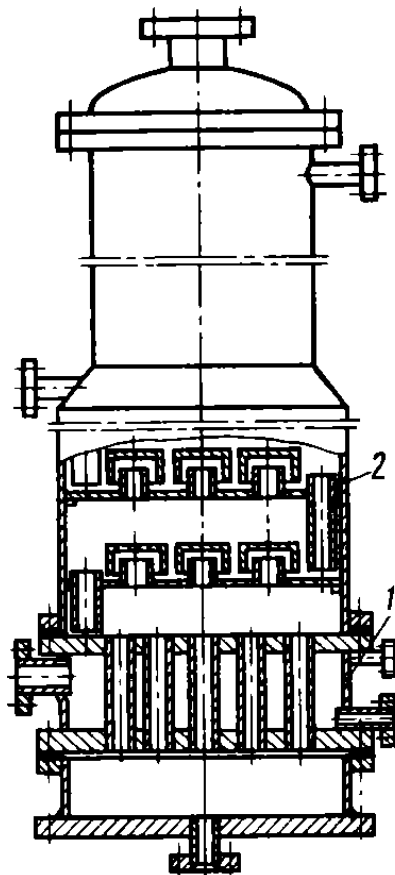
Кумольний метод виробництва фенолу та ацетону використовує як сировину бензол та та пропілен. Процес умовно ділиться на три стадії [1]:

- 1) одержання ізопропілбензолу;
- 2) окислення ізопропілбензолу;
- 3) розділення гідропероксиду.

Третю стадію, а саме- розділення гідропероксиду, можна реалізувати за допомогою ректифікації. Для цього використовують три ректифікаційні колони. В першій ректифікаційній колоні відганяють ацетон; в наступній колоні за розрідження відганяють ізопропілбензол з домішками

метилстирола та фенолу. Ці домішки заважають нормальному протіканню реакції окислення, тому ізопропілбензол піддають очищенню. Кубовий залишок з другої колони перетікає в третю ректифікаційну колону, де при розрідженні фенол відділяється від ацетофенона.

Для процесу доцільно застосовувати колони з ковпачковими тарілками. Схематичне зображення колони показано на рисунку 1. [2]



1 – Куб колони; 2 – колона

Рисунок 1 – Ковпачкова ректифікаційна колона.

Оскільки ректифікаційна колона, в якій фенол відділяється від ацетофана, відіграє важливу роль у технологічному процесі, то модернізація цього апарату дозволить суттєво збільшити ефективність виробництва.

Перелік посилань:

1. И.И. Юкельсон; «Технология основного органического синтеза»; Москва, Химия, 1968.
2. И.И. Чернобыльский; «Машины и аппараты химических производств»; Москва, Машиностроение, 1975.

Підвищення якості виробництва профільно-погонажних виробів методом екструзії

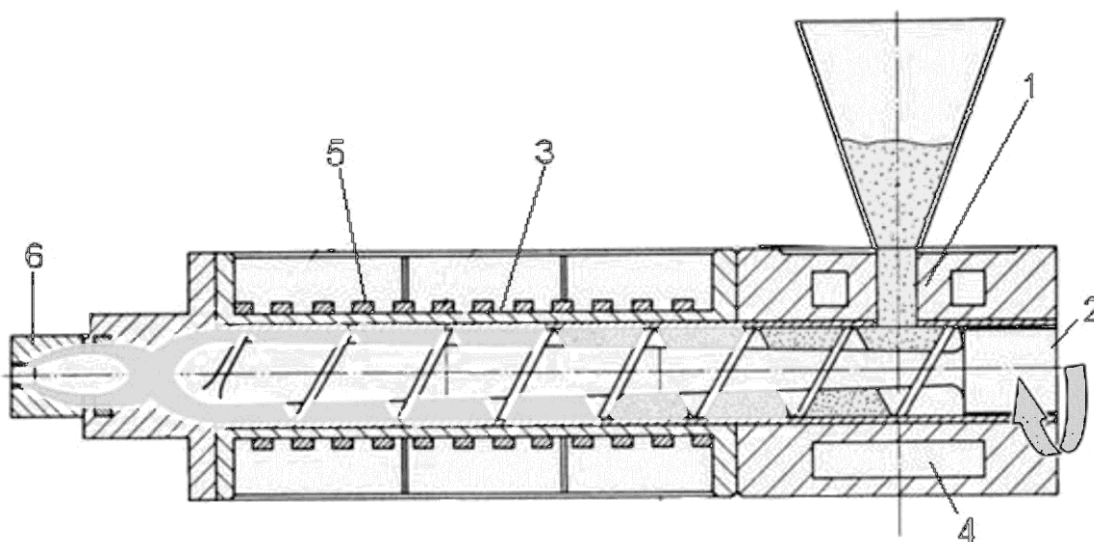
студент Онищенко О.А., к.т.н., доцент Швед М.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Виробництво профільно-погонажних виробів з полімерів майже в повній мірі відбувається на лініях з екструзією. Використання екструзійних технологій зумовлюється як вимогами до продуктивності лінії, так і технічними особливостями полімерів, такими як низька питома густина, висока хімічна стійкість та наявність високоеластичного стану.

Основним елементом у будь-якій технологічній лінії для екструзії є екструдер. Саме на нього відходить основна частина енерговитрат при виробництві. Він виконує такі функції як подача сировини, розігрів маси, гомогенізація та формування виробу. Найбільш простими та поширеними у виробництві профільно-погонажних виробів є одночерв'ячні екструдери, основні компоненти яких зображені на рисунку 1 [1].



1 – завантажувальна камера; 2 – шнек; 3 – циліндр; 4 – зона охолодження; 5 – нагрівальні елементи; 6 – фільтр

Рисунок 1 – Схема екструдера

Аналіз технологічних схем ліній для екструзії [2] виявив, що екструдер є найбільш енерговитратний з усієї лінії, а отже доцільним буде покращення показників втрати теплоти та перевитрат сировини при виготовленні виробів.

В екструдері одночасно протікають декілька процесів, що розділяються зонами. Після загрузки сировини починається зона плавлення. Далі слідує зона гомогенізації та дозування. Відомими недоліками екструдерів такої конфігурації є пульсація тисків в зонах подачі сировини та гомогенізації, які акумулюються у зоні формування виробу та дають нерівномірну подачу полімеру через фільтру. Ці недоліки виникають через незмінну конфігурацію головного робочого органу – шнеку, та призводять до негативних наслідків, як то незадовільна якість одержаної продукції або надлишкова витрата сировини та енергії.

Особливість обладнання полягає в тому, що для кожного процесу в екструдері та для кожної зони мають виконуватись певні умови. Так, для різних зон має витримуватись різний діапазон температур, а тиск на виході з фільтру має забезпечуватись швидкістю обертів електродвигуна. Саме для ефективного використання енергоресурсів та раціональної витрати сировини необхідні такі зміни в процесі та конструкції обладнання, які б дозволили більш точно регулювати процес екструзії з можливістю автоматизованого керування за допомогою логічних модулів, що забезпечує вищу якість продукції з економією сировини та енергії на її перероблення.

Перелік посилань:

1. Раувендааль К., «Экструзия полимеров», 2008 г., Изд.: Профессия.
2. Раувендааль К., М. д. ПиларНорьегу Е., Харрис Х. «Выявление и устранение проблем в экструзии», 2008 г., Изд.: Профессия.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ

студент Піскун Є.В., к.т.н. доцент Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Лимонна кислота є основним з підкислювачів. Її частка становить близько 75% обсягу з підкислювачів, що виробляються. Особливо широко вона використовується у виробництві безалкогольних напоїв, яким надає фруктові і ягідні запахи і смак. Лимонну кислоту виробляють головним чином шляхом мікробного синтезу. На рисунку 1 зображена технологічна схема виробництва лимонної кислоти. В ній можна виділити такі апарати, котрі відіграють головну роль в процесі виробництва лимонної кислоти: ферментер 10, де відбувається процес росту мікроорганізмів; теплообмінник 7 – де відбувається охолодження живильного середовища барабанний вакуум-фільтр 12 – де відбувається відокремлення міцелію від фільтрату. В ході проведеного аналізу було з'ясовано, що обрані апарати можна вдосконалити.

Ферментер – це апарат для культивування мікроорганізмів в живильному середовищі. В ньому підтримуються сприятливі умови для життя і розмноження мікроорганізмів: температура, кислотність, склад повітря та вологість. Одним з недоліків даного апарату є те, що під час ферментації можливе утворення застійних зон. Тому перспективою вдосконалення – є перемішуючий пристрій, який би забезпечив рівномірне розподілення тепла та живильного середовища по всьому об'єму апарату рівномірно.

Головним недоліком теплообмінника, який використовується в даній технологічній схемі – значний гідравлічний опір.

Недоліком барабанного вакуум-фільтру є мала робоча поверхня та складність конструкції.

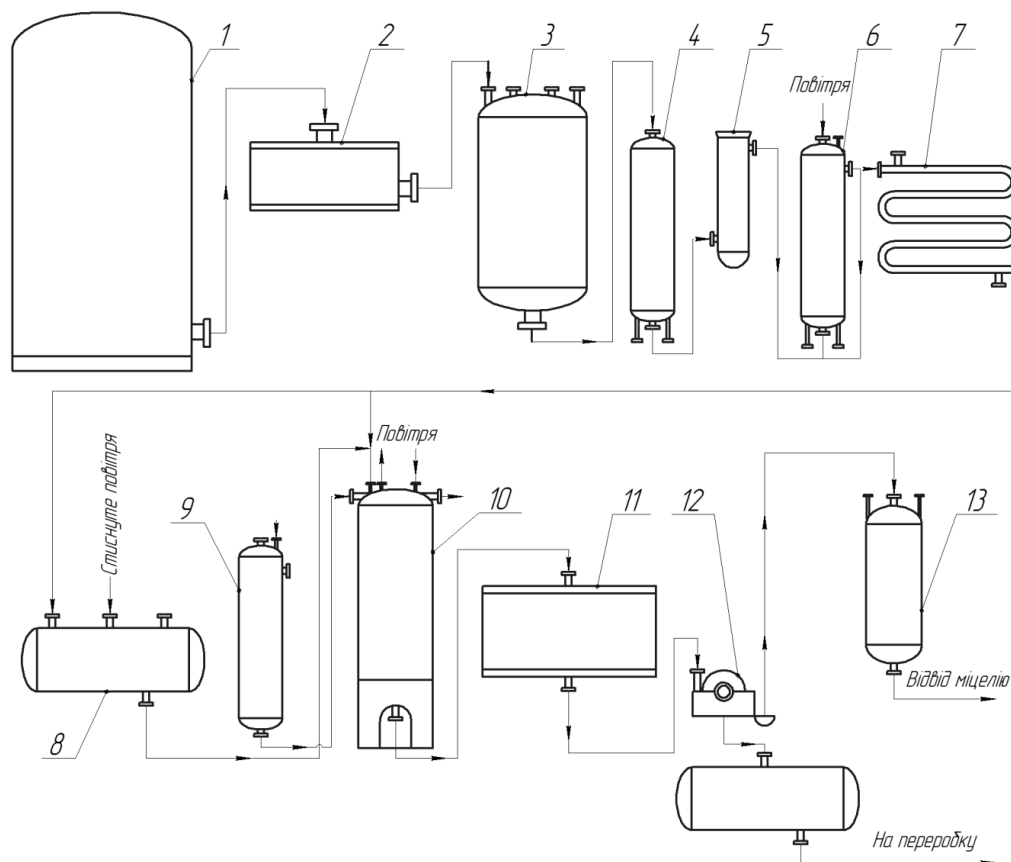


Рисунок 1 – Технологічна схема виробництва лимонної кислоти

1 – сховище меляси; 2 – проміжна ємність; 3 – реактор змішувач;
4 – проміжна ємність; 5 – стерилізаційна колона; 6 – витримувач;
7 – теплообмінник; 8 – збірник поживного середовища;
9 – посівний апарат; 10 – ферментер; 11 – збірник культивованої рідини; 12 – барабанний вакуум-фільтр; 13 - збірник фільтрату

Метою модернізації даної лінії виробництва – збільшення продуктивності, за рахунок вдосконалення: ферментера, теплообмінника та стадії розділення.

Перелік посилань:

1. Р.Я. Карклиньш, Г.К. Лиепиньш "Микробиологический синтез лимонной кислоты", рига "ЗИНАТНЕ" 1993. - 254 с.
2. В.А. Смирнов "Пищевые кислоты (Лимонная, молочная, уксусная)" М. "Лёгкая пищевая промышленность" 1983. - 362 с.
3. http://uareferat.com/Виробництво_лимонної_кислоти від 22.08.2013
<http://citricacid.ru/> від 15.06.2014

УДК 66.074

АБСОРБЕР ОЧИЩЕННЯ КОНВЕРТОВАНОГО ГАЗУ ВІД CO₂

студент Рязанцев Є.В., ст. викладач Гулієнко С.В.

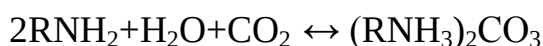
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Конвертований газ є одним з основних компонентів для синтезу аміака. Але зазвичай він містить шкідливі домішки: CO₂ та CO. Вуглекислий газ негативно впливає на синтез аміака, а CO, в свою чергу, є отрутою для каталізатора. Конвертований газ містить близько 17 – 18% вуглекислого газу та близько 0,3 – 0,5%. Тому виникає потреба в його очищенні. Використовують різні методи очистки конвертованого газу:

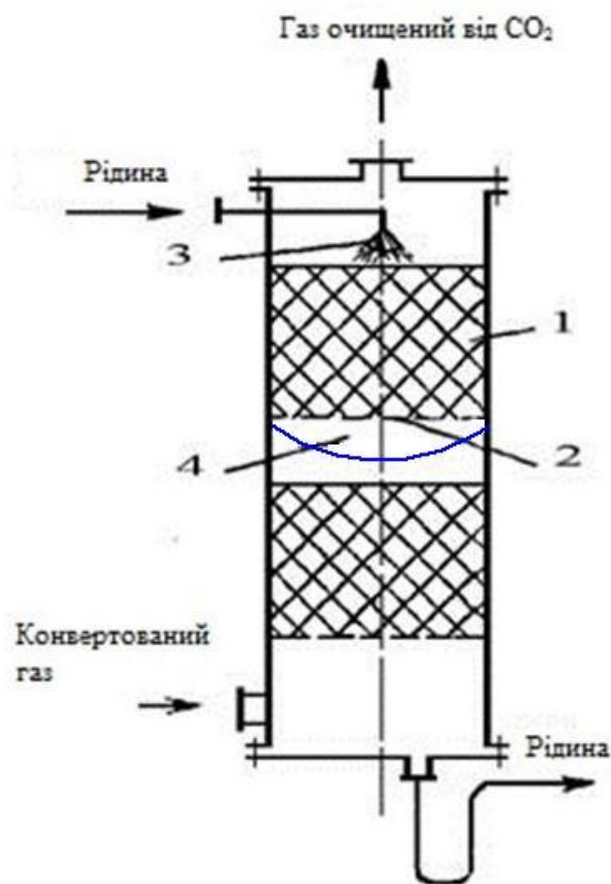
- абсорбція домішок твердими сорбентами;
- абсорбція рідкими сорбентами;
- конденсація домішок глибоким заохолодженням;
- каталітичне гідрування.

Застосовуючи метод абсорбції рідкими сорбентами, діоксид вуглецю абсорбують 19-21%-м водним розчином моноетаноламіна NH₂CH₂CH₂OH (MEA-очищення):



Поглинання CO₂ (карбонізація розчину MEA) – оборотний процес. З підвищенням температури, можлива регенерація сорбенту. Над чистим MEA-розчином рівноважний тиск CO₂ малий, тому газ і рідина подають протитоком. Газ спочатку проходить через нижню секцію абсорбера, де відбувається поглинання основної кількості CO₂. Ця секція зрошується неповністю (грубо) регенованим розчином. У верхній секції, що зрошується тонко-регенерованим (чистим) MEA-розчином, відбувається доочищення газу, виходить із залишковим вмістом CO₂. Вміст якого не перевищує 0,03%. Температура абсорбції не вище 330 К. Потім насичений розчин, що містить

вуглекислоти 80-100 г / л, подається після нагрівання в десорбер. А вже після процесу десорбції, трьома потоками подається назад в абсорбер. Схему якого зображено на рисунку 1.



- 1 - насадки; 2 - опорна решітка; 3 – розподільувач рідини;
4 – перерозподільувач рідини;

Рисунок 1 – Абсорбер очищення конвертованого газу від CO_2

Абсорбер є одним з основних апаратів для очищення конвертованого газу від CO_2 , а отже метою роботи є його модернізація, яка полягає у зміні форми перерозподільчої тарілки з плоскої на напівсферичну та виконанням зливних патрубків нахиленими під кутом до вертикалі. Така конструкція перерозподільчої тарілки забезпечить більш рівномірний розподіл рідини по насадці.

Перелік посилань:

1.Общая химическая технология и основы промышленной экологии: Учебник для вузов. – М.: Химия, 1999. – 472 с., ил.

УДК663.127

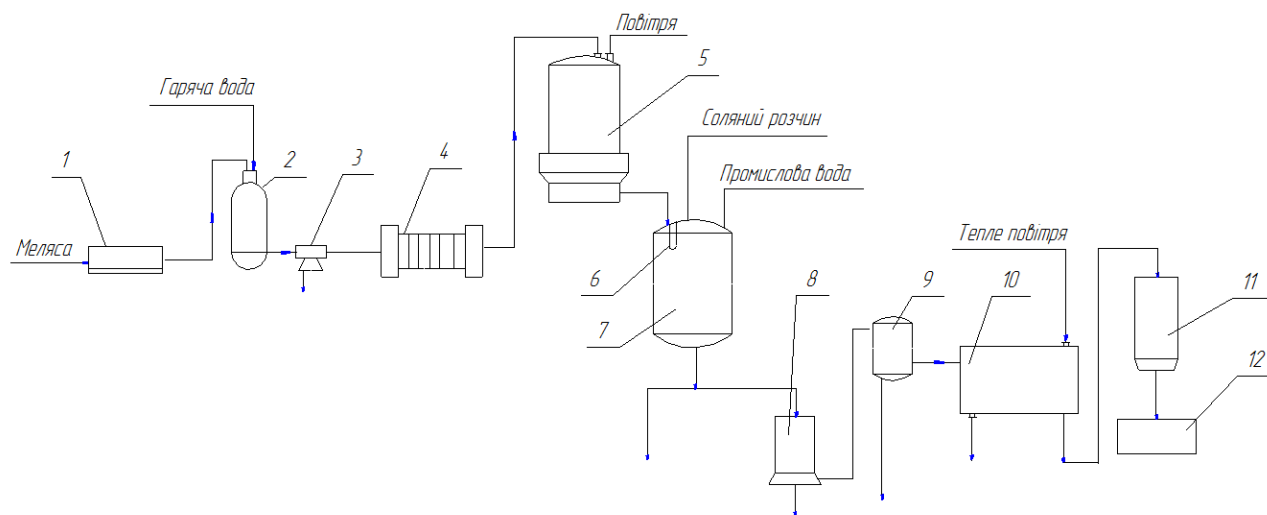
Модернізація апаратів лінії виробництва сухих дріжджів

студент Святков В.В., доц. Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Харчові дріжджі відіграють важливу роль у харчовій промисловості. Вимогою до виготовлення дріжджів є відповідна температура обробки, через термолабільність дріжджів та чистота цільового продукту. Технологічна схема отримання сухих дріжджів наведена на рисунку 1.



- 1 – збірник; 2 – розсиропник; 3 – сепаратор-кларифікатор; 4 – теплообмінник;
5 – ферментер; 6 – ємність для дріжджової суспензії; 7 – сітчастий фільтр;
8 – сепаратор; 9 – збірник-накопичувач продукту; 10 – сушарка;
11 – циклон; 12 – збірник

Рисунок 1 – Технологічна схема виробництва дріжджів

Зі збірника 1 меляса направляється в розсиропник 2, в якому вона розбавляється гарячою водою, витримується і подається на сепаратор-кларифікатор 3, де звільняється від механічних домішок. Освітлене сусло нагрівають в пластинчастому теплообміннику 4, охолоджують і направляють в ферментер із підводом повітря для росту культур. Освітлення і стерилізацію здійснюються в безперервному режимі. Мінеральні солі

(діамонійфосфат, сульфат магнію, дестіобіотін та ін.) подають в ємність 6. Дріжджі відділяють з дріжджової суспензії, промивають холодною водою і згущують в сепараторі 8 та відправляють на сушарку 10 для сушіння теплим повітрям, після сухі дріжджі подають у циклон 11 на очистку, а потім у збірник 12.[1]

Ферментер – це апарат призначений для росту мікроорганізмів в живильному середовищі. Ріст та розмноження мікроорганізмів відбувається шляхом підтримки сприятливих для цього параметрів таких як температури, тиск, вологість і кислотність. Для інтенсифікації процесу слід уникати застійних зон. Для цього необхідно за допомогою перемішуючого пристрою забезпечити рівномірність перемішування та розподілу речовин по всьому об'єму [2].

При сушінні дріжджів від сушарки вимагається рівномірність подачі сухого повітря та регулювання часу перебування продукту.

У сепараторі слід підвищити ступінь очищення продукту.

Метою модернізації є підвищення продуктивності лінії виробництва, якості продукту і зменшення енерговитрат шляхом модернізації ферментера, сепаратора та сушильного апарату.

Перелік посилань:

1. Технологическое оборудование предприятия бродильной промышленности / В.И. Попов, И.Т. Кретов, В.Н. Стабников, В.К. Предеченский, - 6-е изд. перераб. и доп. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983.-464с.

2. Ферментационные аппаратные устройства 2-го поколения / [В. Л. Яровенко, Б. М. Нахманович, В. В. Яровенко, П. А. Белозеров].— Ферментная и пищевая промышленность, 1977, № 3.

УДК 621.643-036.746

МОДЕРНІЗАЦІЯ РАСТРУБЛЮЮЧОГО ПРИСТРОЮ

ст.викл. Двойнос Я. Г., студент Сеген Я.К.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Метою роботи є модернізація раструблюючого пристрою, який призначений для формування раструба на гладкій трубі. Раструб дозволяє герметично з'єднувати труби між собою, або з фасонними деталями. На рисунку 1 показано раструблюючий пристрій і раструблену трубу (рис. 2). Технічні вимоги до труб з РР раструблених викладено у нормалі DIN 19560.

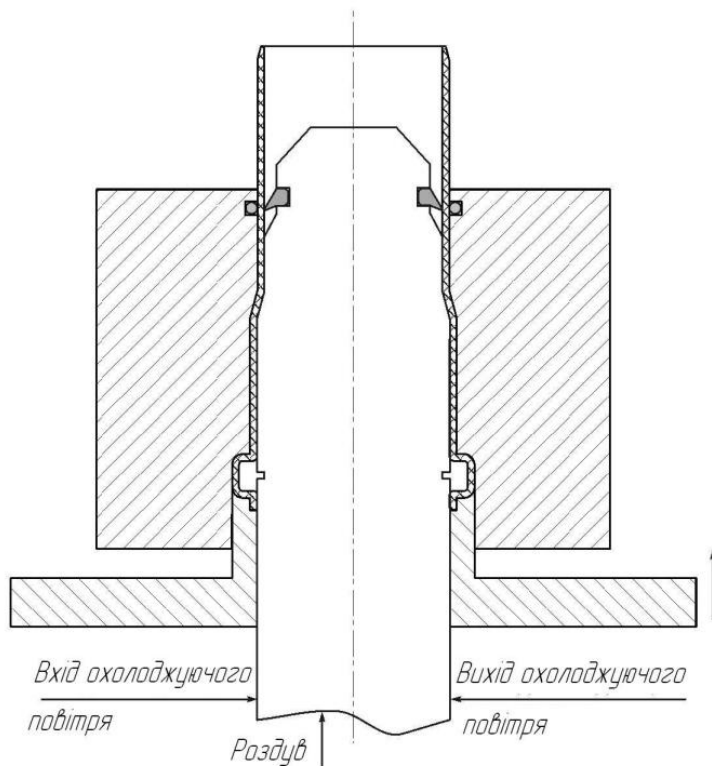


Рисунок 1 - Раструблюючий пристрій

вання параметрів прогріву виконується завданням температури і часу нагріву);

3. Формування раструбу згідно DIN 19560 шляхом пневмоформування;

4. Охолодження раструбу, контроль геометричних розмірів.

Технологічний час прогріву раструбу значно більше часу охолодження, тому пристрої раструблюючі мають 2, 3 або 4 місця підігріву [2] на одне формуюче та охолоджуюче.

Операція раструблювання виконується [1] на раструблюючому пристрої і має кілька стадій:

1. Зачистка заготовки труби від пилок, задирок, видалення стружки стиснутим повітрям з зовнішньої і внутрішньої поверхні;

2. Прогріву заготовки в кільцевому нагрівачі до пластичного стану (регулю-

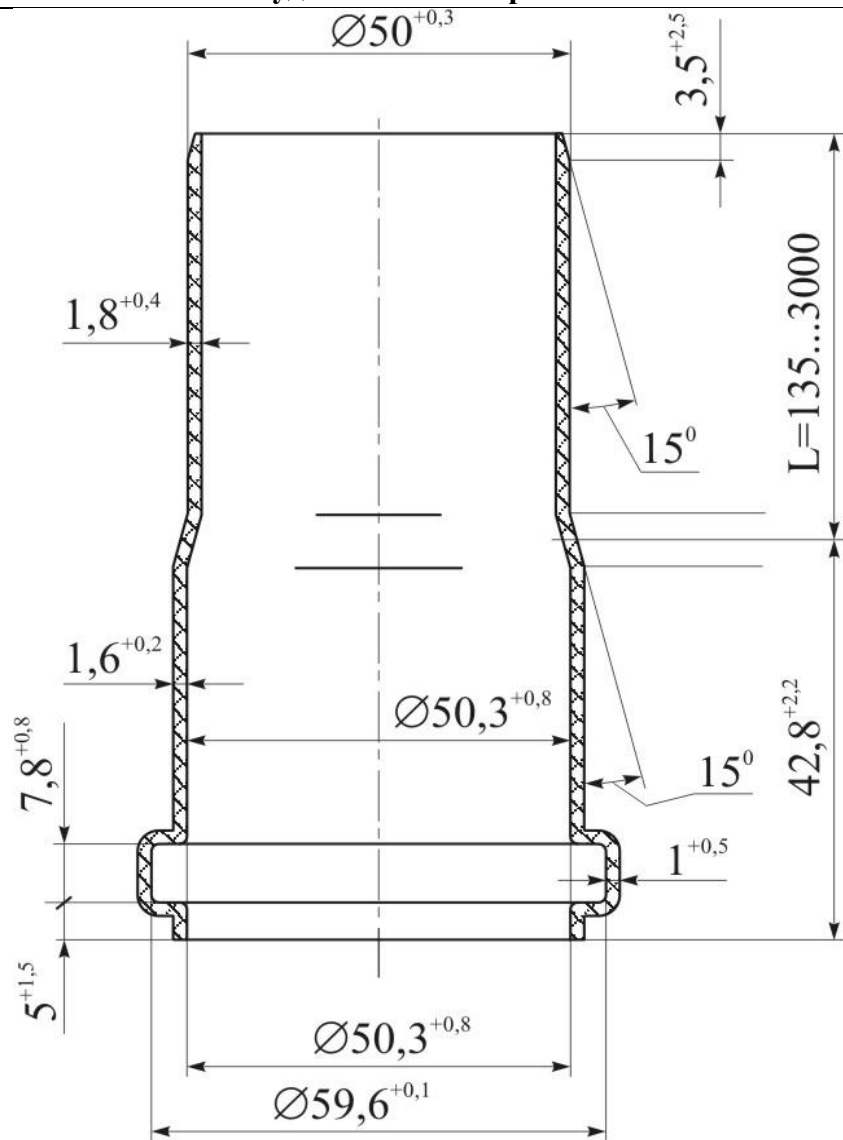


Рисунок 2 - Технічні вимоги до раструбленої труби

Разом з цим інтенсифікація процесу охолодження дозволить збільшити продуктивність операції раструблювання, стабілізувати розміри які визначають якість з'єднання ($\text{Ø}50,3^{+0,8}$, $\text{Ø}59,6^{+0,1}$).

