

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

Інженерно-хімічний факультет



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

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

18-19 квітня
Київ 2016

УДК 66

ББК 35.11-5я43

О 16

Збірник тез доповідей XVIII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв підприємств будівельних матеріалів" (12-20 квітня 2016р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 132 с

Збірник тез доповідей XVIII 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. Андреев 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 № 12 від
від 13 квітня 2016 р.

Посвідчення Українського інституту науково-технічної і економічної
інформації (УкрІНТЕІ) № 605 від 11.11.2015 р.

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

УДК 661.746.2

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНОЇ КИСЛОТИ

студент Бушма Я.Ю., к.т.н, доцент Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Молочну кислоту широко використовують у хімічній (отримання пластмас, барвників, чорнила, лаків), фармацевтичній і харчовій промисловості.[1].

На субстратах, що містять вуглеводи, багато чисельні молочнокислі бактерії продукують молочну кислоту $\text{CH}_3\text{-CHON-COOH}$. Найчастіше вони зустрічаються в молочних продуктах, на їх діяльності ґрунтується отримання кисляку, сметани та інших кисломолочних продуктів. Молчнокислі бактерії знаходяться і на зерні, тому житній хліб можна отримати після природного бродіння тіста. У промисловості молочну кислоту отримують, використовуючи *Bacterium delbrückii* (синонім *Lactobacillus delbrückii*), які належать до термофільних бактерій з оптимальною температурою розвитку $45\text{-}50^\circ\text{C}$.

Ферментні системи молочнокислих бактерій перетворюють глюкозу в молочну кислоту згідно рівняння



Спочатку має місце гліколіз, потім пірвіноградна кислота відновлюється під впливом ферменту лактатдегідрогенази. Молочну кислоту в промислових умовах отримують методом анаеробної глибинної ферментації. В якості основної сировини використовують мелясу, сахарозу, гідролізати крохмалю. Концентрація цукру в середовищі $5\text{-}20\%$, температура $48\text{-}50^\circ\text{C}$, рН $6,3\text{-}6,5$. Під час ферментації рН середовища підтримують за допомогою крейди, яку додають 3-4 рази на добу.

На процес молочнокислого бродіння позитивний вплив надають біологічно активні речовини. З цією метою до середовища додають витяжку солодових паростків. Тривалість ферментації 7-11 діб.

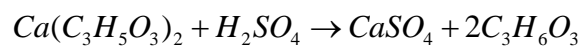
По закінченні ферментації в середовищі залишається $0,5\text{-}0,1\%$ цукру і $11\text{-}14\%$ лактату кальцію. Осад крейди і колоїди відділяють фільтрацією або відстоюванням при $80\text{-}90^\circ\text{C}$. Фільтрат упарюють до концентрації $27\text{-}30\%$, потім охолоджують до $25\text{-}30^\circ\text{C}$ і витримують в кристалізаторах 36-48 годин. Кристали лактату відцентрифугують (вихід їх становить $50\text{-}55\%$). Реалізуючи

кристалізацію зі слабких розчинів, вдається збільшити вихід кристалів до 95%. Останнім часом розроблені прийоми безперервної кристалізації лактату.



Рисунок 1 - Схема утворення молочної кислоти

Молочну кислоту з лактату отримують за допомогою сірчаної кислоти. Реакція йде при 60-70° С відповідно до рівняння



Для відділення іонів заліза сирець молочної кислоти при температурі 65° С обробляють жовтою кров'яною сіллю (випадає берлінська лазур). Важкі метали осаджують сульфатом натрію.

Для адсорбції фарбувальних речовин використовують активоване вугілля і потім проводять концентрування маси до 50% або 80% у вакуум-апаратах при тиску 800-920 кПа. Молочну кислоту додатково обробляють и ще раз активованим вугіллям, фільтрують і фасують.

Метою проекту є модернізація установки виробництва молочної кислоти з розробкою апаратів ферментера, центрифуги сушарки.

Перелік посилань:

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

УДК 665.738

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ОТРИМАННЯ СИРОГО БЕНЗОЛУ З РОЗРОБКОЮ ДИСТИЛЯЦІЙНОЇ КОЛОНИ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Бензол — безбарвна рідина зі своєрідним запахом. Бензол є важливою сировиною для хімічної промисловості. Великі кількості його йдуть для одержання нітробензену [1]. Тому модернізація лінії отримання сирого бензолу є актуальною темою.