Висновок: інтенсифікація процесу охолодження раструбу що формується є найбільш важливим для модернізації операції раструблювання та вимагає конструкторських та технологічних рішень.

Перелік посилань: 1. Н. И. Басов, Ю. В. Казанков, В. А. Любартович.

”Расчёт и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов”: Учеб. Для вузов.-М.:Химия,1986. – 488 с., ил.

2. Електронний ресурс www.sica-italy.com від 15.03.2015 р.

УДК 665.63

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ГАЗОФРАКЦІОНУВАННЯ З РОЗРОБКОЮ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ, ПАРОГЕНЕРАТОРА І ХОЛОДИЛЬНИКА

студент Сорока М.А., доц., к.т.н. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Газофракціонування – процес, призначений для отримання індивідуальних легких вуглеводів або вуглеводневих фракцій високої чистоти з нафтопереробних газів. Джерелом вуглеводневих газів на нафтопереробних заводах є гази, розчинні в нафті і які виділяються при первинній перегонці [1].

В даній галузі використовується велика кількість апаратів для тепло-масообміну, тому модернізація парогенератора є доцільною.

Недоліком парогенератора є мала інтенсифікація потоку в трубному просторі, мале значення коефіцієнта тепловіддачі.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення парогенератора підвищити продуктивність цього апарату шляхом встановлення інтенсифікатора потоку для органічної речовини в трубному просторі.

Поставлена задача вирішується тим, що для кращого теплообміну, збільшення поверхні контакту фаз, та для підвищення інтенсифікації процесу теплопередачі від речовини в трубному просторі до середовища міжтрубного простору конструкцію парогенератора вдосконалено встановленням спіральної дротяної пружини в трубах, для підвищення турбулізації потоку шляхом зменшення товщини пристінного ламінарного шару в трубному просторі.

Реалізація способу із зазначеними відмітними ознаками дає змогу забезпечити збільшення турбулентності середовища, і тим самим інтенсифікувати процес теплопередачі від рідини до стінки труби в апараті.

На рисунку 1 наведено приклад виконання труб для реалізації пропонованого способу.

Для підвищення турбулізації потоку в трубному просторі в трубах встановлена спіральна дротяна пружина 2. Пружина виготовляється з високоякісної корозійностійкої пружинної сталі, товщиною 1,5-2мм. Зовнішній діаметр кола пружини складає 1,05-1,1зовнішнього діаметра труби.

Пружина кріпиться з обох боків труби у спеціально проточених пазах, за рахунок натягу.

Наявність спіральної дротяної пружини 2 дає змогу збільшити турбулентність потоку рідини, і тим самим інтенсифікувати процес теплопередачі від рідини до стінки труби.

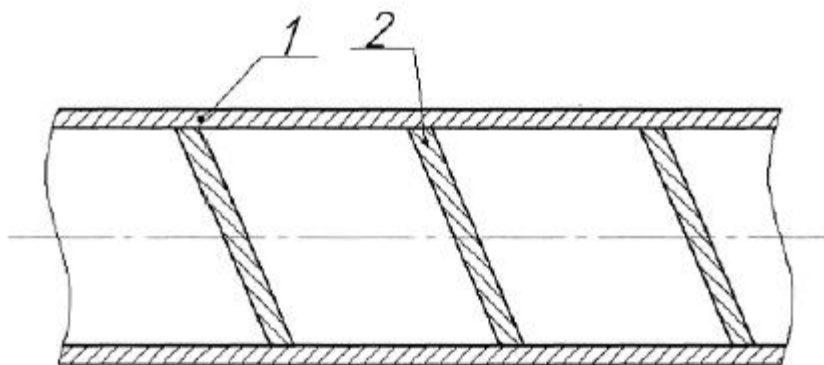


Рис.1 – Схема труби в парогенераторі

Дана модернізація дає змогу збільшити турбулентність потоку рідини, і тим самим інтенсифікувати процес теплопередачі від рідини до стінки труби.

Перелік посилань:

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

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕТИЛОВОГО СПИРТУ

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

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

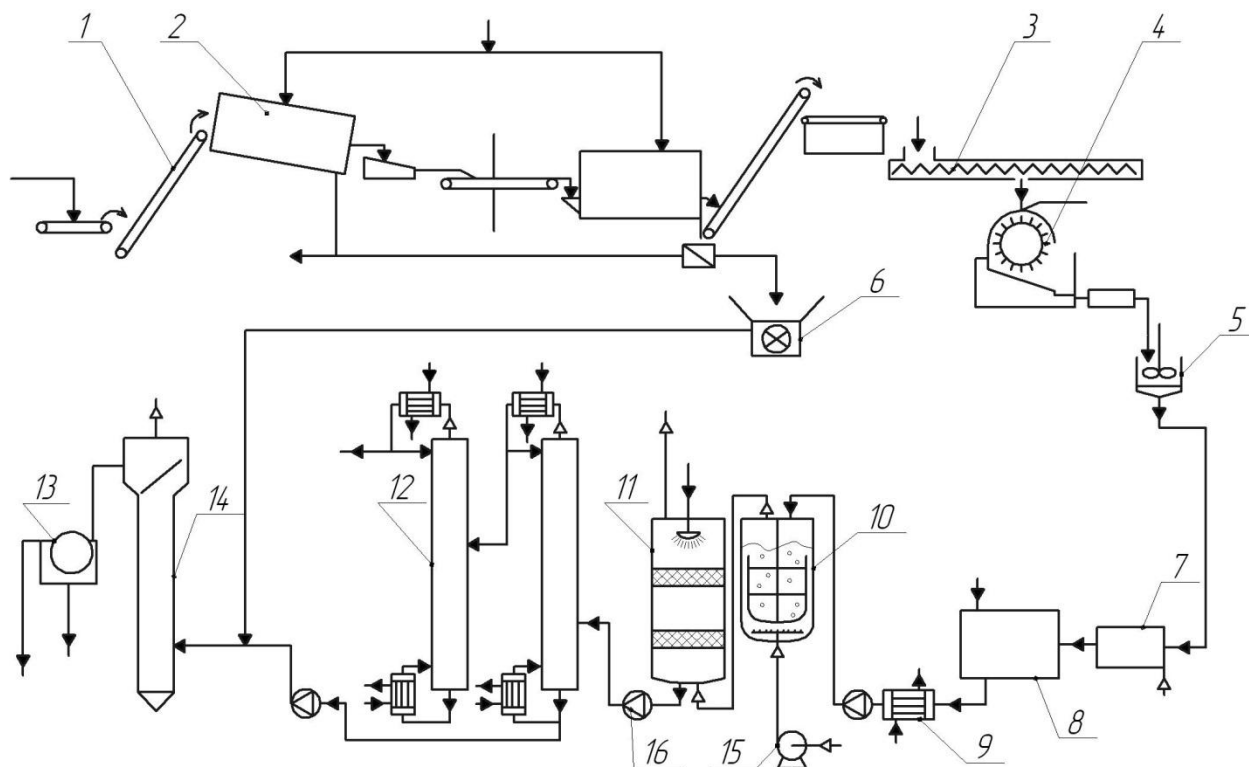
Етиловий спирт відноситься до числа багатотоннажних продуктів основного органічного синтезу, згідно прогнозу очікуваний об'єм виробництва біоетанолу в світі в 2020 р складе 281,5 млрд. л (за обсягом виробництва посідає перше місце в світі серед всіх органічних продуктів).

На сьогодні в багатьох країнах світу діють програми по застосуванню етанолу в автомобільному паливі (Бразилія, США, Канада, Євросоюз, Аргентина, Китай, Австралія, Японія та ін.). У зв'язку з цим значно збільшуються потреби у виробництві етилового спирту. Тому модернізація виробництва біоетанолу є актуальною.

У роботі розглядається процес виробництва спирту з топінамбура (земляної груші). Технологічна схема представлена на рисунку 1.

Топінамбур поступає на транспортер 1 та до мийки 2. Після мийки відходи та дрібні частинки потрапляють до сепаратора 6. Очищений топінамбур подається до подрібнювача 3, після якого йде на розмольник 4 для ще більшого подрібнення. Розмелена суміш перемішується в перемішувачі 5, після чого підігрівається в контактному підігрівачі 7 до заданої температури. Підігріта суміш поступає в оцукрювач в який додаються ферменти, завдяки яким крохмаль перетворюється в цукор. Суміш подається в охолоджувач 9, де охолоджується. Охолоджена суміш подається в ферментер 10. Повітря, що подається компресором 15, відбирає з суміші пари спирту і вони надходять до абсорбера 11, у якому CO_2 , H_2O та $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ абсорбуються водою, яка далі подається насосом 16 на ректифікаційні колони 15. Частина кубового залишку та суміші після сепаратора 6 подається в бункер 14, де з них виробляється біогаз. Тверді компоненти виділяються на центрифугі 13.

Суть модернізації полягає у встановленні всередині ферментера пристрою барботажу, що дозволяє збільшити швидкість бродіння за рахунок зменшення концентрації спирту у масі що бродить, та подавати у ректифікаційні колони розчин спирту у воді, без продуктів бродіння.



1 – топінамбур (земляна груша); 2 – мийка; 3 – подрібнювач; 4 – розмольник;
5 – перемішувач; 6 – сепаратор; 7 – підігрівач контактний; 8 – оцукрювач; 9 – охолоджувач; 10 – ферментер; 11 – абсорбер; 12 – ректифікаційна колона;
13 – нутч-фільтр; 14 – бункер; 15 – компресор; 16 – насос.

Рисунок 1 – Технологічна схема виробництва біоетанолу

Висновок: модернізація технологічної схеми та конструкції ферментера є доцільною, оскільки збільшується продуктивність установки та відповідає необхідність чистки куба ректифікаційної колони від біомаси.

Перелік посилань:

1. Справочник по производству спирта. Сырье, технология и тех. Хим. контроль. //В. Л.Яровенко и другие. М. Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 336с.

РЕАКТОР ГІДРООЧИЩЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

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

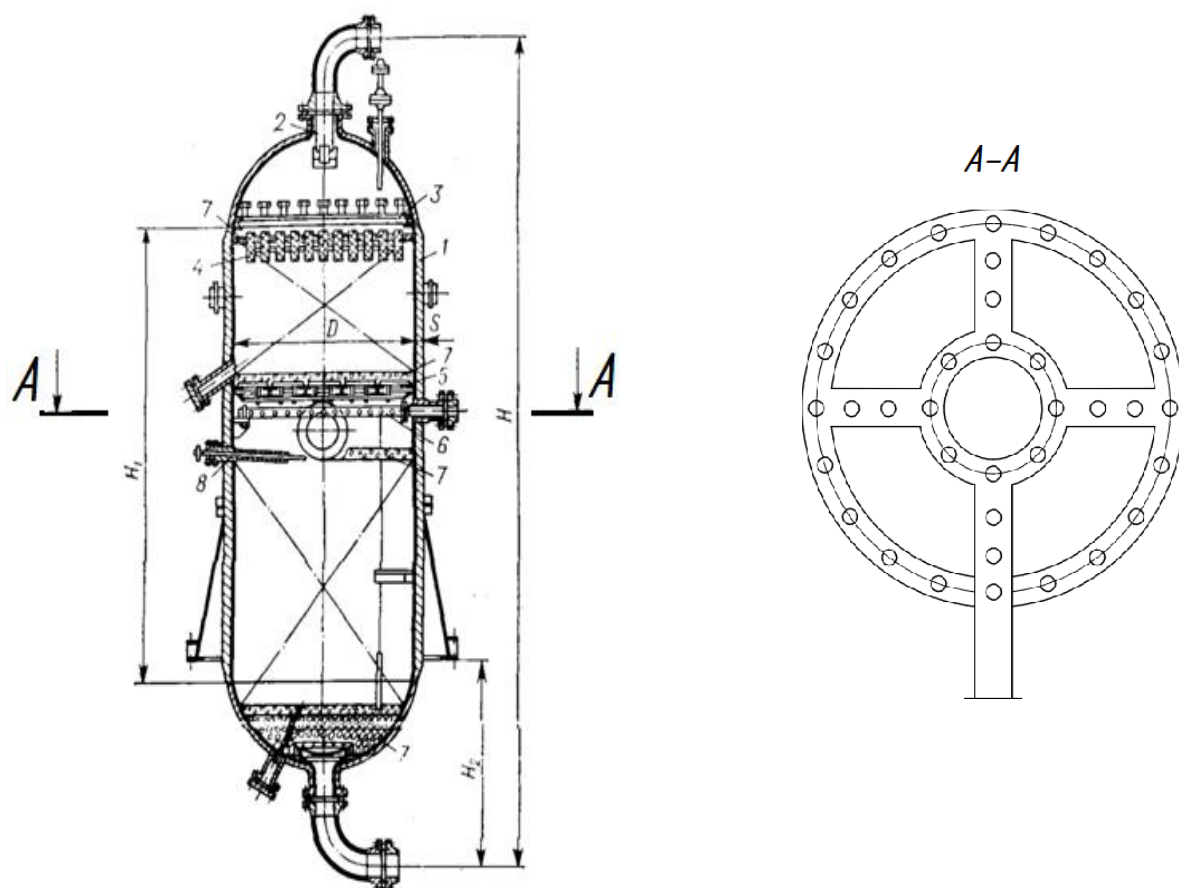
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Гідроочищення дистилатів від сірчаних сполук та вуглеводнів являється одним із різновидів гідрогенізаційних процесів. Апарати гідроочищення широко застосовуються для очищення бензинових, газових і дизельних фракцій, дистилатів каталітичного крекінгу і мастильних фракцій.

В реакторах застосовують алюмокобальтмолібденові (АКМ) або алюмонікельмолібденові (АНМ) каталізатори. Великий термін служби каталізатора без регенерації при нерухомому шарі його в реакційному об'ємі, дозволяє створювати апарати високої ефективності і надійності.

На рисунку 1 наведена конструкція реактора для попереднього очищення дизельного палива. Збірні корзини, виконані у вигляді металевих каркасів, обтягнутих сіткою, висотою до 600 мм і діаметром до 200 мм, служать фільтруючим пристроєм для вилову продуктів корозії і збільшення поверхні контакту потоків з каталізатором, що знижує зростання гідравлічного опору. У верхній частині встановлена розподільна тарілка з протічними трубами, нижче якої також є збірні фільтруючі корзини. В середній частині встановлена колосникова решітка, яка розділяє апарат на дві частини. Решітка служить опорним пристроєм для верхнього шару каталізатора. Вона опирається двотаврові балки. Поверхня колосників покрита рядом шарів сітки, на яких викладені фарфорові кульки діаметром 16 мм. Для зниження температури в апараті під колосникову решітку вводять холодний водневмісний газ. В нижній частині встановлений сітчастий збірник продукту. Збірник продукту і 2/3 нижнього днища засипають фарфоровими кульками, нейтральними до середовища і сприяють покращенню умов відведення продукту із реакційного об'єму.



1-корпус; 2-розподільувач; 3-розподільюча не провальна тарілка; 4-фільтруючий пристрій; 5-опорна колосникова решітка; 6-колектор введення водню; 7-фарфорові кульки; 8-термопара.

Рисунок 1-Реактор гідроочищення дизельного палива

Продуктивність установок гідроочищення визначається продуктивністю і надійною роботою реактора. Тому метою роботи є модернізація реактора, яка полягає в зміні конструкції колектора подачі водню. Він виконується у вигляді концентричних кіл з'єднаних радіальними перегородками (розріз А-А на рисунку 1).

Прелік посилань:

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

УДК 6.714

**МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ТЕПЛООБМІННИКА СХЕМИ
СІРКОКИСЛОТНОГО АЛКІЛЮВАННЯ**

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

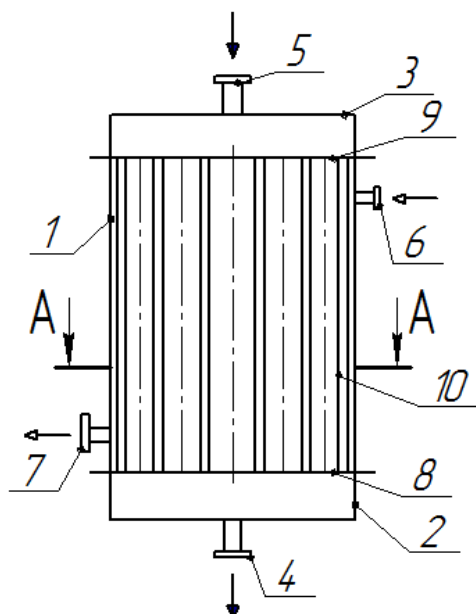
В сучасних умовах розвитку промисловості все більш постає потреба у високоякісному паливі, що в свою чергу тягне за собою необхідність у впровадженні нових або модернізації вже існуючих технологій у нафтопереробній сфері. Для отримання високоякісного палива (бензину) і підвищення октанового числа відбувається за допомогою ректифікації (перегонки) та відбору фракцій нафти в схемі сірокіслотного алкілювання [1]. Алкілювання значною мірою визначаються фізичними факторами, так як лімітуючою стадією процесу є швидкість транспортування реагуючих речовин до поверхні розділу фаз, де протікають основні хімічні реакції. Теплообмінний апарат — пристрій для перенесення теплоти від одного теплоносія до другого або від теплоносія до поверхні тіла, що його нагрівають.

Недоліком теплообмінника є нераціональне розміщення теплообмінних труб, що призводить до недостатньої ефективності його роботи через, що порушує гідродинаміку потоку і погіршує умови тепловіддачі в ньому.

В основу модернізації покладено завдання вдосконалення ефективності роботи теплообмінника, за допомогою встановлення теплообмінних труб, які мають різний діаметр, причому ближчі до центру трубочки мають більший діаметр, а далі менший. Відповідно, підвищує швидкість проходження сировини. Теплообмінник, який містить корпус, штуцери, а також дві трубні решітки із закріпленням в них теплообмінними трубами, який відрізняється тим, що встановленні теплообмінні труби, які мають різний діаметр, причому ближчі до центру трубочки мають більший діаметр, а далі менший.

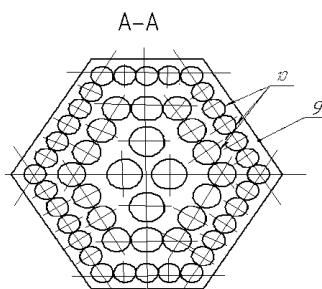
Суть модернізації пояснюється кресленням (рисунок 1, рисунок 2).

Теплообмінник містить обичайку 1, дві кришки 2 і 3, штуцери 4-7, а також дві трубні решітки 8 і 9 із закріпленими в них теплообмінними трубами різного діаметра 10.



1 – обичайка, 2, 3 – кришки, 4...7 – штуцер, 8, 9 трубні решітки,
10 – теплообмінні труби

Рисунок 1



9 трубна решітка, 10 – теплообмінні труби різного діаметра

Рисунок 2

Метою роботи є модернізація конструкції теплообмінника з урахуванням сучасних світових тенденцій. Використання теплообмінними трубами різного діаметра дозволить вирівняти профіль швидкостей у теплообмінному апараті. Це дає нам ряд переваг, з яких головними є: покращення гідродинаміки потоку і поліпшення умов тепловіддачі в ньому.

Перелік посилань:

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

УДК 665.63 (078.8)

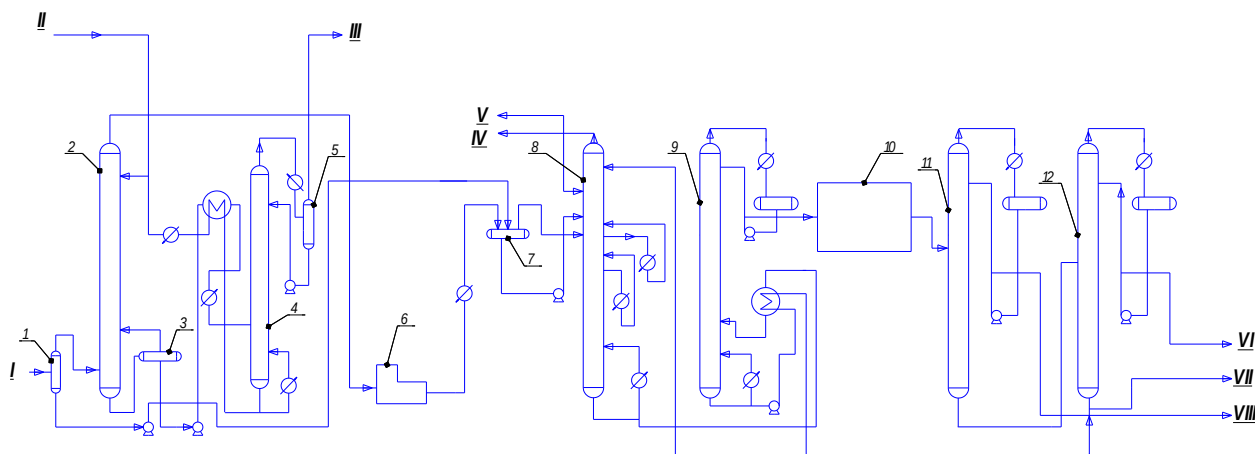
УСТАНОВКА ГАЗОФРАКЦІОНУВАННЯ З РОЗРОБКОЮ АБСОРБЕРА, ТЕПЛООБМІННИКА І КОНДЕНСАТОРА

бакалавр Янда І.В., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Каталітичний крекінг – переробка вуглеводнів, наприклад, нафтових фракцій, в присутності каталізаторів при якій молекули важких вуглеводнів розщеплюються на простіші. Каталітичні процеси відрізняються від термічних тим, що пара нафтової сировини пропускається над каталізатором, що прискорює і направляє хід реакції у бік утворення необхідних продуктів при більш м'яких умовах. Технологічна схема зображена на рисунку 1 [1].



1, 3, 5, 7 – сепаратори; 2 – абсорбер; 4 – колона очистки МЕА від сірководню; 6 – компресор; 8 – фракціонуючий абсорбер; 9 – стабілізатор; 10 – блок очистки; 11 – пропанова колона; 12 – бутанова колона.

I – газ з установки каталітичного крекінгу; II – свіжий розчин МЕА; III – сірководень; IV – сухий газ; V – нестабільний бензин; VI – бутан-бутиленова фракція; VII – стабільний бензин; VIII – пропан-пропіленова фракція.

Рисунок 1 – Газофракціонуюча установка абсорбційно-ректифікаційного типу

Газ з установки каталітичного крекінгу поступає на очистку моноетаноламіном в абсорбер 2. Очищений газ стискається компресором 6 до 1,4 МПа, охолоджується і подається в фракціонуючий абсорбер 8, під 22-гу тарілку. На цю ж тарілку подається конденсат компресії. В абсорбер вводиться ще й нестабільний бензин, який є основним абсорбентом. Фракціонуючий абсорбер 8 представляє собою комбіновану колону, в верхній частині якої відбувається абсорбція, тобто вилучення з газу цільових компонентів, а в нижній – регенерація абсорбента за рахунок тепла що підводиться. З верху абсорбера 8 виходить сухий газ, що складається з C_1 - C_2 , а з низу разом з абсорбентом виводяться вуглеводні C_3 - C_4 . Для доабсорбції відведених з сухим газом бензинових фракцій у верхню частину 8 подається стабільний бензин. Насичений абсорбент з 8 подається в стабілізатор 9, верхнім продуктом якого є головка стабілізації, а нижнім – стабільний бензин. Головка стабілізації поступає на блок очистки 10, де очищається від різних домішок. Потім з очищеної головки в пропановій колоні 11 виділяється пропан-пропіленова фракція. Кубовий продукт колони 11 в бутановій колоні 12 розділяється на бутан-бутиленову фракцію і залишок, який з'єднує із стабільним бензином. В колоні 4 відбувається очистка моноетаноламіну від сірководню.

Метою роботи є: спроектувати апарати такі як абсорбер, теплообмінник і конденсатор.

Перелік посилань:

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

СЕКЦІЯ 2
«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ
БІОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

МОДЕРНІЗАЦІЯ ФЕРМЕНТЕРА ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВИХ ДРІЖДЖІВ

студент Буренко Д.Г., к.т.н. доц. Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Для розвитку й підвищення продуктивності тваринництва і птахівництва потрібні корми з вмістом повноцінного білка і вітамінів. За підрахунками спеціалістів, дефіцит такого білка становить понад 25% від загальної його потреби.

Особливо перспективними у цьому плані є дріжджі. До їх складу входить близько 50% білків, життєво необхідні амінокислоти, вітаміни і мінеральні солі. Встановлено, що 1 т дріжджів щодо кормової цінності еквівалентна 100 т соломи, або 80 т силосу, або 120 т кормових буряків, або 3 т вівса[1].

Різноманітні ферменти, що містяться в дріжджових клітинах, каталізують і забезпечують складні, координовані між собою біохімічні реакції, які дають можливість цим клітинам розмножуватись з великою швидкістю. При оптимальних умовах культивування дріжджів можна з 1 кг пресованих дріжджів протягом доби виростити 512 кг біомаси (вологістю 75%), яка містить близько 100 кг білка[2].

Технологія виробництва кормових дріжджів, показана на рисунку 1.

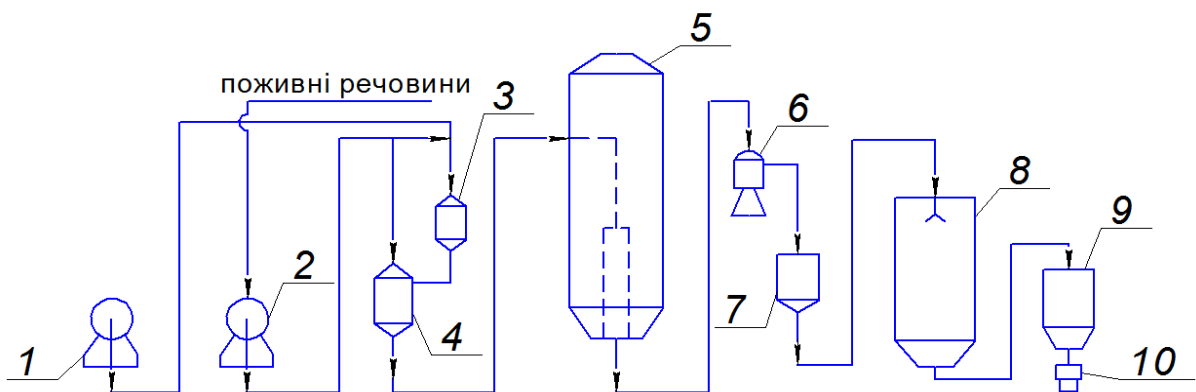


Рис.1– Принципова технологічна схема вирощування кормових дріжджів на паточній барді

1 - збірник для паточної барди; 2 - збірник-змішувач для поживних речовин; 3 - малий апарат чистої культури; 4 - великий апарат чистої культури; 5 - дріжджевирощувальний апарат; 6 - сепаратор для дріжджів; 7 - збірник готового дріжджового концентрату; 8 - сушарка

для дріжджів; 9 - бункер для сушених дріжджів; 10 - автоматичні ваги для сушених дріжджів.

Одним з основних і найреальніших шляхів забезпечення тваринництва білково-вітамінними концентратами є створення обладнання для виробництва кормових дріжджів.

Процес виробництва кормових дріжджів складається з наступних стадій: приготування поживних середовищ та підготовка допоміжних матеріалів, отримання засівних дріжджів, отримання товарних дріжджів, виділення дріжджів, згущення, сушіння, упакування і зберігання.

Дріжджові заводи, що виробляють кормові дріжджі, обладнані наступними типами устаткування: збірниками для зберігання сировини (патокової барди та ін.), допоміжних матеріалів, насосами для їх перекачування, теплообмінниками для живильного середовища, апаратами для вирощування чистої культури, засівних і товарних дріжджів, піногасниками, сепараторами, збірниками концентрату, сушарками, пакувальними автоматами і повітродувками.

Меласна барда і поживні речовини зі збірника потрапляють в малий та великий апарати чистої культури, де відбувається вирощування дріжджів чистої культури. Із великого апарату чистої культури дріжджі подаються в дріжджевирощувальний апарат безперервного вирощування кормових дріжджів. Далі дріжджове сусло подається в сепаратори для відокремлення дріжджів суспензії від бражки. Після першого і другого ступеню сепарування дріжджі промивають в збірниках готового дріжджового концентрату, потім дріжджі потрапляють в сушарку. Відокремлений висушений продукт потрапляє в бункер, де зважується на автоматичних вагах.

Перелік посилань:

1. Н. М. Семихатова, М. Малигіна, С. П. Папок "Производство дрожжей", Москва 1967.
2. http://www.sergeyosetrov.narod.ru/Projects/Fermentation/Fermentations_end_recirculations_yeast.htm від 11.10.2014 р.

УДК 663.12

ФЕРМЕНТЕР ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВИХ ДРІЖДЖІВ

студент Буренко Д. Г., к.т.н. доц. Зубрій О. Г.

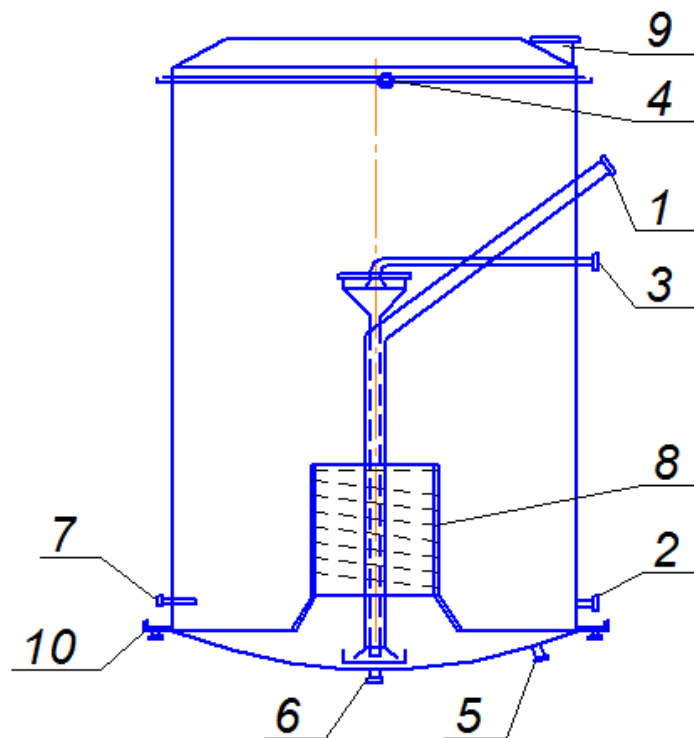
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Одним з основних і найреальніших шляхів забезпечення тваринництва білково-вітамінними концентратами є створення сучасного обладнання для виробництва кормових дріжджів [1].

Для інтенсифікації бродіння і скорочення часу зброджування застосовується часткова рециркуляція дріжджів (або зброджуваного середовища), наприклад, з останніх бродильних апаратів в перший при безперервному бродінні крохмалистих середовищ, що дозволяє підвищити концентрацію дріжджових клітин в рециркуляційному контурі і збільшити швидкість розведення в ньому, так як при цьому компенсується вимивання дріжджів з бродильної батареї і збільшується її продуктивність [2].

Існує декілька видів дріжджевирощувальних апаратів (ферментерів): малий апарат для вирощування чистої культури дріжджів; універсальний ферментер для засівних дріжджів; ферментер для вирощування кормових дріжджів, наприклад в піні безперервним способом (ферментер системи Лефрансуа), рисунок 1.



1-повітропровод; 2,3,4,5,6-штуцери; 7-жолоб;
8-змійовик дифузора; 9,10-люки

Рис. 1— Дріжджевирощувальний апарат для вирощування кормових дріжджів в піні безперервним способом.

Дріжджевиросщувальний апарат являє собою циліндричний відкритий зверху резервуар, з конічним днищем, що має повітропровод 1 з розтрубом, що подає повітря в кювету аерації, штуцером 2 для переливу дріжджового сусла в установку для механічного піногасіння (деемульгатор), штуцером 3 для подачі освітленої і охолодженої меласної барди в воронку. Крім того, апарат оснащений штуцерами для подачі та виходу холодної або гарячої води в плоский змішувик дифузора 8, штуцером 4 для подачі холодної води в кільцевий колектор з отворами для охолодження дріжджового сусла зрошенням, штуцером 5 для подачі пари, штуцером 6 для зливу залишків з апарату, а також штуцерами для подачі сірчаної кислоти, розчину солей, теплої або холодної води на розбавлення живильного середовища, жолобом 7 для збору охолоджуючої води з штуцерами для її спуску, верхнім 9 і нижнім 10 люками. Крім того в апараті передбачені місця для установки контрольно-вимірювальних приладів.

Такий апарат працює наступним чином: живильне середовище, вода і розчини солей надходять безперервно в ферментер через відповідні штуцери і зливаються в кювету аерації по вертикальних трубопроводах. Повітря, необхідне для вирощування дріжджів, подається від турбоповітродувки по вертикальному повітроводу 1, звідти через розтруб і щілину між днищем апарату і кюветою повітря потрапляє в живильне середовище, захоплює його і солі що переливаються із собою через краї кювети і, перетворюючи рідину в піну, спрямовується до верху апарату. В апараті під дією потоку повітря створюється інтенсивна циркуляція середовища і сприятливі умови для швидкого зростання дріжджів.

Для створення потоку циркулюючої емульсії в ферментері встановлений дифузор 8, у формі циліндра з водяною оболонню у вигляді плоского змішувика, в який надходить холодна вода на охолодження або тепла вода на нагрів рідини в апараті. Передбачено також зовнішнє охолодження апарату зрошенням. Холодна вода, омиває зовнішні стінки апарату, збирається внизу апарату в кільцеподібному жолобі і через відповідні штуцери відводиться.

Отриманий продукт відводиться через штуцер 2, у днищі апарату, на подальшу переробку.

Метою роботи є модернізація ферментера для інтенсифікації процесів тепло-масообміну та зменшення енергетичних витрат.

Перелік посилань:

1. Н. М. Семихатова, М. Малигіна, С. П. Папок "Производство дрожжей", видавництво « Пищевая промышленность » Москва 1967.

2. http://www.sergeyosetrov.narod.ru/Projects/Fermentation/Fermentations_and_recirculations_yeast.htm від 11.10.2014 р.

УДК 663.12

ФЕРМЕНТЕР ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ

Студент Бушма Я. Ю., к.т.н. доц. Зубрій О. Г.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Ферментер, або біореактор, це ємність, у якій в рідині або на твердому середовищі вирощують мікроорганізми. Процес, який відбувається у ферментері, називається ферментацією. Термін ферментація спочатку застосовувався тільки до анаеробних процесів, проте зараз він використовується більш широко і включає всі процеси, як аеробні, так і анаеробні. Середовище ферментерів під час роботи, як правило, тим або іншим способом перемішується.

Продуктом є або самі клітини (біомаса), або якийсь корисний клітинний метаболіт. Вихідні культури організмів, які повинні використовуватися в процесі ферментації, зберігають в неактивній формі (наприклад, в замороженому стані). Пробу активують, вирощують в достатній кількості з використанням асептичних методів і потім додають в ферментер (інокуляція). В ферментері організми ростуть і розмножуються, використовуючи поживне середовище.

Зазвичай ферментер виготовляють з високоякісної нержавіючої сталі, так що він не схильний до корозії і не виділяє в середовище токсичні солі металів. Щоб уникнути забруднення культури, всі операції повинні проводитися у стерильних умовах. Тому все використовуване обладнання, матеріали і повітря повинні бути стерильними. Обладнання стерилізують парою під тиском. Пара повинна мати доступ до всіх поверхонь, які в свою чергу повинні бути гладкими і відполірованими, наскільки це можливо, не мати тріщин, нерівностей, в яких можуть накопичуватися мікроорганізми. Повітря стерилізують шляхом фільтрації. З міркувань безпеки повітря, яке виходить з ферментера, теж потрібно стерилізувати, хоча б для того, щоб уникнути розповсюдження мікроорганізмів, отриманих методами генної інженерії.

Апарати для аеробної глибинної ферментації найбільш складні як конструкційно, так і з точки зору їх експлуатації. Головне завдання - забезпечення високої інтенсивності масо- і енергообміну клітин із середовищем.

Конструктивні відмінності ферментерів визначаються в основному способами підведення енергії та аерації середовища:

- ферментери з підведенням енергії до газової фази;

- ферментери з підведенням енергії до рідкої фази;
- ферментери з комбінованим підведенням енергії.

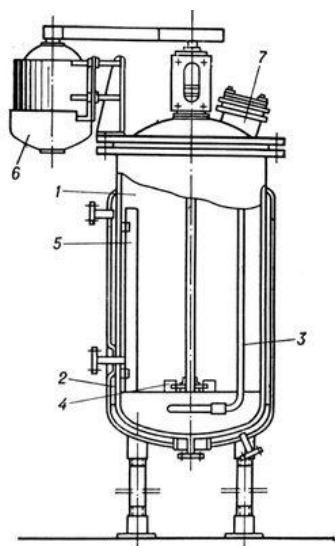
Ферментери з підведенням енергії до газової фази. В апаратах цього типу аерація і перемішування культуральної рідини здійснюються стисненим повітрям, яке подається в ферментер під певним тиском. До таких ферментерів відносять:

- барботажні ферментери;
- апарати з дифуззором (ерліфтні аератори);
- трубчасті ферментери (газліфтні);
- ферментери з форсунковою подачею повітря;
- ферментери колонного типу;

Ферментери з підведенням енергії до рідкої фази. До таких апаратів відносять:

- апарат з самовсмоктуючою турбіною;
- ферментер з турбоежекторним пристроєм – апарат.

Апарати з механічним перемішуванням мають механічну мішалку (рис.1), що складається з центрального вала і лопатей різної форми. Аерація може здійснюватися шляхом барботажа. Розподіл повітря у вигляді дрібних бульбашок сприяє механічний вібратор, встановлений поряд з барботером.



1-корпус, 2- оболонь, 3-барботер, 4-мішалка, 5-відбійник, 6-електропривід, 7-завантажувальний люк.

Рис.1 – Ферментер

В роботі планується модернізація ферментера з метою зменшення енерговитрат, зменшення матеріалоємності, металоємності.

Перелік посилань:

1. Бекер М. Е. «Введение в биотехнологию» “Звайгэне”, Рига 1974. 230 с.

УДК 66.045.1

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В КОЖУХОТРУБНОМУ ТЕПЛООБМІННИКУ НА ЛІНІЇ РЕКТИФІКАЦІЇ ФУРФУРОЛЬНОГО КОНДЕНСАТУ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

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

Одним з головних елементів лінії ректифікації фурфурольного конденсату є кожухотрубний теплообмінник.

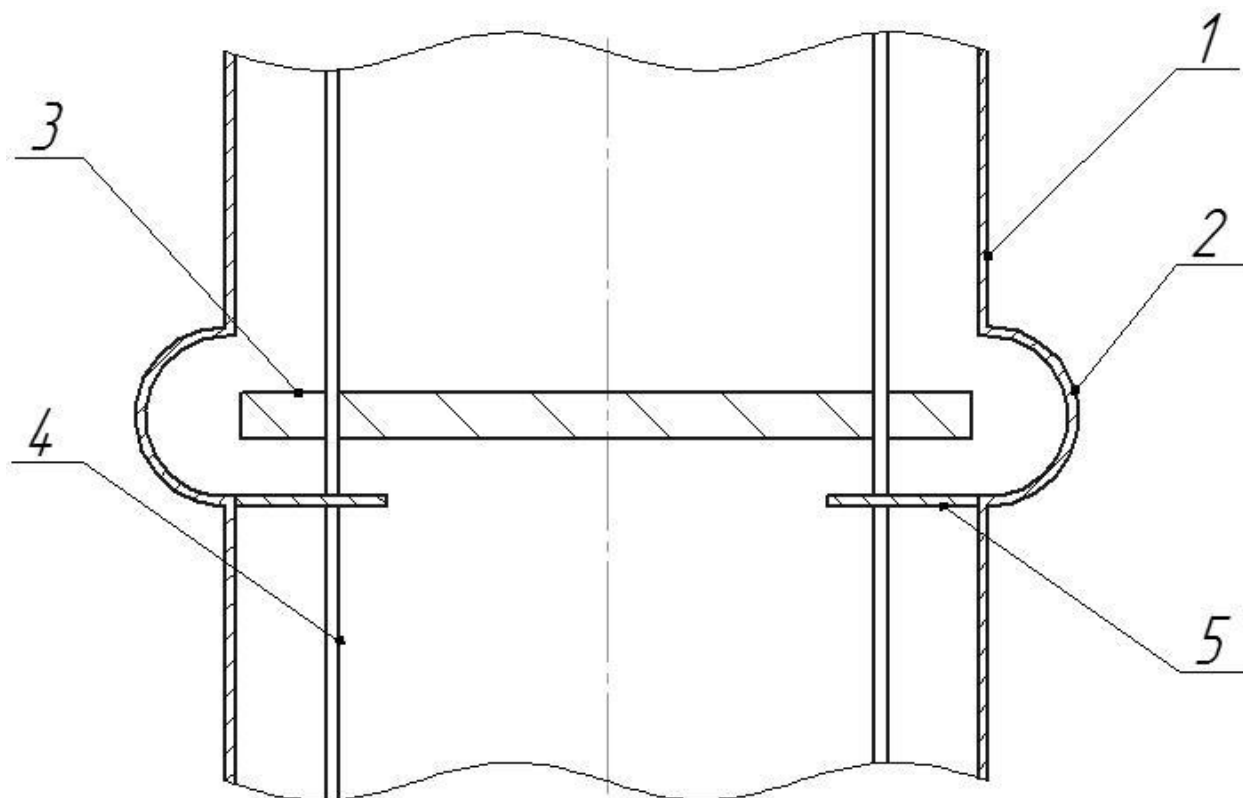
Під час роботи відомого кожухотрубного теплообмінника забезпечуються низький коефіцієнт теплопередачі через недостатнє обтікання пучка труб в міжтрубному просторі.

Проблема вирішується шляхом встановлення перегородок у міжтрубний простір та зміни форми кожуха.

В середині кожуха встановлюються перегородки, які кріпляться направляючими трубками. Для протікання теплоносіїв на кожусі знаходяться чотири сферичні виступи біля кожної перегородки. Під виступами кріпляться розподільні пластини.

Теплоносій надходить в міжтрубний простір та потрапляє на перегородку. Теплоносій розподіляється по перегородці та витікає через сферичні виступи під перегородку. Завдяки розподільним пластинам потік направляється в середину міжтрубного простору, а не стікає по внутрішній поверхні кожуха. Теплоносій потрапляє на наступні перегородки і виводиться з міжтрубного простору.

Схема запропонованого вдосконалення кожухотрубного теплообмінника наведена на рисунку 1.



1 – кожух; 2 – сферичні виступи; 3 – перегородка;
4 – направляючі трубки; 5 – розподільні пластини.

Рисунок 1 – Схема запропонованого вдосконалення кожухотрубного теплообмінника

В результаті без використання додаткових засобів забезпечується підвищення коефіцієнту теплопередачі, збільшується турбулентність потоку та поліпшується омивання трубочок.

Перелік посилань:

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

УДК 542.745.1

АБСОРБЕР ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ БІОГАЗУ ВІД ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ

студент Кеба О.В., старший викладач Гулієнко С.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Біогаз є перспективним альтернативним видом палива, що отримується за рахунок переробки продуктів тваринництва, рослинництва, твердих побутових відходів тощо. Біогаз являє собою суміш метану (CH_4) та вуглекислого газу (CO_2), концентрація останнього компоненту може сягати 50 – 70%. Теплотворна здатність такого палива недостатньо висока, тому необхідно вилучати з біогазу домішки вуглекислого газу. Одним з найефективніших методів очищення газів від домішок є процес абсорбції, що реалізується в насадкових масообмінних апаратах.

Насадковий масообмінний апарат, що використовує водну очистку біогазу від CO_2 належить до методів грубої очистки і є найбільш підходящим і економічно вигідним при великому виході біогазу та високому вмісті у ньому домішок вуглекислого газу. Спосіб очищення заснований на різній розчинності у воді двоокису вуглецю та метану.

Насадковий масообмінний апарат (рисунок 1) містить вертикальний корпус 1, щонайменше одну підтримувальну решітку 2 для розміщення на ній шару насадки 3, розподільний пристрій 4, люк 5, перерозподільний пристрій 6.

Насадковий масообмінний апарат працює таким чином. В апарат протитечією подають оброблювані фази які проходять крізь шар насадки 3, інтенсивно взаємодіють одна з одною. Рідина тонкою плівкою стікає по насадці 3 вниз, а в гору протитечією підіймається газ (пара). У верхній частині колони 1 монтується розподільний пристрій 4, призначений для рівномірного розподілу рідини за перерізом колони.

Недоліком даного насадкового масообмінного апарата є виникнення «сухого конуса» - газовий потік, рухаючись вгору, поступово займає всю центральну область шару насадок, відтискаючи рідину до периферії колони і й зменшує дійсну поверхню контакту фаз.

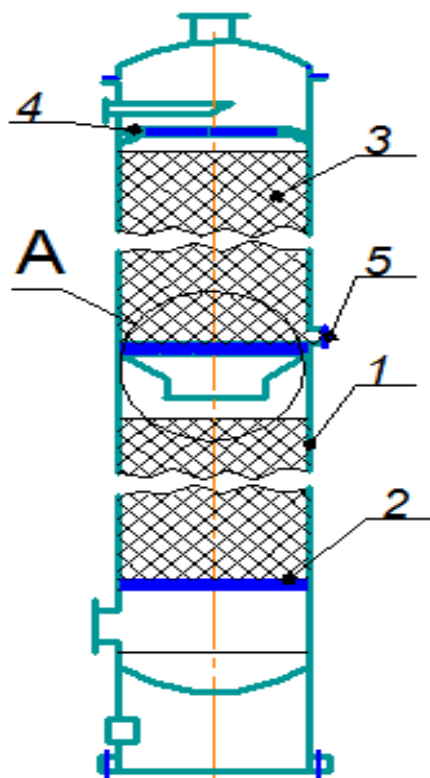


Рисунок 1.

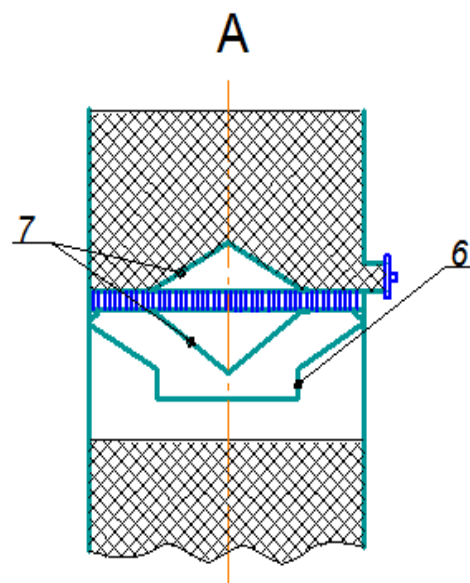


Рисунок 2.

Поставлена мета досягається тим, що насадковий масообмінний апарат, що містить корпус, розподільчий пристрій, шар насадки, опорну решітку, та перерозподільний пристрій, який відрізняється тим, що з обох боків опорної решітки встановлено конічну вставку, згідно корисної моделі, що пропонується новим є те, що з обох боків опорної решітки встановлено конічну вставку 7 яка показана на рисунку 2.

Встановлення конічних вставок дозволяє направити газові, рідині потоки до периферії насадки, що сповільнює формування сухого конуса і більш повно використовувати поверхню насадки.

Перелік посилань:

1. Рамм В.М. Абсорбция газов. – Москва: Химия, 1976. – 658 с.
2. Основи проектування насадкових ректифікаційних колон: Навчальний посібник / В.Л. Ракицький, І.О. Мікульонок, Г.Л. Рябцев – К.: НМЦВО, 2001. – 200 с.

ПАРОГЕНЕРАТОР ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА СПИРТУ З ЕЛЕМЕНТАМИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ

студент Кот Р.О., к.т.н., доц. Дахненко В.Л.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

При виробництві спирту важливе значення має раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів, що, в значній мірі, залежить від ефективного використання теплообмінних апаратів [1].

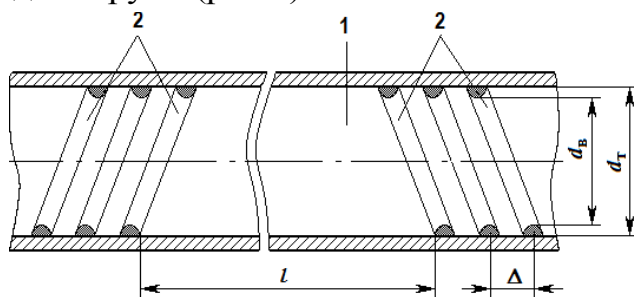
Для вирішення цієї проблеми може зіграти широке впровадження ефективних методів інтенсифікації теплообміну при розробці й впровадженні теплообмінних апаратів, котрі є визначальними по матеріаломісткості та енерговикористанню не тільки на об'єктах спиртового виробництва, але й теплоенергетичній галузі, технологічних процесах хімічної, нафтопереробної, металургійної та інших галузях.

Метод інтенсифікації повинен бути ефективний при найменших енергетичних витратах, необхідних для відомих теплообмінних поверхонь, що повинно призвести до зменшення габаритів теплообмінних поверхонь. З цією метою був прийнятий спосіб інтенсифікації тепловіддачі за рахунок штучної додаткової турбулізації потоку теплоносія [2,3].

Задача вирішується за рахунок того, що в теплообмінній трубі парогенератора виконані додаткові кільцеві канали у вигляді вставок із полімерного матеріалу, коефіцієнт теплового розширення якого не менший аналогічного показника матеріалу труби збільшити теплопередачу між середовищами, що знаходяться у внутрішній і зовнішній поверхні труби за рахунок турбулізації теплоносія всередині труби (рис.1).

Поверхня теплообмінної труби парогенератора 1 (діаметром d_T); вставні кільцеві канали 2 із полімерного композиційного матеріалу, виконані у формі відокремлених гвинтових кілець (віддаль між витками l , d_B – внутрішній прохідний діаметр; Δ – крок витків).

Обладнання трубного простору кільцевими каналами,



1 - поверхня теплообмінної труби парогенератора; 2 - вставні кільцеві канали.

Рисунок 1. Схема теплообмінної труби парогенератора.

виконаними у вигляді вставок із полімерного композиційного матеріалу спрощується і здешевлюється виробництво теплообмінних елементів зі штучними турбулізаторами потоку теплоносія, виключає механічний вплив на поверхню труб. Самі ж елементи для турбулізації використані із полімерного композиційного матеріалу, наприклад, CoolPoly (теплопровідність $\lambda=40$ Вт/м·К) [4] із коефіцієнтом теплового розширення, що не менший аналогічного показника матеріалу труби, досягається фіксація штучних турбулізаторів за рахунок фрикційних властивостей матеріалу.

Кільцеві елементи можуть розташовуватися і ззовні труб, залежно від співвідношення коефіцієнтів тепловіддачі середовищ, що знаходяться в трубному α_1 і міжтрубному α_2 просторі.

Виконанням кільцевих каналів у формі відокремлених гвинтових кілець, при цьому напрям гвинтового обертання у найближчих кілець може бути різнонаправлений, однак ефективність методу інтенсифікації слід оцінити співвідношенням між ростом тепловіддачі (Nu/Nu_0) і коефіцієнтами опору (ξ/ξ_0).

Усередині труб ефективність методу зростає, якщо його застосування супроводжується інтенсифікацією теплообміну зовні труб або якщо $\alpha_2 \gg \alpha_1$.

Габарити й маса трубного пучка зменшуються, якщо $\frac{Nu}{Nu_0} < \frac{\xi}{\xi_0}$

Перелік посилань:

1. Технологія спирту / Яровенко В.Л., Маринченко В.О., Смирнов В.А. - М.: "Колос", "Колос - прес", 2002.
2. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології: підручник /Я.М. Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок, В.Л. Ракицький, Г.Л. Рябцев – К.: НТУУ „КПІ”, 2011 – Ч.1 – 416 с.
3. Теплообмінні апарати з профільованими кільцевими каналами – альтернатива пластинчастим в цукровій промисловості / В. П. Петренко, М. О. Прядко, В. І. Бурлака, В. Ф. Мокляк // Цукор України. - 2013. - № 1 (85).
4. Теплорассеивающие полимерные композиты в микроэлектронике. А. Криваткин, Ю. Сакуненко. Технологии в электронной промышленности, №6 2009.

УДК 661.746.5, 66.048.5, 66.048.911

ВИПАРНИЙ АПАРАТ ДЛЯ КОНЦЕНТРУВАННЯ РОЗЧИНУ ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ

студент Мурзак М.С., старший викладач Гулієнко С.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Лимонну кислоту широко використовують у харчовій, медичній, фармацевтичній, лакофарбовій промисловості та в деяких інших галузях.

Лимонну кислоту виготовляють шляхом ферментації меляси, а готовий продукт концентрується у випарному апараті, який є одним з найважливіших у технологічній схемі.

Метою даної роботи є модернізація випарного апарата за рахунок підвищення ефективності циркуляції розчину в апараті.

За основу взятий випарний апарат, що містить гріючу камеру оснащену співвісно розміщеними кожухом, що встановлений в нижній граючій камері і прикріпленим до периферії решітки, і втулкою, верхній торець якої розміщений в кожусі з утворенням кільцевого зазору, а нижній розміщений вище патрубк підведення розчину.

Така конструкція дозволяє ефективно працювати як з насиченим, так і з перегрітим розчинами, що дозволяє використовувати апарат більш широко в різних схемах упарювання розчину схильного до кристалізації. При цьому у всіх випадках досягається більш інтенсивна циркуляція розчину, що дозволяє зменшити степінь заростання гріючих труб осадом.

Недоліком цього апарата є те, що не достатньо повно використовується енергія руху початкового розчину для циркуляції його в гріючій камері.

Модернізація полягає в тому, що в нижній частині гріючої камери встановлений ежектор.

Випарний апарат (рисунок 1) складається з гріючої камери 1, з трубами 2, трубних решіток 3-4, верхньої 5 і нижньої 6 камер розчину, ежектора 7,

сепаратора 8 та циркуляційної труби 9, патрубків 10, 13-16 підведення вихідного продукту, виведення конденсату, підведення та виведення теплоносія, виведення пари, відповідно допоміжного 12 і основного 11 штуцерів.

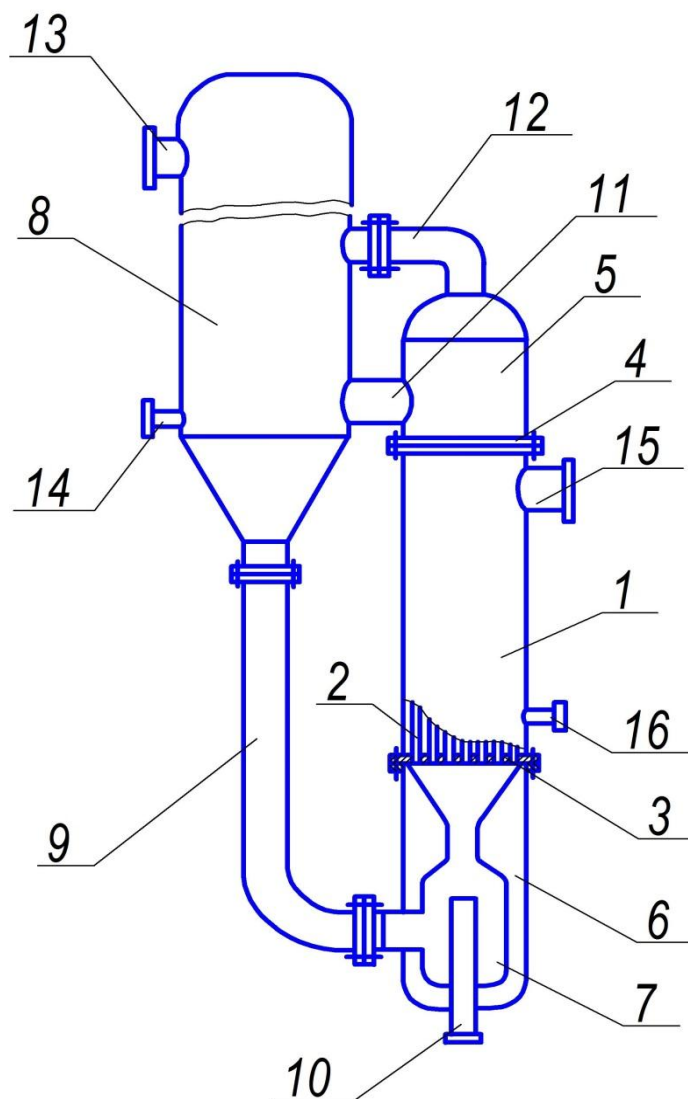


Рисунок 1– Схема випарного апарату

Така конструкція дозволяє підвищити ефективність циркуляції розчину в апараті.

Перелік посилань:

1. Авторське свідоцтво СРСР № SU 1564798 A1 МПК В 01 D1/12

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА СПИРТУ ІЗ РОЗРОБКОЮ КОНДЕНСАТОРА

студент Одарчук В. В., к.т.н., доц. Дахненко В. Л.

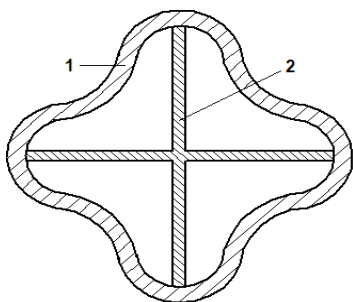
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Теплообмінне обладнання для ряду галузей, наприклад, спиртової, нафтохімічної становить близько 35-40% сумарної маси всієї технологічної апаратури. Тому створення більш ефективних і компактних теплообмінників здатне забезпечити значну економію енергетичних ресурсів, металів, зниження витрат на експлуатацію [1].

Важливим є напрям інтенсифікації теплообміну в каналах конденсаційного обладнання спиртового виробництва може бути поєднання пасивного методу, наприклад, розвиток контактної поверхні теплообміну із активним методом, який полягає у штучній турбулізації середовищ в контактній зоні [2-4].

Пропонується модернізувати теплообмінник-конденсатор шляхом обладнання теплообмінних труб внутрішніми повздовжніми каналами, виконаними у вигляді взаємно перпендикулярних перемичок, за рахунок чого поверхня труб деформована вздовж утворюючої в зонах між перпендикулярними перемичками і має складний профіль (рис.1).



1 - поверхня охолодження;

2 - перпендикулярні перемички.

Рисунок 1– Теплообмінна труба конденсатора.

Обладнання теплообмінної труби перемичками дозволяє забезпечити її міцність а тому можливо деформувати уздовж утворюючої в зонах між перпендикулярними перемичками. Утворення складного, деформованого профілю збільшує площу контакту теплопередачі, а у поєднанні із наявністю жорстких перемичок досягається зменшення її товщини.

Таким чином, зменшується термічний опір теплопередачі, а самі перемички, що контактують із теплообмінною поверхнею виконують функцію додаткової поверхні теплопередачі.

Виконання перемичок вздовж профільованої труби є не суцільним, тому характер протікання теплоносія (і Re) змінюється залежно від характерного розміру каналу d (в зоні перемичок Re_n і на ділянці без них Re_c), при цьому $Re_n < Re_c$, що сприяє перемішуванню потоку.

Особливістю конструкції слід віднести і те, що схема використання може бути й іншою, коли охолоджувач омиває зовнішню поверхню труби, а конденсація пари відбувається всередині труби, залежно від співвідношення коефіцієнтів тепловіддачі середовищ, що знаходяться в трубному α_1 і міжтрубному α_2 просторі.

Запропоноване рішення поєднує конструктивне сполучення елементів: наявність і виконання взаємно перпендикулярних перемичок, що дозволяє отримати поверхню теплообмінної труби складного профілю, площа контакту якої зростає на 10-18% по відношенню до циліндричної труби. Конструктивне рішення дозволяє отримати збільшення міцності і жорсткості поверхні теплообміну, за рахунок чого зменшується необхідна товщина стінки труби (5-12%) і, відповідно, термічний опір теплопередачі стінки. Важливим моментом є те що, перемички (як укріплювач) одночасно виконують функцію поверхні теплопередачі.

Реалізація запропонованого рішення дозволить підвищити ефективність теплообміну, зменшити загальні габарити та металоємність пристрою.

Перелік посилань:

1. Технологія спирту / Яровенко В.Л., Маринченко В.О., Смирнов В.А. - М.: "Колос", "Колос - прес", 2002.
2. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології: підручник /Я.М. Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок, В.Л. Ракицький, Г.Л. Рябцев – К.: НТУУ „КПІ”, 2011 – Ч.1 – 416 с.
3. Интенсификация теплообмена: Успехи теплопередачи. Т.2 / Ю.В. Вилемас, Г.И. Воронин, Б.В. Дзюбенко и др. / Под. ред. проф. А. А. Жукаускаса и проф. Э. К. Калинина. Вильнюс: Мокслас, 1988.
4. Маньковский О.Н., Толчинский А.Р., Александров М.В.. Теплообменная аппаратура химических производств. М.-Л., Химия, 1976.

РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ

студент Пашенько М.А., старший викладач Гулієнко С.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Оцтову кислоту застосовують для одержання лікарських речовин, як розчинник (у виробництві ацетату целюлози), у вигляді столового оцту, при виготовленні приправ, маринадів, консервів. Світове виробництво оцтової кислоти становить нині понад 3,5 млн. т на рік. Основна маса оцтової кислоти виробляється з ацетальдегіду, окисленням бутанової і бензинової фракцій.

Для виділення чистої лимонної кислоти необхідно застосовувати процес ректифікації, який полягає у багаторазовому випаровуванні і конденсації, в ході якої вихідна суміш піднімаючись по колоні збагачується низько киплячим компонентом. Процес реалізують у ректифікаційних колонах найчастіше тарілчастого типу. Важливим параметром є рівень рідини на тарілках в колонах.

Для розширення діапазону роботи колони було запропоновано вдосконалений переливний пристрій (рисунок 1), виконаний у вигляді патрубку, забезпеченого сильфоном, регулювальним гвинтом, розміщеним в бічній стінці корпусу ректифікаційної колони, що закріплений з можливістю контакту сполучного елемента, що регульований на опорі і проходить через верхню частину патрубка.

Недоліком базової конструкції є те, що розділювана рідина на тарілці контактує з ущільненням регулювального гвинта, що може призвести до корозії елементів ущільнення, а також забруднення розділюваної рідини.

Метою модернізації є підвищення якості продукту, а також підвищення надійності роботи регулювального гвинта.

Вдосконалений переливний пристрій складається з гвинта 1, гайки 2, вигнутої пластини 3, гумової втулки 4, сполучного елемента 5 і осі 6, опори 7,

переливного патрубку 8 з сильфоном 9 і тарілками 10. Для збільшення рівня рідини в тарілках переливний патрубок 8, виконаний у вигляді сильфону, необхідно перемістити вгору. Управління переміщенням проводиться вручну. Гвинт 1, вбудований в бічну стінку колони, розкручується, створюючи тиск на вигнуту пластину 3, і відповідно на сполучний елемент 5. Пластина 3 і елемент 5 утримуються опорою 7 за допомогою осі 6. При тиску на увігнуту пластину 3 сполучний елемент 5 переміщає переливний патрубок 8 вгору до потрібного рівня. Для того, щоб переливний патрубок 8 при переміщенні не вигинався в різні боки, сполучний елемент 5 проходить горизонтально через дві стінки патрубку 8.

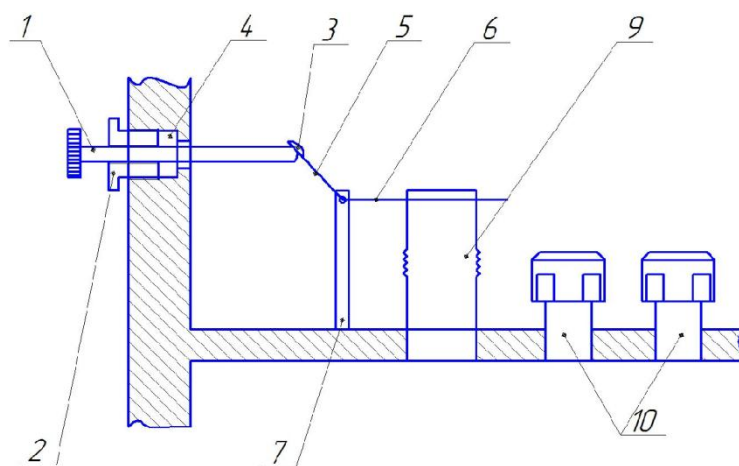


Рисунок 1– Схема переливного пристрою

При зменшенні рівня рідини в тарілках гвинт 1 викручується, зменшується тиск на увігнуту пластину 3 і сполучний елемент 5, і пересувний патрубок 8 повертається в початкове положення за допомогою сильфона 9. При управлінні патрубком 8 зовнішньої конструкції в стінці колони виконаний отвір, через який проходить гвинт 1. Для того, щоб через щілини отвору не проходили пар і рідина, що знаходяться в колоні, встановлена гумова втулка 4, закріплена гайкою 2.

Перелік посилань:

1. Юкельсон І.І. Технология основного органического синтеза.- М., "Химия", 1968

УДК 621.565.954

ПЛАСТИНЧАСТИЙ ТЕПЛООБМІННИК

студент Столітня Н. В., старший викладач Гулієнко С. В.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

На молочних заводах для проведення процесів пастеризації, стерилізації, необхідна велика кількість теплової енергії. Крім того утворюється значна кількість джерел низькопотенційної теплоти, таких як пролітна пара, вторинна пара, паровий конденсат, димові гази тощо.

На сьогодні через обмеженість природних ресурсів вартість енергії невпинно зростає. В таких умовах доцільним є утилізація теплоти низькопотенційних джерел, наприклад вторинної пари. Одним із шляхів утилізації є використання низькопотенційної теплоти для попереднього підігрівання високочистої води, яка використовується для стерилізації скляної тари.

Основними елементами є пластинчасті теплообмінники. Теплообмінний апарат призначений для проведення процесу теплообміну в системі рециркуляції енергії між водою та конденсатом. Метою роботи є вдосконалення даного теплообмінника, зменшення гідравлічного опору в каналах між пластинами.

Поставлена задача вирішується тим, що в пластинчастому теплообміннику, який виконаний у вигляді пакета паралельно розташованих теплообмінних пластин та ущільнювальних прокладок, при цьому кожна пластина має круглі отвори в кутових її частинах для підведення та відведення теплоносіїв, та масив стрижнів, приварених до поверхні теплообміну в напрямку, перпендикулярному до площини пластини, новим є те, що стрижні в поперечному перерізі мають овальну форму.

Таке виконання масиву стрижнів забезпечує плавне обтікання їх потоком теплоносіїв, що зменшує гідравлічний опір.

Загальний вигляд теплообмінника та загальний вигляд пластини показано на рисунку 1.

Пластинчастий теплообмінник складається з рами з верхньою несучою штангою 1, на якій підвішений і може пересуватися по ній пакет з пластин 2, що фіксуються нижньою штангою 3. У робочому режимі пакет стиснуто до герметичного стану між нерухомою плитою 4 і рухомою плитою 5 гвинтовими стяжками 6. На плитах розміщені патрубки 7 і 8 для входу-виходу гарячого і холодного теплоносіїв відповідно. Рама теплообмінника має кінцеву стійку 9 з опорою.

Пластинчастий теплообмінник працює наступним чином. Гарячий теплоносій подається через вхідний штуцер 7 і верхні отвори 10 в міжпластинчасті канали, де розміщені стрижні 11. Стрижні зменшують гідравлічний опір в каналах між пластинами і через пластини допомагають гарячому середовищу передавати теплоту холодному робочому середовищу, що подається через вхідний штуцер 8 і нижні отвори 12 в пластинах в міжпластинчасті канали. Охолоджене гаряче середовище виводиться через нижній отвір 10 в пластинах та штуцер, а нагріте холодне робоче середовище відводиться з теплообмінника через верхній отвір 12 в пластинах та штуцер виходу холодного середовища.

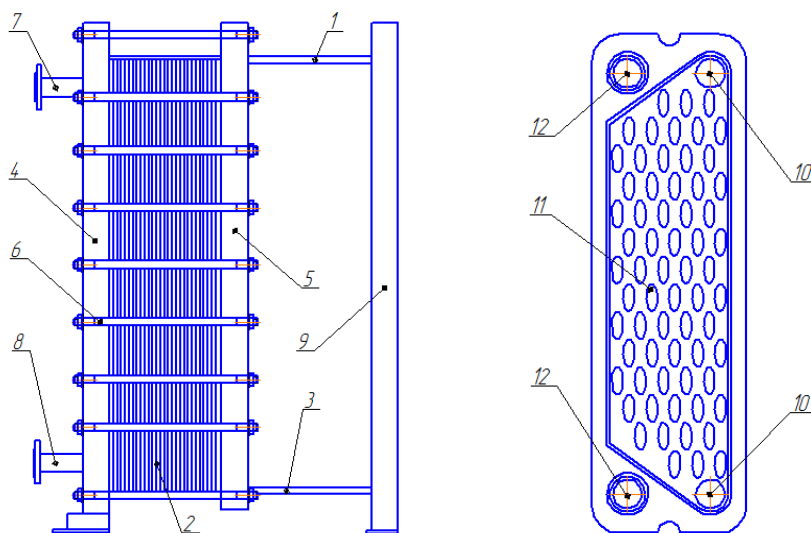


Рисунок 1 – Схема теплообмінника

Така конструкція теплообмінника дозволяє зменшити гідравлічний опір.

УДК 66.045.1

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В ХОЛОДИЛЬНИКУ НА ЛІНІЇ РЕКТИФІКАЦІЇ ФУРФУРОЛЬНОГО КОНДЕНСАТУ

студент Усенко О.В., к.т.н., доц. Дуда Б.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Фурфурол – альдегід, що широко використовується у нафтохімічній промисловості для отримання твердих смол і екстракції дієнів, є доступною речовиною і тому широко використовується в якості вихідної сполуки для отримання різноманітних похідних фурану.

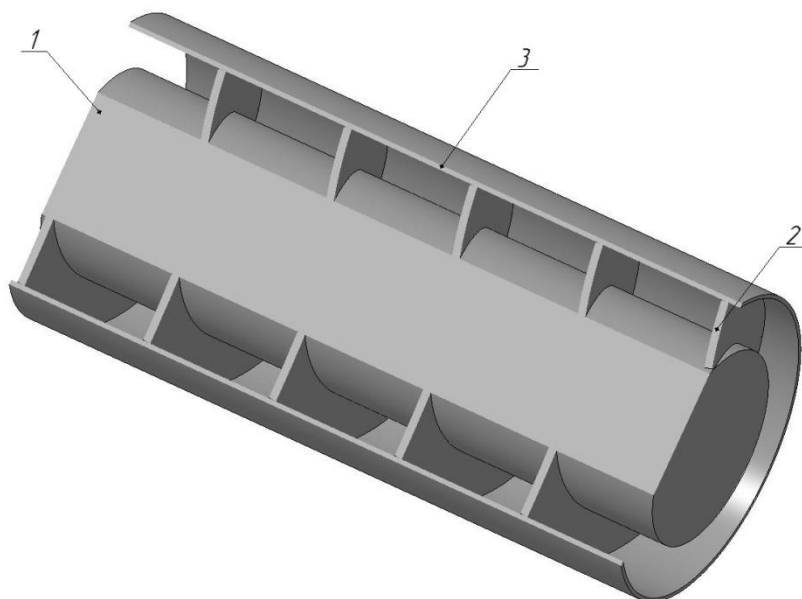
Одним з елементів лінії ректифікації фурфурольного конденсату є холодильник (кожухотрубний теплообмінник) для охолодження продуктів ректифікації установки.

Основними вимогами до сучасних кожухотрубних теплообмінників є ефективність використання теплоносіїв і поверхні теплообміну, продуктивність та економічність.

Під час роботи відомого кожухотрубного теплообмінника спостерігаємо низьке підвищення турбулізації потоку у трубному просторі через недостатній вплив вирізаних канавок на потік високої швидкості, оскільки із ними не контактує та частина теплоносія, що рухається всередині труби. Вирізані спіралеподібні канавки спричиняють зменшення товщини стінки труб у місцях вирізу а також піддаються засміченню. Із збільшенням довжини труб ускладнюється нарізання канавок на внутрішній поверхні.

Для підвищення турбулентності потоку та ефективності теплообмінника, замість виконання спіралеподібних канавок в середині труб теплообмінника встановлюються турбулізатори, що мають форму циліндра з спірально навитими ребрами по всій його довжині таким чином, що сума діаметра циліндричного тіла турбулізатора та двох відстаней виступу навитих ребер відповідає внутрішньому діаметру труби і тому циліндрична основа турбулізатора розташовується у центрі труби.

Схема запропонованого вдосконалення труби кожухотрубного теплообмінника з розташованим у ній турбулізатором наведена на рисунку 1.



1 – циліндрична основа турбулізатора; 2 – спірально навиті ребра; 3 – труба кожухотрубного теплообмінника.

Рисунок 1 – Схема запропонованого вдосконалення труби кожухотрубного теплообмінника з розташованим у ній турбулізатором.

Запропонована конструкція забезпечує підвищення турбулентності потоку та продуктивності теплообмінника, а також зменшення площі поперечного перерізу труби для руху теплоносія без зміни площі теплообміну, що дозволяє використовувати труби більшого діаметру з більшою площею теплообміну при збереженні витрат та швидкості трубного теплоносія.

Корисна модель має невисоку вартість, зручність монтажу та обслуговування, може застосовуватися для труб будь якої довжини та діаметру, встановлюватися та демонтуватися при зміні технічного процесу.

Перелік посилань:

1. Брызгалов Л.И. Типовой гидролизно-фурфурольный завод.- Л: Москва 1960.

УДК 66.048.911

РОЗРОБКА ХОЛОДИЛЬНИКА УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА СПИРТУ

студент Шеляг А.В., к.т.н., доц. Дахненко В.Л.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

При виробництві етилового спирту одним із основних видів обладнання є теплообмінні апарати. Їх доля може сягати до 50% сумарної маси всієї технологічної апаратури. Тому процес інтенсифікації процесу теплообміну супроводжується зменшенням металомісткості основного обладнання і впливає на основні техніко-економічні показники виробництва, що, у кінцевому підсумку, впливає на конкурентоздатність виробництва продукції [1].

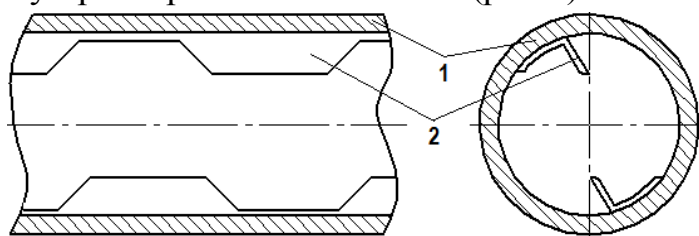
Для вибору напряму інтенсифікації враховувалися наступні особливості:

- що є основним завданням інтенсифікації теплообміну для конкретного класу обладнання (охолоджувача);
- величину припустимих енергетичних витрат на інтенсифікацію;
- гідродинамічні характеристики потоку у поєднанні із можливим полем температур в конкретному типі обладнання;
- технологічність виготовлення теплообмінного обладнання з інтенсифікацією тепловіддачі, зручність і надійність його в експлуатації.

Враховуючи ці вимоги була поставлена задача підвищити теплопередачу між середовищами в кожухотрубному холодильнику за рахунок додаткового обладнання трубного простору пружним елементом виконаним із пластичного матеріалу у вигляді профільованої смуги, що утворює непаралельні поверхні і розташований у трубі таким чином, що одна з поверхонь контактує із теплообмінною трубою забезпечити збільшення внутрішньої поверхні теплообміну із турбулізацією потоку всередині труб, що сприяє підвищенню коефіцієнта тепловіддачі в трубному просторі теплообмінника (рис.1).

Профіль поверхні, котра не контактує із теплообмінною трубою може виконуватися змінною.

Виконання пружного елемента із пластичного матеріалу у вигляді профільованої смуги, розташованої у трубі, що утворює непаралельні поверхні і таким чином, що одна з



- 1 – теплообмінна поверхня труби;
2 – пружний пластинчатий елемент.

Рисунок. 1– Ділянка теплообмінної труби охолоджувача.

поверхонь контактує із теплообмінною трубою досягається зростання площі поверхні тепловіддачі у внутрішньому просторі труби.

Розташування контактної поверхні профільованої смуги уздовж направляючої поверхні теплообмінної труби із якою утворює щільний контакт по гвинтовій лінії сприяє турбулізації потоку середовища, що знаходиться у внутрішньому просторі труби за рахунок його обертання, а виконання профілю поверхні, котра не контактує із теплообмінною трубою змінною підсилює ефект завдяки змінному режиму протікання (зміни значень **Re**).

Виконання пружного елемента у вигляді профільованої смуги, що утворює непаралельні поверхні і контактом однієї поверхні із теплообмінною трубою по гвинтовій лінії та змінний профіль поверхні поєднують можливість інтенсифікації процесу теплообміну за рахунок комплексного впливу на середовище шляхом його турбулізації (у відповідній межі, не створюючи суттєвого додаткового гідравлічного опору), а також збільшення поверхні теплообміну [2,3].

Важливим є оцінка ефективності такого методу інтенсифікації. Ним може бути співвідношення між ростом тепловіддачі Nu/Nu_0 і коефіцієнтами опору ξ/ξ_0 . Для трубчатого теплообмінника, у якого теплоносій „1” тече в трубах, а теплоносій „2” – в міжтрубному просторі, габарити теплообмінника будуть зменшені, якщо виконується умова:

$$\left(\frac{Nu}{Nu_0} \right)_{1, Re_0}^2 > \left(\frac{\xi}{\xi_0} \right)_{1, Re_0} \left(\frac{Re}{Re_0} \right)_1^{1,2} \left(\frac{\alpha_{2,0}}{\alpha_2} \right) \left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{\alpha_{1,0} + \alpha_{2,0}} \right),$$

звідки випливає, що розташування елементів інтенсифікації усередині труб є більш ефективним методом зростає, якщо його застосування супроводжується інтенсифікацією теплообміну зовні труб при $\alpha_2 \gg \alpha_1$, що також впливає на схему спрямування потоків теплоносіїв у трубному і міжтрубному просторі.

Перелік посилань:

1. Технологія спирту / Яровенко В.Л., Маринченко В.О., Смирнов В.А. - М.: "Колос", "Колос - прес", 2002.
2. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології: підручник /Я.М. Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок, В.Л. Ракицький, Г.Л. Рябцев – К.: НТУУ „КПІ”, 2011 – Ч.1 – 416 с.
3. Интенсификация теплообмена: Успехи теплопередачи. Т.2 / Ю.В. Вилемас, Г.И. Воронин, Б.В. Дзюбенко и др. / Под. ред. проф. А. А. Жукаускаса и проф. Э. К. Калинина. Вильнюс: Мокслас, 1988.

**СЕКЦІЯ 3
«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»**

УДК 66.025

РАДІАЛЬНІ УЩІЛЬНЕННЯ ВАЛІВ ПАПЕРОРОБНИХ МАШИН

студент Візерський Д.С., ст. викл. Новохат О.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Швидкість сучасних папероробних машин може становити більш ніж 1200 м/хв., при якій доцільно використовувати лише безконтактні ущільнення. Останні відіграють значну роль у герметизації рухомих і нерухомих елементів папероробної машини. Серед контактних найбільш поширеними є торцеві, але вони мають певні недоліки. Одним з основних є те, що нерухома частина підводу-відводу робочого тіла до вала знаходиться на одній осі з ним, що викликає такі проблеми: а) унеможливлення установки мотор-редуктора на вал при використанні проточної схеми подачі робочого тіла; б) необхідність тоді ставити додаткову передачу, що збільшує витрати енергії; в) при використанні протитечійної схеми відпрацьований теплоносієв буде контактувати зі свіжим, що зменшуватиме градієнт температур, і, як наслідок, підвищить витрати, що необхідні на перегрів пари для компенсації теплових втрат.

Серед основних переваг контактних ущільнень є те, що вони можуть витримувати високі тиски в системах лоцильних або сушильних циліндрів.

Одним із технічних рішень є заміна контактних ущільнень на безконтактні радіальні. У порівнянні з контактними вони мають такі переваги: а) можливість монтувати на одну цапфу з мотор-редуктором системи підводу теплоносія; б) можливість реалізації проточної системи підводу-відводу робочого тіла; в) зменшує необхідний вакуум для відведення робочого тіла за рахунок своїх конструктивних особливостей, що зображено на рисунку 1(зліва).

При цьому: $F_{\text{відц}} - F_{\text{тяж}} - F_{\text{тер}} \gg 0$

Причиною цього є те, що:

$$dm \cdot \frac{V^2}{R} \gg dm \cdot g + N \cdot \mu, \quad \text{де } R \text{ змінюється від } 0,005 \text{ до } 0,25 \text{ м}$$

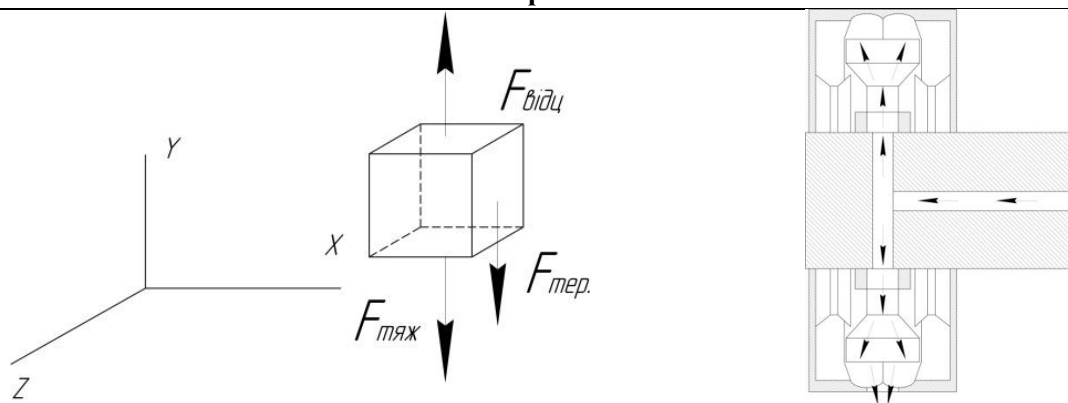


Рисунок 1. Сили, що діють на елементарний об'єм конденсату (зліва) та схема радіального безконтактного ущільнення (справа)

Коефіцієнт $N \cdot \mu$ незначно більше 0, тому прирівнюючи v^2/R і g бачимо, що швидкісна складова значно більша за ту, що враховує силу тяжіння.

Серед розглянутих типів безконтактних ущільнень та виявлені такі недоліки: а) недостатня герметизація ущільнення; б) неможливість витримувати високі тиски.

Для збільшення герметичності ущільнення розроблено ущільнення, що працює не за рахунок високого гідравлічного опору щілини лабіринту, а за рахунок комплексної системи, що одночасно зменшує швидкість потоку і має систему з відбиваючих поверхонь, що, в свою чергу, направляють потік рідини. Конструктивне рішення зображено на рисунку 1(справа).

Отже, покращення систем комбінованих радіальних ущільнень є дуже важливим для сучасного машинобудівного комплексу, так як вони можуть покращити енергоефективність підприємства, а також мають інші переваги, що роблять їх використання доцільним.

Список використаної літератури:

1. Макаров Г.В. «Уплотнительные устройства». Изд. 2 переработ. и дополн. Л., «Машиностроение», 1973 г. 232 с.
2. Чичаев В.А. «Бумагоделательные машины» в двух томах, том 2, М., «Лесная промышленность» 1981 г. 262с.
3. Візерський Д.С., Новохат О.А. «Ущільнення на валах папероробної машини», Київ, 18-19 листопада 2014, «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів», XV всеук. наук.-практ. конф. студ., асп. і мол. вч., с. 113, К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 189 с.

УДК 676.056.4

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРЕСОВОЇ ЧАСТИНИ КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ

ст. викл. Зайцев С.В, студентка Гузь К.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Целюлозно-паперове виробництво – це капіталоемна галузь, яка виробляє багато видів товарів. Основна задача виробників паперу – забезпечити безперебійну роботу машин. Сучасні картоноробні машини (КРМ) зазвичай спеціалізуються на виробництві певного виду продукції, вимоги до якості якої визначають конструктивні особливості машини.

Основні вимоги до компонування пресової частини:

- максимальне видалення вологи;
- безобривний підвід паперового полотна в пресовій частині;
- максимальне підтримання якості продукції в тому числі і симетричності сторін паперу, що виробляється.

Для досягнення максимальної сухості картону пресова частина сучасних КРМ складається з багатовального пресу з 3 або 4 зонами пресування. Попри це на пресовій частині не досягається теоретично можлива сухість (65% і більше) через невисокий пресовий імпульс ($i = P_{\text{ср}} \tau$, кН/м², де $P_{\text{ср}}$ – середній питомий тиск, τ – час пресування) і всмоктування віджатої води в другій фазі зневоднення.

Можливі методи інтенсифікації процесу пресування:

- підвищення пресового імпульсу i за рахунок застосування в пресових частинах башмачних пресів, валів великого діаметру, більш м'якого облицювання валів;
- пресування між двома сукнами;
- підігрів паперового полотна (зменшується в'язкість води);
- кондиціонування пресових сукон (підтримання їх чистого стану);
- поєднання процесів пресування і сушки.

Очевидно, що одним із способів зниження ризику є застосування перевірених технологічних рішень таких, як прес з розширеною зоною пресування, модернізація приводу КРМ.

Розширена зона пресування досягається за рахунок використання великого діаметра (1300 мм) валів з пружним облицюванням і з використанням верхнього та нижнього сукна. Такий прес встановлюють на місце 3-го і 4-го пресів. Прес з розширеною зоною пресування дозволяє, в залежності від вхідних умов, збільшити сухість полотна на (6 – 8) % і, таким чином, підвищити продуктивність і знизити витрати пари в сушильній частині.

Привід постійного струму повністю замінюється на частотно-регулюючий електропривід змінного струму. Модернізація електроприводу дозволяє збільшити робочу швидкість картоноробної машини до 300 м/хв.

Наприклад, під час модернізації КРМ на Донецької картонно-паперової фабриці справжнім проривом у виробництві став пуск в роботу нової пресової частини з розширеною зоною пресування і лінійним тиском в захваті до 170 кН/м, що дозволило підняти сухість після пресової частини на рекордну величину (53%) при продуктивності машини 90 т/добу.

Перелік посилань:

1. Коновалов А.Б. Пресовые части бумаго- и картоноделательных машин: Учебное пособие / Коновалов А.Б., Смирнов В.А. – СПб.: ГОУВПО СПбГТУРП., 2006. – 91 с.
2. Чичаев А.А., Оборудование целлюлозно-бумажного производства. (Бумагоделательные машины) / Чичаев А.А. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 264 с.

Вибір оптимального типу першого преса картоноробної машини

асистент Мельник О.П., студент Діба В.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Пресова частина сучасної картоноробної машини зазвичай складається з декількох пресів, задачею яких є максимальне зневоднення картонного полотна. Від правильного вибору кожного типу преса залежить якість готової продукції та енергетичні затрати на виробництво картону в цілому, що є особливо важливим в наш час.

Розглянемо переваги і недоліки основних конструкцій пресів. Відсмоктуючий прес дозволяє видалити значну кількість вологи, однак має складну конструкцію і може викликати значне маркування картонного полотна, а також потребує значних затрат енергії на створення вакууму.

Прес з подовженою зоною пресування працює при великих лінійних тисках до 1100 кН/м і дозволяє досягти значної кінцевої сухості полотна. Цей прес доцільно використовувати у якості останнього преса, оскільки при великих лінійних тисках можливе значне маркування картонного полотна або зниження його якості.

Прес із підкладною сіткою має просту конструкцію та практично не викликає маркування полотна, однак потребує додаткових затрат енергії на створення вакууму у відсмоктуючому ящику, який є його складовою частиною.

Прес з із глухими отворами є простим у обслуговуванні та експлуатації, однак може викликати значне маркування полотна.

Прес з жолобчатим валом може працювати з великим діапазоном лінійних тисків (до 120 кН/м), відрізняється простотою конструкції та відсутністю маркування полотна, а також не потребує великих енергозатрат.

Отже оптимальною конструкцією є прес з жолобчатим валом, який не потребує значних експлуатаційних витрат та може забезпечити достатнє зневоднення та якісне пресування картонного полотна.

Література:

1. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону: Навчальний посібник для вузів. – Київ: ЕКМО, 2002. – 396 с.
2. Целлюлоза. Бумага. Под ред. дипл. инж. А. Опхердена: Пер. с нем./ Опхерден А., Энглерт Л., Швензон Х. и др. – М.: Лесная пром-сть, 1980. 472 с.

УДК 676.025.522

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ СУШІННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Процес сушіння паперового полотна на сушильних циліндрах - це один із відносно дорогих методів його сушіння, а сама сушильна частина папероробної машини займає багато місця та являється надзвичайно металоємкою та енергозатратною. Тому вдосконалення існуючих методів та знаходження нових є надзвичайно важливим завданням. Але хоча й цей метод має ряд недоліків, проте повністю його замінити неможливо. Крім кондуктивного методу сушіння паперового полотна існують також безконтактні методи: за допомогою створення повітряної подушки або продування паперового полотна, встановлення інфрачервоних випромінювачів або галогенних ламп.

Зменшення габаритних розмірів сушильної частини папероробної машини за рахунок збільшення інтенсивності сушіння паперу можливо шляхом розміщення сушильного циліндра під ковпак в якому створюється вакуум. За рахунок нього в камері температура випаровування води різко спадає і процес сушіння пришвидшується. Але недоліком такого методу сушіння являється погіршення механічних властивостей полотна, збільшення його пористості, а також стає неможливим проклеювання полотна. Також недоліком цього методу є важкість конструктивного виконання.

Тепломеханічний спосіб сушіння паперового полотна за допомогою продування полотна гарячим повітрям використовується для сушіння паперу, що має адсорбційні властивості. Головною перевагою такого методу сушіння являється велика інтенсивність сушіння. Паперове полотно притискається за допомогою сітки до перфорованого циліндра, через отвори якого подається гаряче повітря, котре проходить через паперове полотно. Недоліком такого

методу сушіння є маркування полотна та зношуваність сітки за рахунок високої температури теплоносія [1].

Безконтактна система сушіння паперового полотна що оснащена галогенними лампами використовується для попереднього просушування. Галогенні лампи працюють при 80% потужності від номінальної. Проте незважаючи на зниження номінальної потужності, тепловий потік високу щільність. У зв'язку з додатковим обдуванням паперового полотна гарячим повітрям, що нагрівається від галогенних ламп, ефективність такого методу сушіння порівняно висока [2].

При сушінні інфрачервоним випромінюванням випромінювачі нагріваються шляхом спалювання газу всередині них. За рахунок випромінювачів також можна регулювати вологість по ширині паперового полотна шляхом зміни витрати подаваного газу на спалювання в окремі випромінювачі, розміщені в ряди поперек руху паперового полотна. Сушіння за допомогою інфрачервоного випромінювання є економічно ефективним. А тривалий термін служби радіатора і міцна конструкція мінімізує витрати на його технічне обслуговування [3].

У кожного із методів є свої переваги та недоліки. Найдоцільнішим варіантом сушіння паперового полотна є поєднання різних його методів та встановлення хорошої системи вентиляції.

Перелік посилань:

1. Фляте Д.М. Технология бумаги. Учебник для вузов: Ленинград.: Лесная промышленность, 1988. - 440с.
2. http://voith.com/en/products-services__paper__infraelectric-394 від 10.03.2015р.
3. http://voith.com/en/products-services__paper__inframatic-397 від 10.03.2015 р.

УДК 676.051.38

Сучасні тенденції у конструюванні лощильних циліндрів

студент Колобашкін Л.В., к.т.н., доцент Семінський О.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Лощильний циліндр, як складова сушильної частини папероробної машини, використовується в целюлозно-паперовому виробництві для сушіння контактно-конвективним методом санітарно-гігієнічного, цигаркового, паперу для серветок та інших видів паперу з невеликою товщиною та вагою квадратного метру. У картоноробних машинах лощильні циліндри застосовуються при виготовленні високоякісного картону з високою односторонньою гладкістю.

Класична конструкція лощильного циліндра [1] складається з корпусу, торцевих кришок і центрального пустотілого вала з цапфами. Кришка з'єднується з корпусом и валом болтами. В кожній з кришок, а також і в центральному пустотілому валу наявні люки для проведення монтажних робіт і внутрішнього огляду. Внутрішня поверхня циліндра може бути виготовлена з кільцевими ребрами, чим досягається збільшення ефективної поверхні нагріву, а також ліквідація суцільної конденсатної плівки на внутрішній поверхні циліндра і покращення конденсатовідведення. Конденсат в цьому випадку відводиться через сифонні трубки, які входять в канавки між ребрами. Продуктивність сушіння на циліндрі з внутрішнім оребренням поверхні на 15...20 % вище, ніж на гладкостінній поверхні циліндра. Зовнішня поверхня циліндра шліфується і полірується. Пара у лощильний циліндрі подається через цапфу лицьової сторони і отвори в центральному пустотілому валу. Конденсат відводиться через сифонні трубки, збірні колектори, що встановлюються вздовж твірних циліндра, і радіальні сифонні трубки – в центральну трубку, яка проходить через цапфу приводної сторони.

Недоліками такої конструкції є низька теплопровідність, висока складність та матеріалоємність і недостатня інтенсивність підведення тепла до поверхні полотна внаслідок великої товщини стінки корпусу циліндра, що необхідно для забезпечення його жорсткості.

Аналіз сучасних досягнень у конструюванні обладнання целюлозно-паперових виробництв вказує на те, що новітні розробки спрямовані на впровадження лощильних циліндрів з виділеними каналами для руху теплоносія у вигляді, наприклад [2], пустотілих циліндрів, які являють собою несуче тіло із зовнішньою оболонкою, що нагрівається гарячим текучим середовищем. Між несучим тілом і зовнішньою оболонкою є, щонайменше, одна порожня камера, через яку протікає гаряче текуче середовище.

Перевагами таких конструкцій є зменшення металоємності та підвищення теплового потоку через зовнішню оболонку.

Проведені розрахунки і порівняльний аналіз зазначених конструкцій лощильних циліндрів. Встановлено, що конструкція лощильного циліндра з виділеними каналами для руху теплоносія по всім показникам є кращою, у порівнянні з класичною конструкцією: загальна вага циліндра на 41 % менша, опір теплового потоку менший на 75 %, є можливість збільшення тиску пари в циліндрі з 0,8 МПа до 28 МПа, що підвищить рушійну силу теплопередачі і дозволить підвищити ефективність конструкцій мінімум на 73 %, а також дозволить відмовитись від спалювання газу для нагрівання повітря для конвективного догрівання паперового полотна. Отже використання у паперо- та картоноробних машинах конструкцій з виділеними каналами для руху теплоносія є реальним шляхом підвищення економічності і енергоощадності, а, отже, і конкурентоздатності підприємств целюлозно-паперової галузі.

Перелік посилань:

1. Оборудование целюлозно-бумажного производства. В 2-х томах. Т. 2. Бумагоделательные машины / В.А. Чичаев, М.Л. Глезин, В.А. Екимова и др. – М.: Лесная пром-сть, 1981. – 264 с.

2. Патент Російської Федерації № 2372434, МПК (2006.01) 21F5/02, заявл. 22.11.2005, опубл. 10.11.2009

КОНСТРУКЦІЯ НАКАТУ КАРТОНОРІБНОЇ МАШИНИ

Студентка Кравець Н. В., ст.викл.Новохат О. А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Накат – пристрій картоноробної машини, що здійснює намотування картону в рулони. Основними вимогами до накатів є забезпечення рівномірної щільності намотування полотна в рулон та його охолодження. Від його роботи залежить подальша якість картонної продукції: зберігання, транспортування та наступна обробка. З метою покращення якості відомі конструкції накатів потребують удосконалення [1].

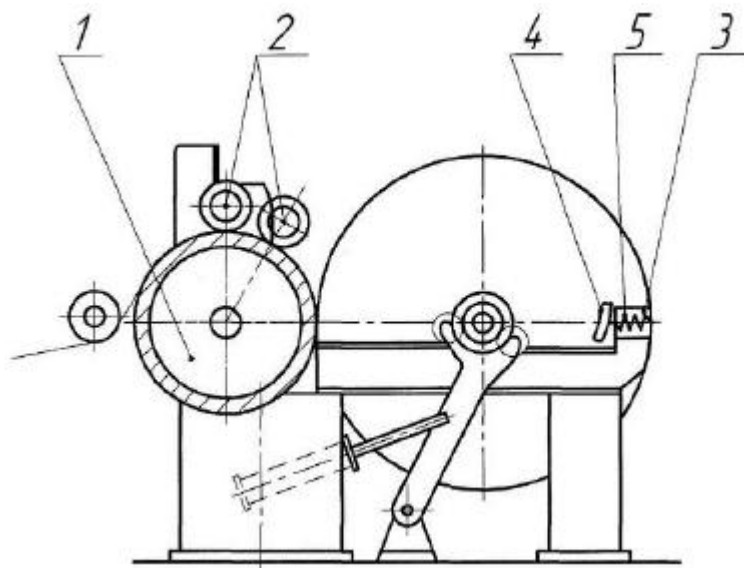
При виробництві картонного полотна використовують периферичний накат тому, що можна досягнути високої швидкості намотування. Також периферичний накат дозволяє здійснити канатикову заправку картону на великій швидкості машини та охолодження до заданих параметрів для необхідного досягнення заданої якості картону [2].

В периферичному накаті намотуваний рулон картону притискається до циліндра наката, що обертається з постійною кутовою швидкістю. Рулон картону обертається під дією колового зусилля між поверхнями рулону і циліндра наката (Рис. 1). По мірі збільшення діаметра рулону, що намотується, число обертів безперервно зменшується, а швидкість намотування залишається постійною.

Рулони картону на периферичному накаті утворюються з щільним і рівномірним намотуванням при значно меншому натягненні полотна, ніж на осьовому накаті, внаслідок чого відсутність обриву полотна при його намотуванні, а також при наступній його обробці значно зменшується [3].

Аналіз конструкцій периферичних накатів в Україні та в за кордоном показав, що вдосконалення конструкцій периферичних накатів полягають у спрощенні самої конструкції, підвищенні надійності роботи наката, зниженні

кількості браку отриманого картону та покращенні якісних показників картону. Тому саме ці ознаки закладені в основу модернізації периферичного накату.



1 - циліндр наката, 2 - тамбурний вал, 3 - гальма, 4 – гальмівна колодка, 5 - пружина

Рисунок 1 – Периферичний накат

Перелік посилань:

1. <http://www.uk.xlibx.com/4himiya/71707-13-zbirnik-tez-dopovidey-hi-vseukrainskoi-naukovopraktichnoi-konferencii-studentiv-aspirantiv-molodih-vchenih-ob.php> від 19.03.15р.

2. Чичаев А. А. Оборудование целлюлозного – бумажного производства. В 2 – х т. Т 2. Бумагоделательные машины/Чичаев А. А. – М.: Лесная промышленность. 1981. – 264 с.

3 Эйдлин И. Я. Бумагоделательные и отделочные машины. –М.: Лесная промышленность. 1970, стр. 624.

МЕТОДИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ПАПЕРУ БЕЗКОТАКТНИМ ШЛЯХОМ

студ.: Пархоменко А.А., студ. Білокриницький В.П., ст. вик. Новохат О.А.

Національний технічний університет України

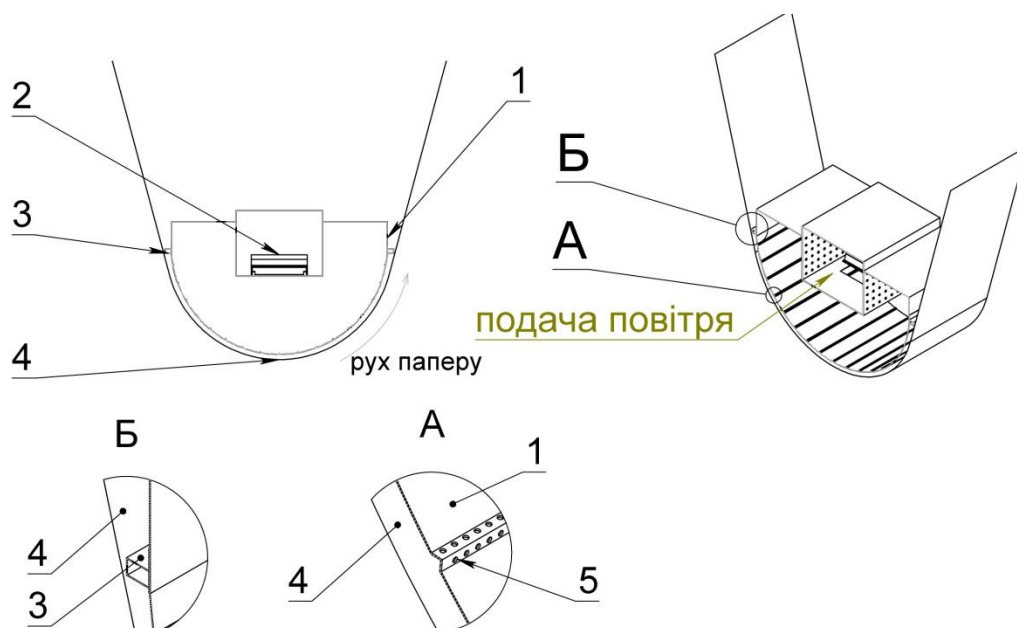
«Київський політехнічний інститут»

В паперовій індустрії одним з найбільш дорогих та енергоємних обладнань є сушильна частина паперо- чи картоноробної машини. Саме тому для передових компаній світу стоїть основна задача досягнення максимальної швидкості сушіння паперу при зменшенні витрат енергії. Одним з варіантів вирішення поставленої задачі є використання безконтактних способів сушіння: радіаційний (з використанням інфрачервоних випромінювачів) та конвективний (з використанням у якості агента нагрітого повітря) [1].

Фірма «Voith» стверджує, що залежно від конструкції системи безконтактного сушіння в цілому досягнуто коефіцієнт корисної дії між 54% і 75% з оптимізованою комбінацією ІЧ випромінювачів та конвективних сушарок. Запропоновані моделі СВ-Turn (Coanda Bernoulli), МСВ-Dryer (Modular Coanda Bernoulli) та НСВ-Turn (Hot-air Coanda Bernoulli), названі так в честь ефекту Коанда та принципів Бернуллі, забезпечують високий ККД безконтактного сушіння паперу, високі ефективність, якість та надійність в експлуатації [2].

СВ-Turn (рис. 1) представляє собою півциліндр, розташований в кінці сушильної частини перед оздоблювальною частиною знизу. Він продуває гарячим повітрям папір через сопла 5, утворюючи повітряну подушку між поверхнею приладу 1 та папером 4. В конструкції передбачено дифузоре крило 3, яке забезпечує стабілізацію потоку гарячого повітря на виході, а також регульовальна щілина 2 для регулювання тиску. Це дозволяє знизити витрати повітря на 30% та досягти рівномірного розподілення вологи по всій ширині паперу. НСВ-Turn являє собою ковпак конвективного сушіння, який збудований на тому ж принципі, що і СВ-Turn, проте на відміну від останнього,

він розташовується над сушильним циліндром або валом. MCB-Dryer – це модуль, який продуває папір не по кривій, а прямій траєкторії руху паперу.



1 – корпус з колектором; 2 – регулювальна щілина в колекторі; 3 – дифузорне крило; 4 – папір; 5 – отвори для подачі повітря на папір.

Рисунок 1 – Схематичне зображення в розрізі посередині конструкції апарату конвективного сушіння паперу СВ-Turn фірми «Voith»

До безконтактних розробок належать також конструкції інфрачервоних випромінювачів: InfraElectric, InfraMatic. Джерелом таких модулів є, наприклад, в першому випадку галогенні лампи, в яких вольфрамова нитка розжарюється до високих температур в колбі з галогенним газом під дією електроструму. У другому ж випадку газ подається в зону згорання в корпусі апарата і радіатори відводять тепло в зону обігріву (на папір). InfraMatic оснащений також регулювальними магнітними клапанами, що регулюють подачу газу локально в зоні згорання і тим самим здійснюється регулювання вологості паперу по всій ширині.

Отже, поряд з найпоширенішим кондуктивним методом сушіння паперу існують й інші перспективні способи, насамперед поєднання радіаційного та конвективного методів.

Перелік посилань:

1. Лыков А. В. Теория сушки / 2-е издание, М., «Энергия», 1968 г. – 472 с.
2. http://voith.com/en/products-services/paper_non-contact-drying-44424.html
3. http://voith.com/en/products-services__paper__infrarot-strahler-43460.htm

УДК 676.056.42

Модернізація відсмоктуючого вала поворотного пресу

студ. Процак А.С., асист. Мельник О.П.

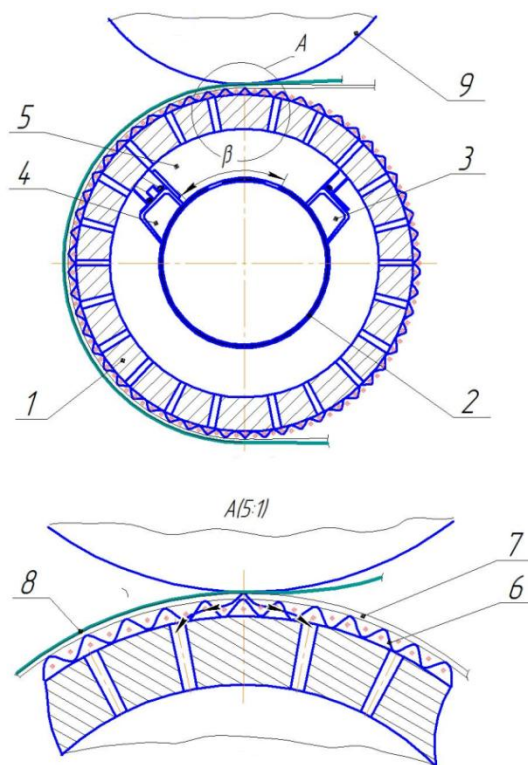
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Процес пресування є однією з основних стадій виготовлення картону. Його метою є максимальне зневоднення картонного полотна, надання йому необхідних фізико-механічних властивостей та рівномірної вологості по ширині. Саме тому робота направлена на вдосконалення пресових частин картоноробних машин є актуальною.

Вдосконалити конструкцію поворотного преса КРМ можна шляхом модернізації відсмоктуючого вала, основними недоліками якого є маркування картонного полотна зумовлене наявністю отворів в рубшці вала і шум при роботі вала.

Для досягнення поставленої мети поверхню відсмоктуючого валу доцільно покрити сітчатою панchoю (рис. 1).



- 1 – рухома оболонка вала перфорована отворами;
2 – нерухома відсмоктуюча камера; 3 – перше ущільнення;
4 – друге ущільнення; 5 – камера відсмоктування; 6 – сітка у вигляді панchoи; 7 – сукно пресове; 8 – картонне полотно; 9 – пресовий вал.

Рисунок 1 – Схема відсмоктуючого вала

Запропонований для вдосконалення пресової частини відсмоктуючий вал з усадковою сіткою складається з перфорованої обертової оболонки, всередині якої знаходиться нерухома відсмоктуюча камера з поздовжніми і радіальними ущільненнями, виконаними з антифрикційного матеріалу.

Розміщена на зовнішній поверхні рухомої оболонки сітка виготовлена з монофіламентних поліефірних волокон у вигляді двошарової сітки, яка має велику термічну усадку при нагріванні [1].

Конструкція буде працювати наступним чином: картонне полотно 8 переміщується пресовим сукном 7 на обертовій оболонці вала 1. Проходячи над відсмоктуючою камерою 5 в якій підтримується вакуум, з картонного полотна під дією зусилля притискання створеного тиском вала 9 з картонного полотна потік води фільтрується в сукно 7 перпендикулярно якому проходить в сітку і далі по поверхні оболонки 1 надходить в її отвори. Через отвори, вода потрапляє у відсмоктуючу камеру. З відсмоктуючої камери відфільтрована вода з повітрям відсмоктується в вакуумну систему і видаляється з пресу. Потік повітря, який проходить в отвори оболонки розділяється сіткою на тонкі струмені, що зменшує шум при роботі вала.

Запропоноване нове конструктивне виконання пресової частини дозволяє зменшити гідравлічний опір, що у свою чергу збільшить швидкість фільтрації води в сукні і, відповідно, зменшить час фільтрації.

Встановлення сітчастої панчохи на відсмоктуючий вал збільшує сухість полотна після пресу на 1-1,5 % і запобігає появі маркування полотна від отворів оболонки вала [1], а також зменшить шум при роботі вала.

Перелік посилань:

1. Чичаев В.А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства / В.А. Чичаев. – М.: Лесная промышленность, 1981.
2. Патент WO 2012/139661A1. International Publication Date 18.10.2012.

ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ КАЛАНДРУВАННЯ

студент Сметанюк І.С.; ст.вик. Новохат О.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Каландрування – процес обробки матеріалів на каландрі з метою підвищення гладкості, щільності, лоску, а також вирівнювання товщини матеріалів. В паперовому виробництві каландрування здійснюють на машинних каландрах, установлених в кінці сушильної частини папероробної машини.

Основний фізичний вплив, яке паперове полотно випробовує в захваті металевих валів каландра, - деформація стискання, яка здійснюється під дією зусилля, направлено по нормалі до оброблюваної поверхні полотна. Дотична складова зусилля каландрування приблизно на два порядки менша нормальної складової і помітного впливу на деформаційні та якісні показники полотна не робить.

На показники процесу каландрування, в основному, впливають тиск між валами, число захватів, тривалість каландрування, температура валів і вологість оброблюваного полотна. Ці параметри можна віднести до керованих параметрів полотна. Найбільш важливий параметр каландрування – лінійний тиск і його розподілення по ширині площадки контакту між валами і полотном. Ефект впливу на полотно в кінцевому результаті визначається значенням і характером розподілення тиску, який в значній мірі залежить від в'язкопружних властивостей паперу [1].

Закон зміни тиску в захваті валів по ширині площадки деформації полотна має вигляд колоподібної кривої (рисунок 1) [2]. Якщо знехтувати зміщенням ділянки максимального тиску від середини площадки контакту внаслідок обертання валів, то вершина колоподібної кривої зміни тиску по ширині B площадки контакту буде лежати на осі, яка проходить через центри контактуючих валів. Відповідно цьому тиску лінійний тиск рівний площі під

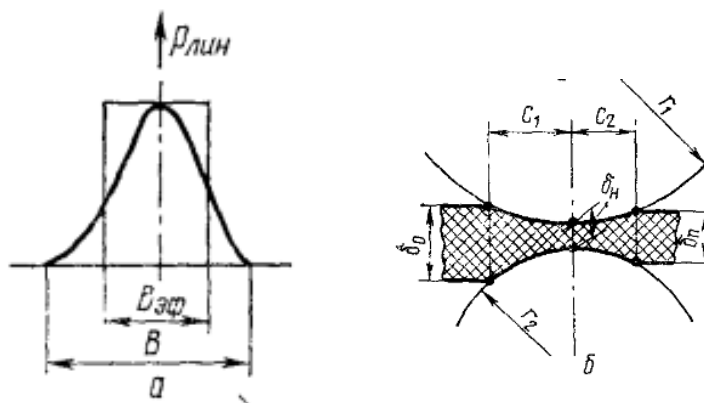


Рисунок 1 – Розподілення тиску в захваті валів батареї каландрів (а) і деформація полотна в захваті валів (б)

кривою, яка визначається інтегруванням функції $f(x)$ по ширині площадки деформації:

$$p_{\text{лин}} = \int t(x) dx.$$

Як вже зазначалося, ефект каландрування в значній мірі залежить від вологості паперу, що каландрується. З підвищенням вологості пластичність паперу збільшується, завдяки чому при проходженні між валами каландра вона добре вигладжується і ущільнюється. Ефект каландрування надмірно сухого паперу дуже знижується, крім того при цьому спостерігаються часті обриви полотна. Разом з тим і підвищена вологість паперу також неприйнятна - можливі обриви, потемніння паперу і поява на її поверхні залощених ділянок. Гладкість такого паперу з часом убиває.

Таким чином, в залежності від виду паперу і умов його каландрування необхідна оптимальна вологість, що для паперу (в т.ч. флютингового) знаходиться в межах 5-8 %.

Перелік посилань:

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

НАКАТ СУЧАСНИХ БДМ

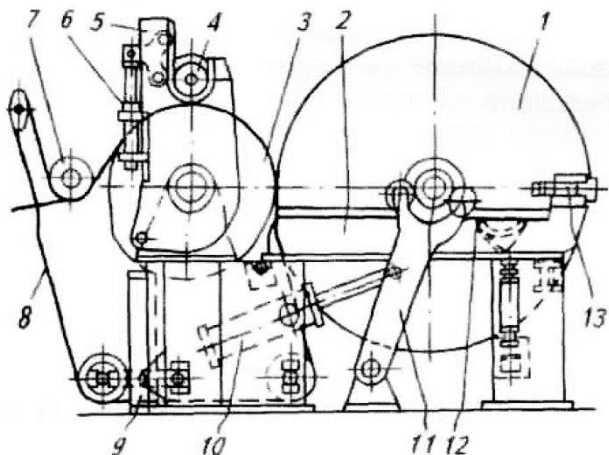
студ. Терещенко В.О., ст. вик. Зайцев С. В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Накат є завершальним процесом отримання паперового полотна, пристроєм папероробної машини і служить для намотування паперу в рулони. Основною вимогою до накату є рівномірне і щільне намотування паперу, необхідне для її подальшої якісної переробки.

У всіх сучасних швидкохідних і широких ПРМ застосовується периферичний накат (Рисунок 1). Накат цього типу дозволяє отримувати рівномірне і щільне намотування при меншій напрузі паперового полотна, ніж потрібно при використанні осевого накату.



- 1 - намотуваний рулон; 2 - станина; 3 - циліндр намоту; 4 - тамбурний валик; 5 - прийомні важелі; 6 - пневмоциліндр притиску тамбура; 7 - розправляючий валик; 8 - канатик заправний; 9 - циліндр приводу повороту прийомних важелів; 10 - циліндр приводу основних (робочих) важелів; 11 - основні важелі; 12 - гальмівний пристрій рулону; 13 - демпфер

Рисунок 1 - Схема периферичного намоту

На сучасних машинах накати периферичного типу з пневматичним притиском паперового полотна дозволяють отримати діаметр намотуваного рулону 2400 мм і більше. При цьому важливо забезпечити рівномірний контакт рулону з тамбуром і зменшити обриви паперу або інші збої в роботі намотування. Відомо, що дефекти намотування означають збільшення кількості браку. Крім того, дефекти намотування створюють проблеми на друкарських верстатах і копіювальних пристроях. До типових дефектів паперу, що виникають при намотуванні, відносяться: зміщення шарів, розриви, утворення складок, розтягнення паперу і затування (Рисунок 2).

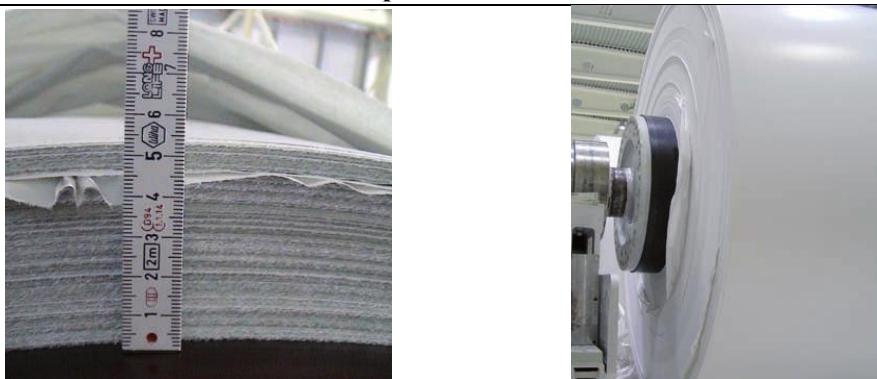


Рисунок 2 – Приклади дефектів намотування

Для вирішення цих проблем практично на всіх нових високошвидкісних папероробних машинах, що виробляють крейдований або каландрований папір, почали застосовувати гумове покриття барабанів намоту (Рисунок 3).

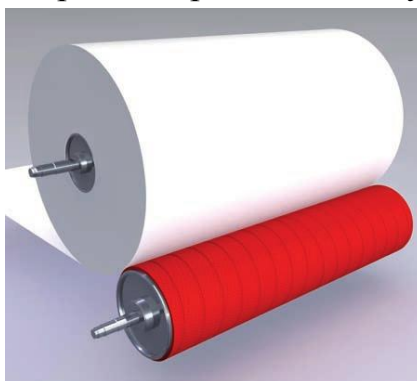


Рисунок 3 – Барабан намоту в контактi з папером

На більш старих машинах, що працюють з барабанами намоту без гумового покриття, часто відбуваються значні втрати паперу через дефекти намотування. Таке покриття барабанів намоту дає м'яке захоплення між барабаном намоту і тамбуром, що забезпечує рівномірне притискання паперу. В результаті відсутні повітряні бульбашки між шарами паперу і локальні перевантаження, що є головною причиною дефектів паперу. Ще одна перевага - високий коефіцієнт тертя, який залишається незмінним протягом усього терміну експлуатації і забезпечує стабільну підтримку паперового полотна. Спеціальні наповнювачі покриттів барабанів сприяє кращому утриманню паперового полотна за рахунок помітного підвищення шорсткості поверхні покриття без шкоди для поверхні навіть самого чутливого паперу. Це великий плюс, оскільки постійний коефіцієнт тертя дозволяє безперервно намотувати папір без додаткового налаштування параметрів намотування.

Крім того, запустивши систему обрізання на накаті, можна збільшити швидкість ПРМ до 1200 метрів на хвилину. Це дозволить випускати нову продукцію меншої масоємності.

Перелік посилань:

1. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы. Санкт-Петербург. . Изд-во СПбЛТА. 2005 г. Том 2. часть первая. 423 с.
2. <http://www.voithpaper.com> від 19.02.2015 р.

**СЕКЦІЯ 5
«ТЕОРЕТИНЧА МЕХАНІКА»**

УДК 531/534 (075.8)

ДОДАТКОВІ ДИНАМІЧНІ РЕАКЦІЇ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Розглянемо рівняння, що описують рух твердого тіла навколо нерухомої осі. При цьому в точках А і В підшипники:

$$mz_c\varepsilon - m\omega^2 x_c = F_x + X_A + X_B ;$$

$$0 = F_y + Y_A + Y_B ;$$

$$-mx_c\varepsilon - m\omega^2 z_c = F_z + Z_A + Z_B ;$$

$$-I_{xy}\varepsilon - I_{xy}\omega^2 = M_x + y_A Z_A + y_B Z_B$$

;

$$I_y\varepsilon = M_y ;$$

$$-I_{zy}\varepsilon + I_{zy}\omega^2 = M_z - y_A X_A - y_B X_B$$

Як видно з рівнянь (1), реакції в опорах А і В визначаються: активними силами $\bar{F}$ та їх моментами $\bar{M}_O$, що прикладені до тіла; силами інерції та їхніми моментами, які записані у лівих частинах рівнянь. Тому, якщо кожен з проєкцій опор у вигляді двох складових, одна з яких визначається лише активними силами, а друга – так званий динамічний додток реакцій $\bar{R}_D$ – зумовлена силами інерції та їхніми моментами і перетворюється на нуль, як тільки тіло перестане обертатися ($\omega = 0, \varepsilon = 0$), тобто

$$\bar{R}_A = \bar{R}_A^F + \bar{R}_A^D ; \quad \bar{R}_B = \bar{R}_B^F + \bar{R}_B^D$$

то першу складову реакцій $\bar{R}_A^F, \bar{R}_B^F$ можна визначити з рівнянь статки.

Ці складові реакцій в'язей називають статичними. Визначаються з таких систем рівнянь:

$$\begin{aligned} 0 &= F_x + X_A^F + X_B^F, \\ 0 &= M_x + y_A Z_A^F + y_B Z_B^F, \\ 0 &= F_y + Y_A^F + Y_B^F, \\ 0 &= M_z + y_A X_A^F + y_B X_B^F, \\ 0 &= F_z + Z_A^F + Z_B^F. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} mz_c\varepsilon - m\omega^2 x_c &= X_A^D + X_B^D, \\ -mx_c\varepsilon - m\omega^2 z_c &= Z_A^D + Z_B^D, \\ -I_{xy}\varepsilon - I_{xy}\omega^2 &= y_A Z_A^D + y_B Z_B^D, \\ -I_{zy}\varepsilon - I_{zy}\omega^2 &= -y_A X_A^D - y_B X_B^D \end{aligned}$$

де $Y_A^F = Y_A$; $Y_B^F = Y_B$, оскільки $Y_A^D = Y_B^D = 0$. Розглянемо рівняння (4).

Вони поділяються на дві групи незалежних рівнянь: відповідно перше і четверте, друге і третє, які можна аналізувати незалежно.

З'ясуємо, за яких умов додаткові динамічні реакції будуть дорівнювати нулю ($X_A^D = 0$, $Z_A^D = 0$, $X_B^D = 0$, $Z_B^D = 0$). Очевидно, що це буде тоді, коли обидві частини рівнянь (4) дорівнюватимуть нулю. Розглядаючи як невідомі x_C , z_C , I_{xy} , I_{zy} та об'єднуючи перше і друге, третє і четверте рівняння системи (4), дістанемо дві незалежні системи рівнянь (5):

$$\begin{aligned} z_C \varepsilon - \omega^2 x_C &= 0, & I_{xy} \varepsilon + I_{zy} \omega^2 &= \\ \omega^2 z_C + x_C \varepsilon &= 0, & I_{xy} \omega^2 - I_{zy} \varepsilon &= \end{aligned}$$

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

Отже, рівняння (5) мають єдиний розв'язок:

$$x_C = z_C = 0, \quad I_{xy} = I_{zy} \quad (6)$$

Перша умова (6) означає, що центр мас тіла лежить на осі обертання. У цьому випадку тіло *статично зрівноважене* або *збалансоване*.

Друга умова (6) означає, що вісь обертання Oy є головною віссю інерції, а оскільки виконується і перша умова, то вона є також центральною віссю інерції. Якщо виконуються умови (6), то тіло *динамічно зрівноважене*. Це означає, що динамічні додатки реакції опор дорівнюють нулю.

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)

МЕХАНІКА ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ

студ. Іваненко М.С., к. т. н., доцент Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Метою роботи є дослідження особливостей кінематики маніпуляційних роботів, що складаються з n твердих тіл які включають до свого складу з'єднання, що є телескопічними чи обертальними кінематичними парами.

Нехай маємо промисловий робот з n ланок. Зв'яжемо з k -ю ланкою систему координат O_k, x_k, y_k, z_k . Тоді для довільної точки k -ї ланки:

$$\vec{r}_k = [x_k; y_k; z_k; 1]^T$$

Телескопічна пара – відносний рух k -ї ланки поступальний, прямолінійний.

Будуємо чотиривимірну матрицю переходу від системи координат, зв'язаною з k -ю ланкою, до системи координат з $(k-1)$ -ю ланкою, що характеризує телескопічну в'язь:

$$\bar{D}_{kn} = \begin{bmatrix} a_{11}^{(k)} & a_{12}^{(k)} & a_{13}^{(k)} & a_{11}^{(k)} q_k \\ a_{21}^{(k)} & a_{22}^{(k)} & a_{23}^{(k)} & a_{21}^{(k)} q_k \\ a_{31}^{(k)} & a_{32}^{(k)} & a_{33}^{(k)} & a_{31}^{(k)} q_k \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{A}_k & \bar{P}_k \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Обертальна пара. У цьому випадку систему координат вибирають так, щоб одна з осей збігалася б з віссю обертання. За узагальнену координату приймемо кут повороту ланки відносно початкового положення системи координат. Будуємо чотиривимірну матрицю переходу:

$$\bar{D}_{коб} = \begin{bmatrix} (c_{11}^{(k)} \cos q_k + c_{12}^{(k)} \sin q_k) & (c_{12}^{(k)} \cos q_k - c_{11}^{(k)} \sin q_k) & c_{13}^{(k)} & x_0^{k-1} \\ (c_{21}^{(k)} \cos q_k + c_{22}^{(k)} \sin q_k) & (c_{22}^{(k)} \cos q_k - c_{21}^{(k)} \sin q_k) & c_{23}^{(k)} & y_0^{k-1} \\ (c_{31}^{(k)} \cos q_k + c_{32}^{(k)} \sin q_k) & (c_{32}^{(k)} \cos q_k - c_{31}^{(k)} \sin q_k) & c_{33}^{(k)} & z_0^{k-1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Отримані формули (1) та (2) можна записати так: для телескопічної пари :

$$\bar{r}_{k-1} = \bar{D}_{kn} \bar{r}_k \text{ і для обертальної пари : } \bar{r}_{k-1} = \bar{D}_{коб} \bar{r}_k$$

Тепер переходимо до визначення кінематичних характеристик маніпулятора і довільної точки M k -ї ланки, враховуючи отримані вище вирази.

УДК 531/534(075.8)

ДЕЯКІ АСПЕКТИ З РОЗВИТКУ МЕХАНІКИ

студ. Лещенко О.А., к. т. н., доцент Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Розвинення методів лагранжевої та гамільтонової механіки послідовно привело до висновку про єдність дискретних та неперервних форм існування матерії. Дійсно, аналітичне формулювання закону руху системи дискретних елементів, або руху системи із скінченою кількістю степенів вільності майже завжди приводило до розгляду системи звичайних диференціальних рівнянь. Винятком є аналітичне формування закону руху дискретних елементів хвильових властивостей рухів дискретних систем багатьох елементів. Ці властивості описуються рівняннями в частинних похідних першого порядку. Одна з окремих форм цих рівнянь – рівняння Якобі – є асимптотичний, при досить малих довжинах хвиль, висновок з хвильового рівняння Френеля. Звичайно, можна встановити також спорідненість рівняння Френеля та більш загального, ніж рівняння Якобі, рівняння Остроградського – Гамільтона– Якобі. В такий спосіб класична-аналітична механіка підійшла до межі, що віділяє її від сучасної механіки.

Звертаємо ще раз увагу на внутрішньо послідовний розвиток аналітичних методів, які від початкового дослідження законів рухів дискретних систем логічним розвиненням приводять до рівнянь, що з певним наближення описують процеси в суспільному середовищі. Це є результатом глибокого охоплення законів Всесвіту вихідними законами механіки – законами Ньютона.

Подальший розвиток понять і методів механіки відображає існування об'єктивної реальності, що втілені в цих законах. Самі методи аналітичної механіки є апаратом переробки зовнішньої механіки. Процес такої переробки є одночасно механізмом «зворотного зв'язку», що викликає розвиток самого апарата переробки інформації. При цьому, іноді несподівано, виявляються нові якості механічних рухів, що раніше неявно були відтворені в законах класичної механіки. Це є наслідком існування внутрішніх зв'язків між елементами Всесвіту. Наявно втілених в положеннях механіки і непомічених своєчасно при формуванні її законів. Тому закони класичної механіки і тепер є фундаментом наукового світогляду. Механіка сучасної теорії релятивності є лише дальшим розвитком класичної механіки і зовсім не відкидає її надбання, як іноді це вважають.

УДК 531.314(075.8)

«ПРИХОВАНІ» РУХИ

студент Маргарян А.А., доц. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Розглянемо питання про «приховані» рухи, виходячи з методу Рауса виключення циклічних координат.

Коли функція Лагранжа була квадратною формою узагальнених швидкостей, функція Рауса після виключення циклічних узагальнених швидкостей матиме у своєму складі члени як другого виміру відносно нециклічних узагальнених швидкостей, так і першого та нульового вимірів. Обчислюючи функцію R за формулою $R = p_j \dot{x}^j - \widehat{L}(t, x^\sigma, p_j, \dot{x}^k), (k = r + 1, \dots, N)$, яка на підставі співвідношень $p_j = \alpha_j$ після виключення циклічних імпульсів і узагальнених швидкостей набуде вигляду:

$$R = L(t, x^{r+1}, x^{r+2}, \dots, x^N, \dot{x}^{r+1}, \dot{x}^{r+2}, \dots, \dot{x}^N, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r) - \sum_{j=1}^r \alpha_j \dot{q}_j(t, x^{r+1}, x^{r+2}, \dots, x^N, \dot{x}^{r+1}, \dot{x}^{r+2}, \dots, \dot{x}^N, \alpha_1, \dots, \alpha_r), \quad (1)$$

знайдемо

$$R = R_0 + R_1 + R_2. \quad (2)$$

У цій формулі R_0 – члени нульового виміру відносно узагальнених швидкостей, тобто члени, незалежні від узагальнених швидкостей, R_1 та R_2 – відповідно лінійна та квадратична форми узагальнених швидкостей.

Потенціальна енергія Π входить до складу R_0 . Через те, що циклічні координати і швидкості не входять до складу функції R , вважають, що вони відповідають «прихованим» рухам.

Розглянемо, наприклад, матеріальну систему, положення і швидкості якої визначаються координатами $x^{r+1}, x^{r+2}, \dots, x^N$. Ця система має $N - r$ степенів вільності. Припустимо, що в'язі, накладені на цю систему, стаціонарні. Тоді

функція L матиме у своєму складі узагальнені швидкості лише у формі членів другого виміру відносно швидкостей. Рівняння Лагранжа другого роду для цієї матеріальної системи матимуть вигляд

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{x}^j} - \frac{\partial L}{\partial x^j} &= X'_j, (j = r+1, r+2, \dots, N). \\ \frac{d}{dt} \frac{\partial L_2}{\partial \dot{x}^j} - \frac{\partial L_2}{\partial x^j} &= X'_j - \frac{\partial \Pi}{\partial x^j}, (j = r+1, r+2, \dots, N). \end{aligned} \quad (3)$$

Потенціальну енергію Π можна ототожнити з L_0 , тобто з членами нульового виміру в складі L .

Поряд з цією системою матеріальних точок розглянемо іншу з N степенями вільності і припустимо, що координати $x_1, x_2, \dots, x_r$ – циклічні, а $x^{r+1}, x^{r+2}, \dots, x^N$ – нециклічні, і те, що на другу систему, як і на першу, накладено лише стаціонарні в'язі. Нехай узагальнені сили $X'_{r+1}, X'_{r+2}, \dots, X'_N$ в першій і другій матеріальних системах збігаються. На підставі рівності (2) знайдемо

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial R_2}{\partial \dot{x}^j} - \frac{\partial R_2}{\partial x^j} = X'_j - \left(\frac{d}{dt} \frac{\partial R_1}{\partial \dot{x}^j} - \frac{\partial R_1}{\partial x^j} \right) - \left(\frac{d}{dt} \frac{\partial R_0}{\partial \dot{x}^j} - \frac{\partial R_0}{\partial x^j} \right). \quad (4)$$

Ліва частина системи рівнянь (4) за своїм складом не відрізняється від лівої частини системи рівнянь (3), а праві частини різні. Вирази

$$P_j = -\frac{d}{dt} \frac{\partial R_1}{\partial \dot{x}^j} + \frac{\partial R_1}{\partial x^j}, \quad S_j = -\frac{d}{dt} \frac{\partial R_0}{\partial \dot{x}^j} + \frac{\partial R_0}{\partial x^j} \quad (5)$$

можна розглядати як додаткові узагальнені сили, що залежать від наявності циклічних координат. Розглянемо ці сили докладніше.

$$P_j = \sum_{k=r+1}^N \frac{\partial A_k}{\partial x^j} x^k - \frac{\partial A_j}{\partial t} = \sum_{k=r+1}^N \left(\frac{\partial A_k}{\partial x^j} - \frac{\partial A_j}{\partial x^k} \right) x^k - \frac{\partial A_j}{\partial t}. \quad (6)$$

Позначимо $\beta_{kj} = -\beta_{jk} = \frac{\partial A_k}{\partial x^j} - \frac{\partial A_j}{\partial x^k}$, де $\beta_{kj} x^k$ – гігроскопічні члени. Тоді

$$P_j = -\frac{\partial A_j}{\partial t} + \sum_{k=r+1}^N \beta_{kj} x^k, \quad S_j = \frac{\partial R_0}{\partial x^j}, \quad (j = r+1, r+2, \dots, N). \quad (7)$$

Отже, сили P_j та S_j виникають внаслідок існування «прихованих» рухів, що визначаються циклічними координатами. Силкові поля взагалі можна пояснити наявністю «прихованих» рухів.

УДК 531/534(075.8)

РІВНЯННЯ РУХУ ТІЛА ЗМІННОЇ МАСИ

студ. Мельник А.С., к.т.н., доц. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Для того, щоб скласти рівняння руху тіла змінної маси, потрібно скласти вирази основних теорем динаміки для випадку тіла, або системи змінної маси.

1. Теорема про зміну головного вектора кількості руху системи.

Рівняння І.В. Мещерського для окремої точки системи має вигляд:

$$m_i \frac{d\bar{v}_i}{dt} = \bar{F}_i^e + (\bar{u}_i - \bar{v}_i) \frac{dm_i}{dt}, \quad i = \overline{1, n} \quad (1).$$

Записавши його в іншій формі та підсумувавши отримаємо:

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

де $\bar{Q} = \sum_{i=1}^n m_i \bar{v}_i$ – головний вектор кількості руху системи.

2. Теорема про зміну кінетичного моменту системи зі змінною масою.

Враховуючи, що для i -ї точки $\bar{K}_{Ai} = \bar{r}_i \times m_i \bar{v}_i$, то підставивши в рівняння (1)

отримаємо:

$$\frac{d\bar{K}_{Ai}}{dt} = \bar{r}_i \times \bar{F}_i^e + \bar{r}_i \times \bar{u}_i \frac{dm_i}{dt} \quad (3).$$

Виконавши операцію підсумовування, отримаємо *теорему про зміну кінетичного моменту* матеріальної системи зі змінною масою в нерухомій системі координат:

$$\frac{d\bar{K}_A}{dt} = \bar{M}_A^e + \sum_{i=1}^n \bar{r}_i \times \bar{u}_i \frac{dm_i}{dt} \quad (4).$$

3. Теорема про зміну кінетичної енергії.

Сума зміни кінетичної енергії системи і кінетичної енергії приросту її маси дорівнює сумі елементарних робіт сил, прикладених до точок системи, і елементарній роботі сил, які залежать від зміни мас системи:

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

УДК 513/534 (075.8)

ПРИНЦИП ЕЙЛЕРА-ЛАГРАНЖА

Студент Перепелиця Д.О., доц., к.т.н, Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Принцип Ейлера-Лагранжа під назвою принципу найменшої дії сформулював у 1744 р. Мопертюї. Вперше з наукової точки зору принцип Мопертюї довів Л. Ейлер для окремого випадку дії центральної сили, а потім Ж. Лагранж поширив його на динаміку системи.

Розглянемо рух механічної системи в консервативному силовому полі. В'язі, накладені на точки системи, інтегровні та стаціонарні. Нехай траєкторія порівняння перетинає траєкторію дійсного руху у двох точках: M_1 та M_2 . Припускаємо що в русі порівняння та в дійсному русі повна механічна енергія на відрізках M_1M_2 траєкторій однакова, тому: $\delta\mathcal{H}=0$, тобто маємо *ізоенергетичний* принцип. Це накладає обмеження на швидкості точки. У зв'язку з цим переходимо до повних варіацій, внаслідок чого маємо умову

$$\Delta\vec{r} /_{M_1} = \Delta\vec{r} /_{M_2} = 0 \quad .$$

Переходимо до повних варіацій у загальному рівнянні динаміки

$$(\vec{F} - \vec{w}) \cdot \Delta\vec{r} = 0 \quad (1)$$

Оскільки поле консервативне можемо написати

$$\vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = \Delta A = -\Delta\Pi \quad (2)$$

Перетворимо другий член

$$\vec{w} \cdot \Delta\vec{r} = \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot \Delta\vec{r}$$

Виділивши повну похідну по часу, дістаємо

$$\bar{w} \cdot \Delta \bar{r} = \frac{d}{dt} (\bar{v} \cdot \Delta \bar{r}) - \bar{v} \Delta \bar{v} - \bar{v} \cdot \bar{v} \frac{d}{dt} (\Delta t). \quad (3)$$

Підставляючи (2) та (3) в загальне рівняння динаміки (1) знаходимо

$$\Delta(T - \Pi) + 2T \frac{d}{dt} (\Delta t) - \frac{d}{dt} (\bar{v} \cdot \Delta \bar{r}) = 0. \quad (4)$$

Оскільки $\Pi = h - T$, $\Delta \Pi = -\Delta T$, тому після множення на dt (4) набуває вигляду

$$\Delta 2T dt + 2T d(\Delta t) - d(\bar{v} \cdot \Delta \bar{r}) = 0.$$

На підставі ізохронності варіації незалежної змінної t , одержуємо

$$2[\Delta T dt + T \Delta(dt)] - d(\bar{v} \cdot \Delta \bar{r}) = 0.$$

І далі,

$$\Delta(2T dt) - d(\bar{v} \cdot \Delta \bar{r}) = 0. \quad (5)$$

Для одержання принципу Ейлера-Лагранжа з рівності (5) виключимо час. Запишемо вираз $2T dt$ у вигляді

$$2T dt = v^2 dt = v \frac{ds}{dt} dt = v ds.$$

На цій підставі рівності (5) можна надати такого вигляду

$$\int_{M_1}^{M_2} \Delta(v ds) - (\bar{v} \cdot \Delta \bar{r}) \Big|_{M_1}^{M_2} = 0. \quad (6)$$

У виразі (6) можна поміняти порядок дій варіювання та інтегрування. Знайдемо

$$\Delta \int_{M_1}^{M_2} v ds = 0.$$

Ця форма принципу Ейлера-Лагранжа належить Л. Ейлеру. Для одержання принципу Ейлера-Лагранжа у формі Лагранжа досить $v ds$ замінити на $2T dt$.

УДК 531/534(075.8)

УМОВА НЕВАГОМОСТІ ПІД ЧАС РУХУ ОБ'ЄКТА

студент Пищик Б.І., к.т.н., доцент Штефан Н.І.

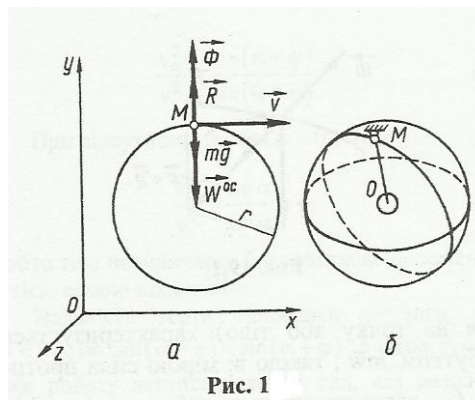
Національний технічний університет України

« Київський політехнічний інститут »

Для того, щоб перейти до дослідження ефекту невагомості, скористаємося принципом Д'Аламбера, який формується так: для невідомої матеріальної точки в кожний момент часу сума активних сил, що прикладені до точки, реакцій в'язей і сил інерції дорівнює нулю, тобто

$$\bar{F} + \bar{R} + \bar{\Phi} = 0.$$

З визначенням реакції в'язі пов'язане поняття невагомості. Це відчуття невагомості з'являється тоді, коли реакція основи, на якій стоїть людина, дорівнює нулю ($R=0$). За приклад візьмемо літак, який рухається по колу у вертикальній площині. Нехай літак рухається по колу радіусом r з швидкістю $\bar{V}$. Якщо політ рівномірний горизонтальний, то свою вагу $\bar{P}$ пілот відчуває, сприймаючи реакцію сидіння $\bar{R} = -\bar{P}$.



Під час руху літака по колу у вертикальній площині (див. рис. 1, а) в точці М на пілота діє сила притягання Землі – сила тяжіння $\bar{P} = m\bar{g}$ і реакція сидіння $\bar{R}$. При цьому сила інерції $\bar{\Phi} = m\bar{w}$. Звідси маємо, що

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

З розрахунків отримуємо, що невагомість настає в той момент, коли $R=0$, тобто $1 - \frac{v^2}{rg} = 0$ або $V^2 = rg$.

Наприклад, при $V=900$ км/год, $g=10$ м/с², а $r=6,25$ км.

Умови невагомості придатні для пояснення невагомості космонавта на коловій орбіті.

УДК 531/534(075.8)

ВЕРХНЯ І НИЖНЯ МАЯТНИКОВІСТЬ ТІЛ

студ. Пінчук А.Є., к. т. н., доцент Штефан Н.І. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Як відомо, в інженерії більшість одноланкових механізмів або тіл зводяться до схеми фізичного маятника з верхньою чи нижньою маятниковістю.

Щоб тіло з верхньою маятниковістю зберігало вертикальне положення відносно опори тіла, потрібно створити момент сил, який утримував би його в цьому положенні.

Прикладами системи з верхньою маятниковістю можуть слугувати: підймальні крани на рухомій основі, або й самі об'єкти, що рухаються по поверхні Землі, у воді або в повітрі. До системи з верхньою маятниковістю зводяться також будівельні конструкції, що прикріплені до основи.

Стійкість системи забезпечити тим легше, чим більша жорсткість опор і більша відстань між опорами.

Це використовується на практиці. Наприклад, крани на автомобільних шасі ставлять на додаткові жорсткі металеві опори, які виносять за межі габаритів автомобіля, щоб збільшити відстань.

При русі автомобіля по кривій до збурюючих сил слід додати ще збурюючий момент від відцентрових сил.

Системи з нижньою маятниковістю реалізують у рухомих об'єктах, що переміщуються по воді або у воді кораблі, підводні човни тощо. Геометрію цих об'єктів і розташування мас у них вибирають так, щоб центр прикладання гідростатичних сил Архімеда (точка O) був завжди вище центра ваги цієї конструкції, тобто реалізують схему фізичного маятника.

**СЕКЦІЯ 5
«ФІЗИКА»**

УДК 53

КОНДЕНСАТ БОЗЕ-ЕЙНШТЕЙНА

студент Кобенко Т.А., ст.викл.Печерська Т.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Конденсат Бозе-Ейнштейна - агрегатний стан речовини основу якого становлять бозони, охолоджені до температур, близьких абсолютного нуля.

Бозони – частинки, які мають цілий або нульовий спіні і підлягають статистиці Бозе-Ейнштейна. Бозонами є і окремі елементарні частинки, наприклад фотони і цілі атоми. Бозони мають тенденцію накопичуватися в одному стані, і з цієї точки зору, на відміну від ферміонів, що підлягають принципу Паулі, вони є колективістами.

На основі праць Бозе у 1925 році Ейнштейн теоретично передбачив, що охолодження атомів-бозонів до дуже низьких температур змусить їх перейти (сконденсуватися) у найближчий можливий квантовий стан. Результат такої конденсації стане виникнення нової форми речовини.

Щоб одержати конденсат Бозе-Ейнштейна, бозони потрібно охолодити до температури, яка б відрізнялась від абсолютного нуля на декілька мільйонних долей градуса. Тривалий час фізики не могли досягати таких низьких температур.

1995 року вченим Об'єднаного інституту лабораторної астрофізики Еріку Корнеллу і Карлу Віману вдалось охолодити близько 2 тисяч атомів Рубідію-87 до температури 20 нанокельвінів. Для цього вони використали лазерне охолодження разом з охолодженням випаровуванням. У результаті атоми Рубідію перейшли в стан конденсату Бозе-Ейнштейна. Одночасно вчений Вольфганг Коттерелі із Массачусетського технологічного інституту отримав конденсат Бозе-Ейнштейна на основі атомів Натрію. За ці роботи вченим була присуджена Нобелівська премія з фізики за 2001 рік.

Стан речовини у вигляді конденсату Бозе-Ейнштейна цікавий тим, що дозволяє спостерігати квантово-механічні ефекти на макрорівні.

Цей стан можна пояснити у дещо спрощеному вигляді: за температур, близьких до абсолютного нуля, атоми вже не можна вважати сферичними, вони починають поводитися як хвилі. Як і звичайні хвилі, вони накладаються один на одного і, одночасно взаємодіючи, утворюють величезну за атомними масштабами хвилю. При цьому мільйони атомів починають поводитися як макрооб'єкт, як єдина квантова частинка, що може досягати в поперечнику одного міліметра.

У 2010 році замість звичних для фізиків атомів групі вчених Боннського університету вдалося одержати конденсат Бозе-Ейнштейна із фотонів. Вони використали два дзеркала з високою відбивною здатністю, між якими помістили розчин з барвником. Його молекули захоплювали і знову випромінювали фотони, що проходили через розчин. Схему досліду показано на *рис. 1*. Під час цього процесу випромінювання знижувало свою температуру до рівня температури рідини, тобто до кімнатної температури. За допомогою лазера вчені нарощували число фотонів, спійманих між дзеркалами. Зрештою фотони перейшли в новий стан – перетворилися в суперфотон, тобто почали поводитися як одна частинка.

Найбільш очевидним практичним застосуванням конденсату Бозе-Ейнштейна вважається створення на його основі надточних детекторів магнітного і гравітаційного полів.

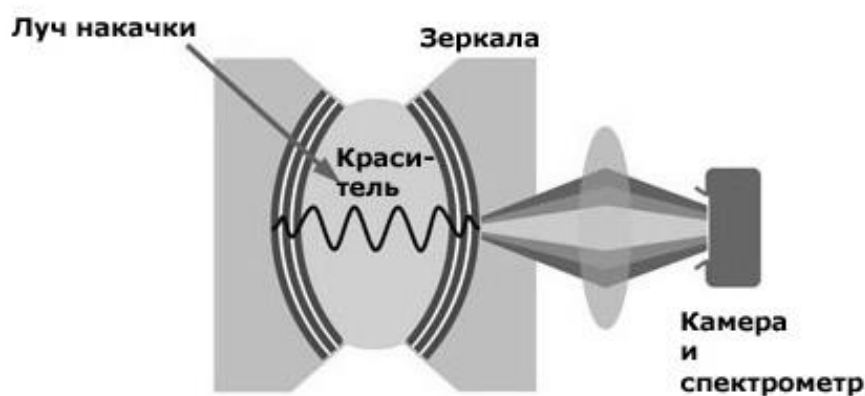


Рисунок 1– Схема досліду

Перелік посилань:

1. Сущенко С. С., Недбаєвська Л. С. Сучасні досягнення фізики: –Х.: Вид. група «Основа», 2015. – 125с.

ПРЕФІКС «НАНО»: 3 20 СТОЛІТТЯ ДО СЬОГОДЕННЯ

студент Ковба А. М., ст.викл. Печерська Т. В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Уперше «нано», як науковий термін з'явився у 1909 року в Німеччині. Видатний професор зоології університету Кіле Ханс Ломан запропонував, виступаючи перед Німецьким товариством зоології, називати мікроскопічні водорості, які він спостерігав за допомогою оптичного мікроскопа, «наннопланктоном». Підставою для того був той факт, що грецьке *nanpos* – переклад німецького слова *zwerg*, яке означає «карлик». Ломан запропонував свій префікс для позначення об'єктів розміром менше мікрметра. До цього одиницею випромінювання, яку використовували для опису величини молекул, була мільйонна частка міліметра, яку називали «мікроміліметром». Майже водночас у фізиці розпочалось активне вивчення випромінювання. Було відкрите короткохвильове електромагнітне випромінювання - рентгенівські промені. перед вченими постало завдання введення нових позначень для вимірювань надмалих величин.

Довжину хвилі рентгенівського променя спочатку вказували в сантиметрах. І тоді було прийнято рішення вимірювати довжину хвилі в ангстремах на честь шведського фізика Андерса Юнаса Ангстрема, який зробив великий внесок у розвиток спектроскопії. 1905 року «ангстрем» було затверджено як одиницю вимірювання.

Подальші дослідження, спрямовані на вивченні будови речовини, виникнення ядерної і атомної фізики, знову спонукали вчених створювати нові найменування множників для одиниць вимірювання, які кратні метру. 1956 року радянський вчений Г. Бурдун виступив з пропозицією іменувати мільярдну частку метра нанометром. На засіданні Міжнародного комітету мір і ваги у жовтні 1958 року було прийнято рішення погодитись з цією пропозицією. Необхідно відмітити, що попит на префікс «нано» після його введення не

збільшився. Це пояснюється, мабуть, тим, що час наномасштабів мініатюризації до нанометра ще не настав. Жодний з префіксів, які суперничали, - ні «нано», ні «нанно» - на наукових конференціях і семінарах не згадували.

І ось у 1974 році про цей префікс знову згадали, і сталося це в Японії. Спеціаліст з матеріалознавства Норіо Танігуті для позначення виробничого процесу із виготовлення матеріалів з точністю до нанометра придумав слова «нанотехнологія». Спочатку на це слово майже ніхто не звертав увагу поки 1981 року Генріх Рорер, який працював в дослідницькій лабораторії у Цюриху (Швейцарія), не знайшов сканувальний тунельний мікроскоп. Перше, що вдалось вченим, використавши цей мікроскоп, - це навчитися маніпулювати окремими атомами і молекулами. Вперше це здійснив Дональд Ейлер 1989 року. Відтоді настала ера нанотехнологій.

Якщо раніше простір ділився на мега-, макро- і мікросвіт, то тепер цей поділ передбачає і наносвіт. Під ним розуміють світ об'єктів, як менші за 10^{-6} м.

Для біологів наносвіт цікавий тим, що це найменша область простору де існують живі матерії. Мова йде про найменші живі організми, що заселяють нашу планету, - це бактерії. Для фізиків наносвіт цікавий тим, що тут можна створювати із атомів і молекул речовину з новими фізичними властивостями. Уряди понад 60 країн прийняли програму розвитку нанотехнологій. Якою буде подальша доля префікса «нано», покаже час та історія розвитку науки, а зараз він є символом технічного прогресу, ознакою вдосконалення технологій, якими оволоділо людство.

Перелік посилань:

1. Жоаким К., Плевер Л. Нанонауки . Невидимая революція . –М.: Ко-Либри, 2009. -240с.
2. Смирнов В. А. NANO?...NANO!// Фізика в школах України. -2012. - №4(200)
3. Сущенко С. С., Недбаєвська Л. С.Сучасні досягнення фізики: –Х.:Вид. група «Основа», 2015. – 125с.

ЖИТТЯ ТА НАУКОВІ ДОСЯГНЕННЯ АНАТОЛІЯ

МИХАЙЛОВИЧА САМОЙЛЕНКА

студент Ковба А. М., доцент Листопадова В. В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Анатолій Михайлович – провідний учений-математик, доктор фізико-математичних наук, професор, директор Інституту математики Національної академії наук України, дійсний член Європейської АН, Соросівський професор (1996), заслужений діяч науки і техніки України. Народився 2 січня 1938 р. на Житомирщині. У 1960 р. закінчив Київський державний університет, у 1963 р. захистив кандидатську, а в 1967 р. – докторську дисертацію. З 1965 по 1974 рр. працював старшим науковим співробітником Інституту математики НАНУ, в 1974-1987 рр. завідував кафедрою інтегральних та диференціальних рівнянь Київського державного університету. З 1988 р. – директор Інституту математики НАНУ, з 2006 р. і до цього часу – академік-секретар відділення математики НАН України. Також з 1998 р. по 2011 рр. завідував кафедрою диференціальних рівнянь фізико-математичного факультету НТУУ "КПІ".

У 1999-2002 і в 2010-2012 н.р. А.М. Самойленко – професор кафедри прикладної математики Чернівецького національного університету. Керував аспірантами та магістрами, читав спецкурс „Асимптотичні та якісні методи дослідження динамічних систем”. Він і надалі надає значну консультаційну допомогу викладачам кафедри з наукових, методичних та організаційних питань. Під його керівництвом викладачами кафедри захищено 2 докторські та одна кандидатська дисертації, виконується одна кандидатська дисертація.

Наукові інтереси А.М. Самойленка охоплюють широке коло складних та актуальних проблем якісної теорії диференціальних рівнянь і нелінійної механіки. Про світове визнання його наукової діяльності свідчать загальноновизнані в математичній літературі терміни "функція Гріна-Самойленка", "чисельно-аналітичний метод Самойленка". Здійснюючи успішне наукове керівництво колективом Інституту математики НАНУ, А.М. Самойленко забезпечує продовження та розвиток традицій всесвітньовідомої математичної школи, заснованої М.М. Боголюбовим.

Анатолій Михайлович підготував 32 доктори наук та понад 80 кандидатів фізико-математичних наук. Він автор понад 500 наукових праць, з них 30 монографій та понад 20 підручників та навчальних посібників.

Академік А. М. Самойленко є президентом Всеукраїнського благодійного фонду сприяння розвитку математичної науки, головним редактором "Праць Інституту математики НАН України", редактором "Українського математичного журналу", редактором журналу "Nonlinear Oscillations", членом редколегій журналів "У світі математики", "Математический анализ и его приложения", "Nonlinear Mathematical Physics" та ін. Він є членом Американського математичного товариства, Українського та Київського математичних товариств.

Нагороджений орденом Дружби народів (1984), "За Розбудову України ім. М. Грушевського"(2008), Орденом князя Ярослава Мудрого V ступеня (2008 р.), Почесною Грамотою Президії Верховної Ради України (1987), лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки (1985, 1996), премій ім. М.Островського (1968), М.М.Крилова (1981), М.О.Лаврентьєва (2001) та М.В.Остроградського (2004), у складі колективу авторів йому присуджено Державну премію України в галузі освіти за 2012 рік в номінації "Вища освіта" за навчально-методичний комплект "Диференціальні рівняння".

А.М. Самойленко – почесний доктор Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Клопотання вченої ради математичного факультету про присвоєння такого звання академіку А. М. Самойленку схвалено ректоратом університету, а 17 квітня 2004 р. вчена рада університету одностайно прийняла рішення: "За досягнення у науковій діяльності, сприяння у співробітництві між Чернівецьким університетом та Інститутом математики НАН України і дієву допомогу Чернівецькому університетові в підготовці науково-педагогічних кадрів у галузі математики присвоїти Анатолію Самойленкові звання "Почесний доктор Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича".

Перелік посилань:

1. <http://pm.fpm.org.ua/index.php/druzi-kafedry/460-anatolii-muxailovych-samoilenko> від 20.03.2015 р.

ОПТИЧНИЙ ПІНЦЕТ

студент Михалишина Т.С., ст. викл. Печерська Т.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний університет»

Як відомо, одним із головних завдань, які стоять перед нанотехнологіями, є збирання з окремих атомів і молекул, як і з деталей конструктора, кристалів необхідних властивостей. Для цього вчені повинні вміти маніпулювати окремими атомами і молекулами. А це стало можливим із появою відповідних інструментів, до яких і належить оптичний пінцет.

Оптичний пінцет – це такий прилад, у якому використовують сфокусований промінь лазера для переміщення мікроскопічних об'єктів або утримання їх у певному місці. (рис.1)

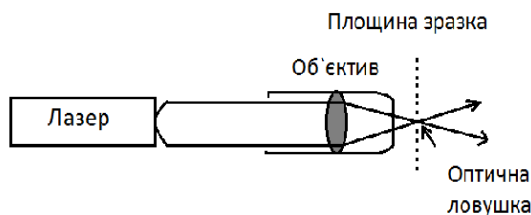


Рисунок 1–Схема оптичного пінцету

Виявляється, що коли частинка перебуває поблизу точки фокусування лазерного променя, то світло втягує її до фокуса. Це явище можна пояснити тим, що лазерний промінь – це електромагнітна хвиля, і там, де більша інтенсивність світла, там і більша напруженість магнітного поля. Тому у фокусі напруженість магнітного поля збільшується у багато разів. Таким чином електричне поле сфокусованого поля стає неоднорідним, збільшуючись за інтенсивністю під час наближення до фокуса. Чому ж частинка, яка опинилась в лазерному промені, прагне в ту область, де інтенсивність світла максимальна, тобто фокус? Розгляньмо спочатку випадок, коли частинка є діелектриком і розташована поруч з областю фокуса, де напруженість електричного поля поступово зростає під час руху зліва на право.

Зовнішнє електричне поле діє на частинку, переміщуючи всередині неї різнойменні заряди в різні боки, частинка стає диполем, який орієнтується вздовж силових ліній.

Відбувається поляризація діелектрика. На його протилежних по відношенню до зовнішнього поля поверхнях з'являються різнойменні і рівні за величиною електричні заряди. Але електричні сили, що діють на позитивні і негативні зв'язані заряди, будуть різні, оскільки напруженість поля зліва від частинки менша, ніж справа. (рис.2)

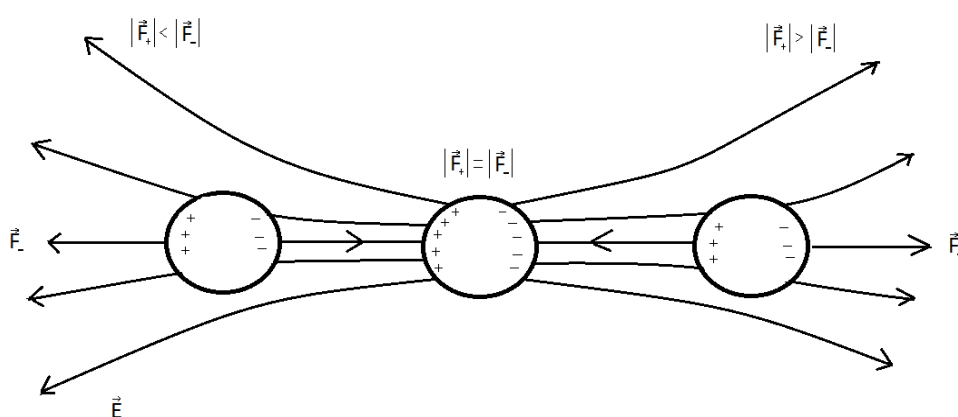


Рисунок 2—Схема поляризації

Тому на частинку діятиме результуюча сила, напрямлена праворуч, тобто до фокуса. Якщо частинка розміщене з другого боку від фокуса, то на неї діятиме результуюча, напрямлена ліворуч, знову до фокуса. Якщо потім частинка потрапляє у фокус, то напруженість електричного поля зліва і справа від частинки одна і та сама, відтак і електричні сили, що діють на позитивні та негативні зв'язані заряди, будуть однаковими. Таку частинку пінцет утримуватиме у фокусі, її навіть можна рухати разом з лазерним променем.

За допомогою оптичного пінцета можна пересувати частинки розміром від 10 нм до 10 мкм і збирати з них різні структури.

Перелік посилань:

1. Богданов К. Что могут нанотехнологии? –М. : Просвещение, 2009
2. Сучасні досягнення фізики. –С. С. Сущенко, Л.С. Недбаєвська –Х. : Вид.група «Основа», 2015.
3. http://ru.wikipedia.org/wiki/Оптический_пинцет

ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИЙ ЕФЕКТ

студент Шаран О.Ю., ст.. вик Печерська Т.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Підводний вибух "," підводний гроза "- так образно називають потужний високовольтний електричний розряд в рідині, вперше отриманий інженером Л.А. Юткіним. У 1950 цей ефект офіційно визнаний як найефективніший спосіб перетворення електричної енергії в механічну.

Принципова схема установки (рис. 1)

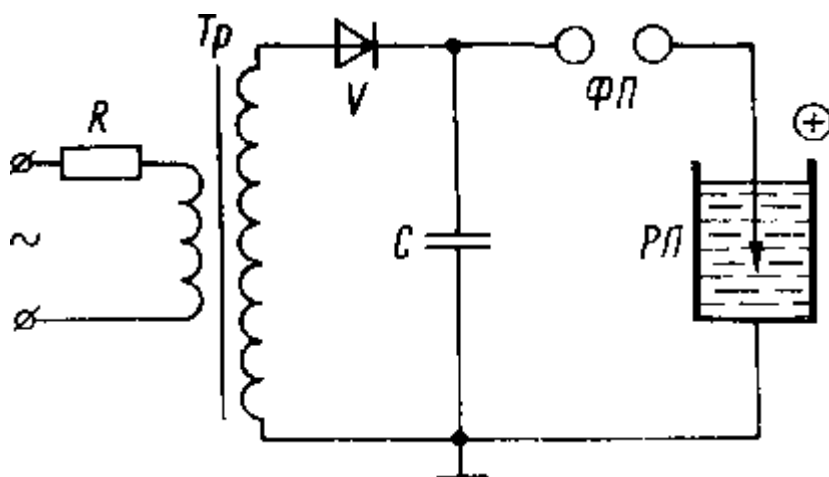


Рис.1–Установка високовольтного електричного розряду

Від вторинної обмотки високовольтного трансформатора через випрямляч заряджається конденсатор. коли напруга на ньому досягає достатньої величини, пробивається повітряний іскровий проміжок кульового розрядника, а потім відбувається кульовий розряд між електродами у ванні з водою. У воді при цьому утворюється плазмовий провідний канал. Спочатку омичний опір іскрового проміжку у воді досить значний (приблизно 1000 Ом), і він, згідно із законом Джоуля-Ленца, швидко нагрівається. За рахунок підвищення температури опір цього проміжку різко зменшується, а розрядний струм швидко наростає і через 5–10 мкс досягає максимального значення (порядку 5000- 10 000 А). При цьому плазмовий шнур зазнає сильного стиску за рахунок

взаємодії елементарних струмів. Аналогічне явище відбувається і у плазмовому шнурі. Стиснення відбувається протягом малого проміжку часу, а отже – адіабатно, внаслідок чого ще більше підвищується температура (за напруги на вторинній обмотці 50 000 В і ємності конденсатора 1 мкФ температура в каналі може досягати приблизно 50 000 К, а тиск - 200 000 атм). коли ж струм у кінці розряду падає до нуля і тиск зникає, то відбувається адіабатичне розширення плазмового шнура. За рахунок внутрішньої енергії, накопиченої плазмою, виконується робота розширення і утворюється ударна хвиля, яку на практиці використовують для оброблення матеріалів.

Технологія вже впроваджена на підприємствах України і Росії, та експортована в Японію, Німеччину, Швецію, Іспанію, Індію, Болгарію та інші країни.

Використовуючи електровибух графітових провідників або електророзрядну обробку органічних рідин, газів і аерозолів, які утримують вуглець, можна розвивати унікальний електророзрядний метод синтезу наноструктурних матеріалів.

Електрогідролічний ефект від перших днів його відкриття був і залишається постійним джерелом багатьох прогресивних технологічних процесів, які широко використовують в усьому світі. Цим обумовлено його актуальне значення й постійний інтерес у найрізноманітніших галузях науки і техніки.

Перелік посилань:

1. Сучасні досягнення фізики/С.С. Сущенко, Л.С. Недбаєвська – Х. : Вид. група «Основа». 2015 – 125 с.
2. Юткин Л. А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. – Л. :Машиностроение, 1986. – 253 с. .
3. <http://www.effects.ru/science/95/index.html>

СЕКЦІЯ 7
«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

РОЗРОБКА МЕТОДІВ КОНЦЕНТРУВАННЯ ФЕНОЛІВ ДЛЯ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ В ПРИРОДНИХ ВОДАХ

доцент Овсянкіна В.О., студентка Коробко А.Д.
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Висока токсичність і екологічна небезпека фенолу і його похідних вимагають надійного і достовірного визначення цих сполук на виходах джерел забруднень і в природних об'єктах. Незважаючи на велику кількість існуючих в даний час методик визначення фенолів, у тому числі заснованих на хроматографічному розподілі і детектуванні за допомогою мас-спектрометрії, залишається багато невирішених проблем, пов'язаних із застосуванням цих методик і трактуванням отриманих даних.

Останнім часом найбільшого поширення набуває флуориметричний метод визначення масової концентрації фенолів (загальних і летючих) у пробах природних, питних та стічних вод з використанням аналізатора рідини «ФЛЮОРАТ 02-3М». Цей метод заснований на виділенні їх з проби бутилацетатом, реекстракції у водний розчин гідроксиду натрію, підкисленні отриманого розчину, вимірі інтенсивності його флуоресценції на аналізаторі «ФЛЮОРАТ 02-3М» і автоматичному обчисленні масової концентрації фенолів за допомогою градуальної залежності, закладеної в пам'ять аналізатора.

Даний метод дозволяє визначати суму фенолів в інтервалі концентрацій $(0,001 - 25,0) \text{ мг/дм}^3$ з похибкою $(50-10)\%$. Про те, в описаній методиці до даного приладу не вказано, які саме феноли можна визначати.

В зв'язку з цим метою даної роботи було дослідити можливості обраної методики щодо визначення фенолу, ряду токсичних хлорфенолів та нітрофенолів. Встановити та кількісно оцінити вклад кожної індивідуальної сполуки в значення сумарної концентрації фенолів.

В результаті проведених досліджень було встановлено:

- на даному аналізаторі можна визначати фенол без попереднього концентрування в інтервалі $0,010 - 25,0 \text{ мг/дм}^3$.
- при визначенні фенолу після попереднього екстракційного концентрування необхідно враховувати можливий суттєвий вплив розчинника на результати флуоресцентного визначення.
- на результати визначення фенолу в природних водах впливають гумінові кислоти, які там майже завжди присутні. Гумінові кислоти на $\sim(15-25)\%$ занижують результати аналізу.
- хлорпохідні та нітропохідні фенолу на даному аналізаторі у відзначеному концентраційному діапазоні не визначаються.

УДК 628.16

Можливості застосування методів біотестування для екологічного моніторингу інсектицидів у водах сільського господарства

доцент Овсянкіна В.О., студентка Спільна В.Г

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Забруднення водних ресурсів – одна з головних глобальних проблем сьогодення. Спектр забруднюючих речовин досить широкий, тому вкрай необхідна розробка сучасних ефективних методик оцінки ступеня забруднення природного середовища. Одним із таких перспективних методів є біотестування, яке засноване на використанні біотестів – живих організмів, виділених в лабораторну культуру. Критерієм токсичності слугує інгібування основних життєвих функцій тест-об'єктів – загибель, зниження темпів росту та розмноження, зміна морфології клітин, зниження активності ферментів тощо.

Суттєвою перевагою даного методу є те, що для здійснення біотестування зазвичай не потрібні великі площі та дороге обладнання, що робить цей метод доступним та зручним.

Дана методика заснована на визначенні смертності та змін плодючості церіодафнії, гідри та риби та у визначенні довжини корінців у цибулі при дії токсичних речовин (пестицидів), що присутні в досліджуваному водному середовищі, в порівнянні з контрольною культурою в пробах, що не містять токсичних речовин.

Короткострокове біотестування (до 96 годин) дозволяє визначити гостру токсичну дію на рибу за їх виживанням. Показником виживання слугує середня кількість тест-об'єктів, що вижили в тестованій воді чи в контролі. Критерієм токсичності є загибель 50% і більше риби за період до 96 годин в тестованій воді порівняно з контролем.

Під час дослідження було приготовано серію розчинів імідаклоприду з концентрацією від 0.02 до 0.04 мг/дм³

Встановлено, що найменш стійкою до дії пестициду виявилась гідра, що при збільшенні концентрації імідаклоприду до 0,04 мг/дм³ показала відсоток виживання 58%;

Найвищу стійкість показали риби, за рахунок того, що їхній організм є складнішим, ніж у інших представників експерименту;

При найвищій концентрації 0,04 мг/дм³ тест-об'єкти показали такий відсоток виживання: церіодафія – 80%, гідра – 58%, риби – 90%. Отже, при таких концентраціях інсектициду можливе виживання тваринних організмів.

УДК 676.164.4

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ХЕЛАТУЮЧОЇ ОБРОБКИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИБІЛЮВАННЯ ЦЕЛЮЛОЗИ ПЕРОКСИДОМ ВОДНЮ

аспірантка Нагорна Ю. М., к.х.н. Барбаш В. А
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний університет»

Однією із проблем сучасної целюлозно-паперової промисловості залишається розробка екологічно чистих технологій вибілювання целюлози, оскільки, як відомо, використання для вибілювання целюлози молекулярного хлору супроводжується утворенням високотоксичних хлорорганічних сполук: хлорфенолів, діоксинів, фуранів [1]. Загальною тенденцією розвитку технологій вибілювання целюлози є розробка методів вибілювання без використання молекулярного хлору або повністю без хлормістких реагентів. Із літературних джерел відомо, що ефективну делігніфікацію неவிбілених волокнистих напівфабрикатів на перших стадіях вибілювання забезпечує пероксид водню [2, 3]. Слід також відмітити, що ефективність вибілюючої дії пероксиду водню значно підвищується при використанні хелатуючих реагентів (комплексоутворювачів), що зв'язують катіони перехідних металів (в основному Fe^{3+} , Mn^{2+} , Cu^{2+}) і тим самим, зменшують вміст мінеральних речовин у целюлозі. Тому у роботі досліджено вплив попередньої дії хелатуючого реагенту на вміст мінеральних речовин та якість вибілювання целюлози, одержаної натронним способом делігніфікації волокон льону. В якості хелатуючого реагенту використовували трилон Б, який суттєво підвищує ефективність пероксидного вибілювання у порівнянні з іншими хелатуючими реагентами, що було встановлено у попередніх дослідженнях [4].

У роботі використано лляну целюлозу після натронного варіння з наступними показниками якості: вміст залишкового лігніну – 1,54 %, вміст золи – 0,46 %, вміст сульфатної золи 0,57 % від маси абсолютно сухої сировини (а.с.с.). Хелатуючу обробку трилоном Б проводили за температури 50 °С, концентрації целюлозної маси 4 % впродовж 1 год за витрат трилону Б

від 0,2 до 20 % від а.с.с. за рН =3. Пероксидне вибілювання проводили у дві стадії: з витратою пероксиду водню 5 % на першій стадії від маси а.с.с. та різною витратою пероксиду водню на другій стадії, за температури 85 °С, концентрації целюлозної маси 10 % з додаванням в масу для необхідного створення рН гідроксиду натрію з витратою 2 % від маси а.с.с. впродовж години. Результати досліджень наведено у таблиці.

Таблиця - Вплив витрат трилону Б на показники ефективності вибілювання целюлози перексидом водню, %

Хелатуюча обробка			Пероксидне вибілювання			
Витрати трилону Б	Вміст сульфатної золи	Зольність	Витрати H_2O_2 на другій стадії	Вміст сульфатної золи	Зольність	Вміст лігніну
0,2	0,47	0,33	8	0,52	0,38	0,15
2	0,38	0,29	8	0,41	0,32	0,14
6	0,33	0,25	8	0,35	0,30	0,14
10	0,30	0,23	7	0,37	0,28	0,17
20	0,19	0,15	6	0,29	0,23	0,19

Як видно із даних таблиці, збільшення витрат трилону Б на стадії хелатування лляної целюлози призводить до закономірного зменшення вмісту сульфатної золи і мінеральних речовин у лляній целюлозі.

Використана література:

1. Непенин Н. Н. Технология целлюлозы: в 3 т. / Н. Н. Непенин, Ю. Н. Непенин. – М.: Экология, 1994. Т. 3: Очистка, сушка и отбелка целлюлозы. Прочие способы производства целлюлозы. – 1994. – 592 с.
2. Pazukhin, G. A.. Reagents for pulp bleaching. St. Petersburg, 2002.–110 с.
3. Li Z., Court R., Velliveau M., Crowell M., Murphy R., Gibson A., Wajer M., Ni Y. Using magnesium hydroxide as the alkali source in peroxide bleaching at Irving. / Pulp & Paper Canada, 2005, - № 6, 24-27.
4. Barbash, V. A. Nagorna Y. M. Effect of pretreatment flax fibers for performance cellulose. / Eastern European journal of advanced technologies, 2012, 4/6 (70), 4-8.

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СТУПЕНЯ МЛИВА МАКУЛАТУРИ

Утченко Р.Є., Сидорук С.В. – спеціалісти; Плосконос В.Г., к.т.н., доцент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут

Метою даного етапу роботи було проведення експериментальних досліджень для вироблення рекомендацій стосовно оптимального ступеня млива макулатури в процесі дослідження впливу ступеня модифікації кукурудзяного клею на комплекс міцностних характеристик готової продукції.

Як відомо [1], макулатура в Україні традиційно є основною волокнистою сировиною у виробництві картонно-паперової продукції. Разом з тим, спеціалісти звертають увагу на те, що в той же час значно змінився композиційний склад макулатури, як в цілому, так і за окремими її марками. Цей фактор безсумнівно впливає на якість готової продукції, а також на ефективність роботи технологічного обладнання, що задіяне в процесі приготування макулатурної маси, а, в кінцевому випадку, на собівартість продукції та економічні показники роботи підприємства в цілому.

Окремо необхідно виділити проблему циклічності використання макулатури. Під циклічністю слід розуміти неодноразове використання макулатури в процесі виробництва картонно-паперової продукції. Ця проблема є прихованою, оскільки нині неможливо визначити кількість виробничих циклів, в яких макулатура використовувалася, тобто скільки разів макулатурні волокна піддавалися розпусканню, розмелюванню, сушінню і так далі.

Відомо що фізико-механічні показники паперового (картонного) полотна, виготовленого із макулатури значно нижчі, ніж під час використання первинного волокна. Як показують літературні джерела [1,2] та наукові дослідження основними причинами, що знижують якісні показники вторинних волокон є їх ороговіння та руйнування капілярів волокна в процесі багаторазових циклів його оброблення. Особливий вплив мають процеси сушіння та природного старіння целюлозних волокон, а також несприятливий фракційний склад макулатурної маси, що, в свою чергу, залежить від технології виготовлення тих видів паперу, що увійшли до складу макулатури.

В зв'язку з вищевказаними причинами, були проведені науково-пошукові дослідження, мета яких – визначитися з показниками ступеня млива

макулатурної маси, за яких можливо досягти оптимальних значень міцностних характеристик зразків паперу.

Разом з тим, аналіз отриманих результатів випробувань показують, що відслідкувати закономірності впливу градуса млива маси на міцностні характеристики зразків паперу неможливо, тому що в процесі експериментальних досліджень не вдалося втримати масу 1 м^2 (і, відповідно, товщину відливок) на заданому рівні: маса 1 м^2 коливається в межах від 64,03 до 79,94 г.

В зв'язку з цим, було прийнято рішення на базі отриманих експериментальних даних розробити математичні залежності, а потім визначити оптимальний ступінь млива, зафіксувавши значення плинних факторів на заданих рівнях.

1. Математична модель за показником розривної довжини має такий вигляд:

$$Y_1 = 2449 + 5,36 \cdot 10^{-1} \cdot \cos^2(X_2) \cdot X_3 + 2,85 \cdot 10^4 \cdot \sin^2(X_2) \cdot \sin(X_3) \cdot \cos(X_2) - 3,40 \cdot 10^2 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos^3(X_3) \quad (1)$$

2. Математична модель за показником ч.п.п. має такий вигляд:

$$Y_2 = -12,05 + 2,14 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(X_2) \cdot X_3^3 - 23,4 \cdot \sin^2(X_1) \cdot \cos(X_1) \cdot \cos(X_3) \quad (2)$$

3. Математична модель за показником опору роздирання має такий вигляд:

$$Y_3 = 296,9 + 5,91 \cdot X_3 - 1,81 \cdot 10^{-2} \cdot \sin^3(X_1) \cdot \sin(X_3) + 1,88 \cdot 10^2 \cdot X_2^2 \cdot \sin^2(X_3) \quad (3)$$

Графіки побудовані за результатами математичної моделі відображають залежність розривної довжини, числа подвійних перегинів та опору роздиранню від ступеня млива макулатурної маси.



Таким чином, в результаті використання математичних залежностей вдалося визначити оптимальний ступінь млива, який зафіксовано на рівні: 40-45 °ШР.

Використана література:

1. Марцева Т. Восстановленная бумага: проблемы и пути решения. – Макулатура. – № 2. – 2009. – с. 12 – 19.
2. Примаков С. П., Барбаш В. А. Технологія паперу і картону: навчальний посібник для ВУЗів. - Кит: ЕКМО. - 2008. - 425 с.

УДК 676.2.024.74.044

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТУПЕНЯ МОДИФІКАЦІЇ КУКУРУДЗЯНОГО КЛЕЮ НА КОМПЛЕКС МІЦНОСТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОДУКЦІЇ

Утченко Р.Є., Сидорук С.В. – спеціалісти; Плосконос В.Г., к.т.н., доцент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Метою даної науково-дослідної роботи було визначення впливу ступеня модифікації кукурудзяного клею на комплекс міцностних характеристик картонно-паперової продукції.

Як відомо [1], що комплекс фізико-механічних показників паперового (картонного) полотна, виготовленого із макулатури значно нижчий, ніж під час використання первинного волокна. З метою їх підвищення були проведені науково-пошукові дослідження, мета яких - визначитися з впливом ступеня модифікації кукурудзяного крохмального клею на комплекс міцностних характеристик картонно-паперової продукції.

Для дослідження виготовляли відливки паперу для гофрування з витратою приготованого модифікованого крохмального клею 0,8-1,5-1,8% та різним ступенем модифікації (0,037-0,043-0,050). Виготовлені відливки піддавалися фізико-механічним випробуванням з метою визначення впливу дози крохмального клею та ступеня модифікації на міцностні показники паперу. Отримані дані представлені в табл.1.

Таблиця 1

Найменування показників	Без прокле- ювання	Кані- фольне	Ступінь модифікації, %			
			(немоди- фікова- ний)	0,037	0,043	0,050
Витрата клею – 0,8%						
Маса паперу площею 1м ² , г	74	72	84	84	81	82
Товщина, мм	0,120	0,114	0,149	0,138	0,136	0,137
Розривна довжина, м	4124	4187	3606	4234	4499	4382
Міцність на злом під час багаторазових перегинів, ч.п.п.	31	21	53	68	65	60
Опір роздиранню, мН	680	680	810	810	810	967
Витрата клею – 1,3%						
Маса паперу площею 1м ² , г	-	78	70	61	70	73
Товщина, мм	-	0,145	0,130	0,121	0,130	0,138
Розривна довжина, м	-	6622	4781	4881	4662	5761
Міцність на злом під час багаторазових перегинів, ч.п.п.	-	82	23	110	22	59
Опір роздиранню, мН	-	745	706	549	652	730

Продовження таблиці 1

Витрата клею – 1,8%						
Маса паперу площею 1м ² , г	-	71	70	72	70	69
Товщина, мм	-	0,132	0,120	0,123	0,130	0,120
Розривна довжина, м	-	5050	4244	4888	5043	5354
Міцність на злом під час багаторазових перегинів, ч.п.п.	-	68	24	36	21	47
Опір роздиранню, мН	-	838	862	809	760	862

Разом з тим, аналіз отриманих результатів випробувань показують, що відслідкувати закономірності впливу ступеня модифікації клею на міцнісні характеристики зразків паперу неможливо, тому що в процесі експериментальних досліджень не вдалося втримати масу 1 м² (і, відповідно, товщину відливок) на заданому рівні: маса 1 м² коливається в межах від 61 до 84 г.

В зв'язку з цим, було прийнято рішення на базі отриманих експериментальних даних розробити математичні залежності, а потім визначитися з впливом ступеня модифікації клею на міцнісні характеристики зразків паперу, зафіксувавши значення плинних факторів на заданих рівнях.

1. Математична модель за показником розривної довжини має такий вигляд:

$$Y_1 = 15876,5 + 1,29 \cdot 10^6 \cdot X_2 \cdot \sin(X_2) \cdot \sin^2(X_5) - 2,51 \cdot 10^5 \cdot \sin(X_2) \cdot \cos^2(X_4) \cdot \sin(X_5) - 1,53 \cdot 10^4 \cdot \sin(X_1) \cdot X_2^3 - 2,04 \cdot 10^4 \cdot \sin^2(X_1) \cdot X_2^2 + 1,49 \cdot 10^{-1} \cdot X_1^2 \cdot \sin(X_5) \cdot \cos(X_2) - 1,25 \cdot 10^4 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos(X_1) \cdot \sin(X_4) \cdot \sin(X_5) \quad (1)$$

2. Математична модель за показником ч.п.п. має такий вигляд:

$$Y_2 = 7180,68 - 7,36 \cdot \lg(X_1) \cdot \lg(X_3) \cdot \sin^2(X_5) - 7,23 \cdot 10^3 \cdot \cos(X_2) \cdot \cos(X_4) - 1,50 \cdot 10^1 \cdot \sin^3(X_1) \cdot X_3 + 6,35 \cdot 10^{-3} \cdot X_1^2 \cdot \cos(X_2) \cdot \sin(X_5) - 1,01 \cdot X_1 \cdot \lg(X_1) \cdot \cos(X_2) \cdot X_4 \quad (2)$$

3. Математична модель за показником опору роздирання має такий вигляд:

$$Y_3 = -283,14 + 1,48 \cdot 10^1 \cdot X_1 \cdot \cos^2(X_2) - 2,42 \cdot 10^2 \cdot \cos(X_3) \cdot X_5^2 \cdot \cos(X_5) + 8,89 \cdot 10^{-1} \cdot X_1 \cdot \cos^3(X_1) + 5,23 \cdot 10^3 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos(X_1) \cdot X_4 - 1,09 \cdot 10^3 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos(X_1) \cdot X_5 \cdot \sin(X_4) \quad (3)$$

Таким чином, в результаті використання математичних залежностей вдалося встановити залежність впливу модифікації крохмального кукурудзяного клею на міцнісні властивості відливок паперу з відносними похибками, що не перевищують 6,83 %.

Використана література:

1. Марцева Т. Восстановленная бумага: проблемы и пути решения. – Макулатура. – № 2. – 2009. – с. 12 – 19.
2. Примаков С. П., Барбаш В. А. Технологія паперу і картону: навчальний посібник для ВУЗів. - Кит: ЕКМО. - 2008. - 425 с.

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

студент Шишкіна С.О., к.т.н. Трембус І.В., к.х.н. Барбаш В.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

У наш час практично у всіх сферах промисловості і побуті широко використовується целюлозно-паперова продукція, що зумовлює сталий розвиток світової целюлозно-паперової промисловості (ЦПП). В даний час целюлозу одержують різними способами делігніфікації з деревини та недеревної рослинної сировини і шляхи її застосування дуже різноманітні. Целюлозу в комплексі з іншими волокнистими матеріалами (деревна маса і макулатура) використовують для виробництва паперу і картону. Після певної хімічної обробки (вибілювання та облагородження) целюлози на її основі виготовляють найрізноманітніші вироби - целофан, пластичні матеріали, віскозне та ацетатне волокна [1].

Крім того, в останні роки виникає потреба в більш міцному і жорсткому матеріалі одержаному, на основі целюлози. З літературних джерел відомо [1], що такі властивості має наноцелюлоза. Наноцеллюлоза має схожість зі звичайною целюлозою, але перевершує її за своїми універсальними якостями. Вона складається з набору нанорозмірних волокон целюлози з досить високим відношенням довжини до ширини. Ширина такого волокна коливається в межах від 5 до 20 нм, а позовжній розмір - від 10 нм до декількох мікрон [1].

Відомо [1, 2], що наноцелюлозу отримують з хвойних і листяних порід деревини, руйнуванням волокон целюлози до нанофібрил, які приблизно в тисячу разів менші, ніж самі волокна, внаслідок чого отримують тривимірну сітку нерозгалужених довгих ниток молекул целюлози, які утримуються за допомогою водневих зв'язків. Водневі зв'язки між молекулами целюлози є достатньо міцними, щоб надати міцність і жорсткість нанокристам целюлози.

З цих нанофібрил формуються секції, в яких молекули впорядковані, а целюлозні ланцюжки розташовані паралельно один одному. У деяких з цих областей з'являються поодинокі нанофібрили, відокремлені аморфною областю. Такі індивідуальні нанокристали легко видаляються шляхом розчинення аморфних областей за допомогою сильних кислот [3].

Наноцелюлоза знаходиться в центрі промислового і наукового інтересу та розглядається як новий біоматеріал. Потенційні сфери застосування варіюють від створення нових видів комерційно корисних матеріалів та використання в медицині до використання в харчовій і фармацевтичній промисловості.

Тому питання одержання наноцелюлози, як з деревної целюлози, так і з однорічних рослин і відходів сільського господарства, є важливою науково-технічною задачею для целюлозно-паперової галузі.

Перелік посилань:

1. Атаханов А.А., Саримсаков А.А., Рашидова С.Ш. Наноцелюлоза: отримання, властивості і області використання // Хімія і хімічні технології. 2009. - №2. - С. 32-41.
2. Казакова Е.Г. Новий спосіб отримання мікрокристалічної целюлози / Е.Г. Казакова, В.А. Демин // Журнал прикладної хімії. 2009. - Т. 82. - № 3. - С. 502-505.
3. Коваленко В. И. Кристаллическая целлюлоза: структура и водородные связи // Успехи химии. 2010. - Т. 79. - №3. - С. 261-272.

Зміст

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ МАСТИЛА

Бояркін О.О., Степанюк А. Р. 4

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ СЕЛЕКТИВНОЇ ОЧИСТКИ ТУРБІННОГО МАСТИЛА З РОЗРОБКОЮ ТЕПЛООБМІННИКА

Вислогузова Я. М., Степанюк А.Р. 6

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА

Андреев І.А., Мікульонок І.О., Перепеличний О. В. 8

НОВА КОНСТРУКЦІЯ КАЛІБРАТОРА ДВОШАРОВОЇ ГОФРОВАНОЇ ТРУБИ

Двойнос Я. Г., Подиман Г. С. 10

МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ В ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ЕТИЛОВОГО СПИРТУ

Поленок Р.В., Степанюк А.Р. 12

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА ДРУГОЇ СТУПЕНІ КОМПРЕСІЇ CO₂ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА КАРБАМІДУ НА ПАТ«АЗОТ»

Полозов В.В., Степанюк А.Р. 14

РОЗРАХУНОК РЕГЕНЕРАТОРА БАРАБАННОЇ СУШАРКИ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЮ

Двойнос Я. Г., Рудницький Є. А. 16

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ ЗДЕГАЗОВАНОЇ НАФТИ НОВОТРОЇЦЬКОГО ГАЗОНАФТОВОГО РОДОВИЩА

Тишко Ю.А. 18

МОДЕРНІЗАЦІЯ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ В СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА МІДНОГО КУПОРОСУ	
Турко С.О., Степанюк А.Р.	19
МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА В ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ЕТИЛОВОГО СПИРТУ	
Фурс О.В., Степанюк А.Р.	21
УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОЖУХОТРУБНОГО ВИПАРНИКА	
Андрєєв І.А., Мікульонок І.О., Ящук В.О.	23
МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ КАТАЛІТИЧНОГО КРЕКІНГУ	
Ардиковський О.В., Степанюк А.Р.	25
МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ	
Беца А.М., Андрєєв І.А.	27
ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОЛІМЕРНОЇ РУКАВНОЇ ПЛІВКИ	
Бонкало Р.К., Швед М.П.	29
МОДЕРНІЗАЦІЯ БЛОКУ ОЧИСТКИ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ	
Василько О.С., І.А.Андрєєв	31
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСА ДЛЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІМЕРНИХ ТРУБ	
Дейсан А.Є., Швед М.П.	33
МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВИХ ДРІЖДЖІВ	
Єлманов С.Д., Зубрій О.Г.	35
РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА В СХЕМІ ОТРИМАННЯ ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ	
Коваль О.С., Гулієнко С.В.	37
ЛІНІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕТИЛОВОГО СПИРТУ З РОЗРОБКОЮ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ, КОНДЕНСАТОРА ТА ХОЛОДИЛЬНИКА	
Кротенко К.С., Гайдай С.С.	39
МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕАКТОРА УСТАНОВКИ КАТАЛІТИЧНОГО РИФОРМІНГУ	
Лагодюк В.В., Степанюк А.Р.	41
АБСОРБЕР ПРОДУКТІВ ОРГАНІЧНОГО СИНТЕЗУ	
Крошко В.В., Гулієнко С.В.	43
МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ФЕНОЛУ ТА АЦЕТОНУ ЧЕРЕЗ ГІДРОПЕРОКСИД ІЗОПРОПІЛБЕНЗОЛУ (З ОКИСЛЕННЯМ КУМОЛУ В ЕМУЛЬСІЇ)	
Мартюк С.В., Гулієнко С.В.	45
ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИРОБНИЦТВА ПРОФІЛЬНО-	

ПОГОНАЖНИХ ВИРОБІВ МЕТОДОМ ЕКСТРУЗІЇ	
Онищенко О.А., Швед М.П.	47
МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ	
Піскун Є.В., Зубрій О.Г.	49
АБСОРБЕР ОЧИЩЕННЯ КОНВЕРТОВАНОГО ГАЗУ ВІД CO ₂	
Рязанцев Є.В., Гулієнко С.В.	51
МОДЕРНІЗАЦІЯ АПАРАТІВ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА СУХИХ ДРІЖДЖІВ	
Святов В.В., Зубрій О.Г.	53
МОДЕРНІЗАЦІЯ РАСТРУБЛЮЮЧОГО ПРИСТРОЮ	
Двойнос Я. Г., Сеген Я.К.	55
МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ГАЗОФРАКЦІОНУВАННЯ З РОЗРОБКОЮ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ, ПАРОГЕНЕРАТОРА І ХОЛОДИЛЬНИКА	
Сорока М.А., Степанюк А.Р.	57
МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕТИЛОВОГО СПИРТУ	
Двойнос Я. Г., Степанович А. М.	59
РЕАКТОР ГІДРООЧИЩЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА	
Маруненко Н.О., Гулієнко С.В.	61
МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ТЕПЛООБМІННИКА СХЕМИ СІРКОКИСЛОТНОГО АЛКІЛЮВАННЯ	
Юрченко О.І., Степанюк А.Р.	63
УСТАНОВКА ГАЗОФРАКЦІОНУВАННЯ З РОЗРОБКОЮ АБСОРБЕРА, ТЕПЛООБМІННИКА І КОНДЕНСАТОРА	
Янда І.В., Степанюк А.Р.	65

СЕКЦІЯ 2

«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ БІОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

МОДЕРНІЗАЦІЯ ФЕРМЕНТЕРА ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВИХ ДРІЖДЖІВ	
Буренко Д.Г., Зубрій О.Г.	68
ФЕРМЕНТЕР ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВИХ ДРІЖДЖІВ	
Буренко Д. Г., Зубрій О.Г.	70
ФЕРМЕНТЕР ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ	

Бушма Я. Ю., Зубрій О. Г. ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В КОЖУХОТРУБНОМУ ТЕПЛООБМІННИКУ НА ЛІНІЇ РЕКТИФІКАЦІЇ ФУРФУРОЛЬНОГО КОНДЕНСАТУ	72
Гридякін О.С., Дуда Б.І. АБСОРБЕР ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ БІОГАЗУ ВІД ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ	74
Кеба О.В., Гулієнко С.В. ПАРОГЕНЕРАТОР ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА СПИРТУ З ЕЛЕМЕНТАМИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ	76
Кот Р.О., Дахненко В.Л. ВИПАРНИЙ АПАРАТ ДЛЯ КОНЦЕНТРУВАННЯ РОЗЧИНУ ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ	78
Мурзак М.С., Гулієнко С.В. МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА СПИРТУ ІЗ РОЗРОБКОЮ КОНДЕНСАТОРА	80
Одарчук В. В., Дахненко В. Л. РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ	82
Пашенько М.А., Гулієнко С.В. ПЛАСТИНЧАСТИЙ ТЕПЛООБМІННИК	84
Столітня Н. В., Гулієнко С. В., ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В ХОЛОДИЛЬНИКУ НА ЛІНІЇ РЕКТИФІКАЦІЇ ФУРФУРОЛЬНОГО КОНДЕНСАТУ	86
Усенко О.В., Дуда Б.І. РОЗРОБКА ХОЛОДИЛЬНИКА УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА СПИРТУ	88
Шеляг А.В., Дахненко В.Л.	90

СЕКЦІЯ 3

«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»

РАДІАЛЬНІ УЩІЛЬНЕННЯ ВАЛІВ ПАПЕРОРОБНИХ МАШИН Візерський Д.С., Новохат О.А.	93
--	----

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРЕСОВОЇ ЧАСТИНИ КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ

Зайцев С.В, Гузь К.М.	95
Вибір оптимального типу першого преса картоноробної машини	
Мельник О.П., Диба В.В.	97
АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ СУШІННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА	
Карпенко К.О., Новохат О.А.	98
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ У КОНСТРУЮВАННІ ЛОЩИЛЬНИХ ЦИЛІНДРІВ	
Колобашкін Л.В., Семінський О.О.	100
КОНСТРУКЦІЯ НАКАТУ КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ	
Кравець Н. В., ст.викл.Новохат О. А.	102
МЕТОДИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ПАПЕРУ БЕЗКОНТАКТНИМ ШЛЯХОМ	
Пархоменко А.А., Білокриницький В.П., Новохат О.А.	104
МОДЕРНІЗАЦІЯ ВІДСМОКТУЮЧОГО ВАЛА ПОВОРотноГО ПРЕСУ	
Процак А.С., Мельник О.П.	106
ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ КАЛАНДРУВАННЯ	
Сметанюк І.С.; Новохат О.А.	108
НАКАТ СУЧАСНИХ БДМ	
Терещенко В.О., Зайцев С. В.	110

СЕКЦІЯ 4 «ТЕОРЕТИНЧА МЕХАНІКА»

ДОДАТКОВІ ДИНАМІЧНІ РЕАКЦІЇ	
Бобела С.О., Штефан Н.І.	113
МЕХАНІКА ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ	
Іваненко М.С., Штефан Н.І.	115
ДЕЯКІ АСПЕКТИ З РОЗВИТКУ МЕХАНІКИ	
Лещенко О.А., Штефан Н.І.	116
«ПРИХОВАНІ» РУХИ	
Маргарян А.А., Штефан Н.І.	117
РІВНЯННЯ РУХУ ТІЛА ЗМІННОЇ МАСИ	
Мельник А.С., Штефан Н.І.	119

ПРИНЦИП ЕЙЛЕРА-ЛАГРАНЖА

Перепелиця Д.О., Штефан Н.І. 120

УМОВА НЕВАГОМОСТІ ПІД ЧАС РУХУ ОБ'ЄКТА

Пищик Б.І., Штефан Н.І. 122

ВЕРХНЯ І НИЖНЯ МАЯТНИКОВІСТЬ ТІЛ

Пінчук А.Є., Штефан Н.І. 123

СЕКЦІЯ 5

«ФІЗИКА»

КОНДЕНСАТ БОЗЕ-ЕЙНШТЕЙНА

Кобенко Т.А., ст.викл.Печерська Т.В. 125

ПРЕФІКС «НАНО»: З 20 СТОЛІТТЯ ДО СЬОГОДЕННЯ

Ковба А. М., Печерська Т. В. 127

ЖИТТЯ ТА НАУКОВІ ДОСЯГНЕННЯ АНАТОЛІЯ МИХАЙЛОВИЧА

САМОЙЛЕНКА

Ковба А. М., Листопадова В. В. 129

ОПТИЧНИЙ ПІНЦЕТ

Михалишина Т.С., Печерська Т.В. 131

ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИЙ ЕФЕКТ

Шаран О.Ю., Печерська Т.В. 133

СЕКЦІЯ 6

«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

РОЗРОБКА МЕТОДІВ КОНЦЕНТРУВАННЯ ФЕНОЛІВ ДЛЯ ЇХ

ВИЗНАЧЕННЯ В ПРИРОДНИХ ВОДАХ

Овсянкіна В.О., Коробко А.Д. 136

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ БІОТЕСТУВАННЯ ДЛЯ

ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ІНСЕКТИЦИДІВ У ВОДАХ СІЛЬСЬКОГО

ГОСПОДАРСТВА

Овсянкіна В.О., Спільна В.Г. 137

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ХЕЛАТУЮЧОЇ ОБРОБКИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИБІЛЮВАННЯ ЦЕЛЮЛОЗИ ПЕРОКСИДОМ ВОДНЮ	
Нагорна Ю. М., Барбаш В. А.	138
ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СТУПЕНЯ МЛИВА МАКУЛАТУРИ	
Утченко Р.Є., Сидорук С.В., Плосконос В.Г.	140
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТУПЕНЯ МОДИФІКАЦІЇ КУКУРУДЗЯНОГО КЛЕЮ НА КОМПЛЕКС МІЦНОСТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОДУКЦІЇ	
Утченко Р.Є., Сидорук С.В., Плосконос В.Г.	142
НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	
Шишкіна С.О., Трембус І.В., Барбаш В.А.	144

**Підписано до друку 10.04.2015 р. Формат 60х90 1/16.
Папір офсетний. Умовн. др. арк. 5,8
Друк різнограф. Тираж 200 прим. Зам. № 1004/02.**

**Підприємство Підприємство «УВОІ «Допомога» УСІ»
Свідоцтво про державну реєстрацію №31245580
03056, м. Київ, пров. Політехнічний, 6, корп. 5 (КП)
Тел.: 277-80-08.**