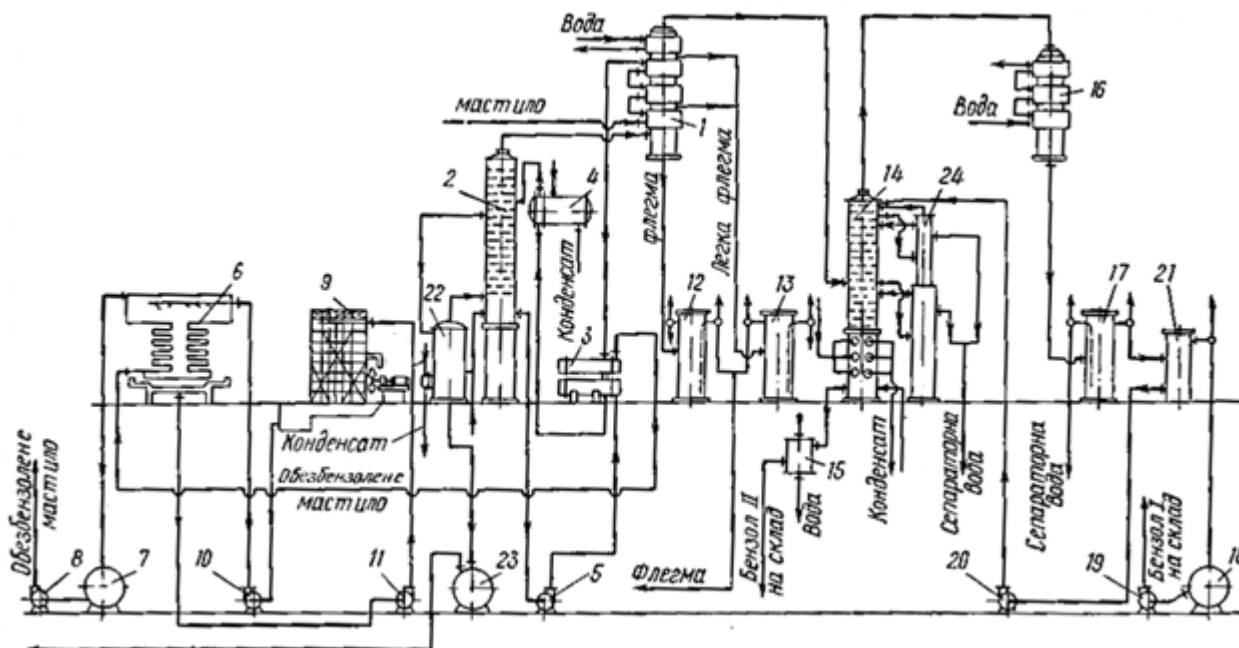
На рисунку 1 зображено технологічну схему лінії отримання сирого бензолу [2]. В дефлегматорі 1, насичене бензольними вуглеводнями масло нагрівається парами, що відходять з дистиляційної колони 2. Верхня трубочка дефлегматора охолоджується технічною водою.

Після дефлегматора масло поступає в теплообмінник 3, де підігрівається стікаючим з колони маслом і далі підігрівається глухою парою в паровому підігрівачі 4.

З парового підігрівача масло поступає в дистиляційну колону 2, в якій з допомогою гострої пари, що подається в її нижню частину, відганяються бензольні вуглеводні, а також частина води.

З нижньої частини колони масло відкачується насосом 5 в теплообмінник 3, де воно віддає частину тепла маслу, що поступає з дефлегматора.

Кінцеве охолодження знебензоленого масла відбувається в зрошувальному холодильнику 6, після чого воно поступає в збірник 7 і далі насосами подається на скрубери.



- 1, 16 – дефлегматор; 2 – дистиляційна колона; 3 – теплообмінник; 4 – паровий нагрівач; 5, 8, 10, 11, - насос; 6 – зрошувальний охолоджувач; 7, 18, 23 – збірник; 9 – конденсатор; 12, 13, 17, 21 – сепаратор; 14 – розділова колона; 15 – холодильник; 22 – випарник; 24 – додаткова колона.

Рисунок.1 – Технологічна схема отримання сирого бензолу

Метою роботи є модернізація дистиляційної колони на лінії отримання сирого бензолу.

Перелік посилань:

1. http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=665 від 14.04.2016 р.
2. Расчеты аппаратуры для улавливания химических продуктов коксования. Коробчанский И. Е., Кузнецов М. Д. Изд-во «Металлургия», 1972, 2-е изд.

УДК 66.045

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ІЗОЛЯЦІЇ НА КАБЕЛІ

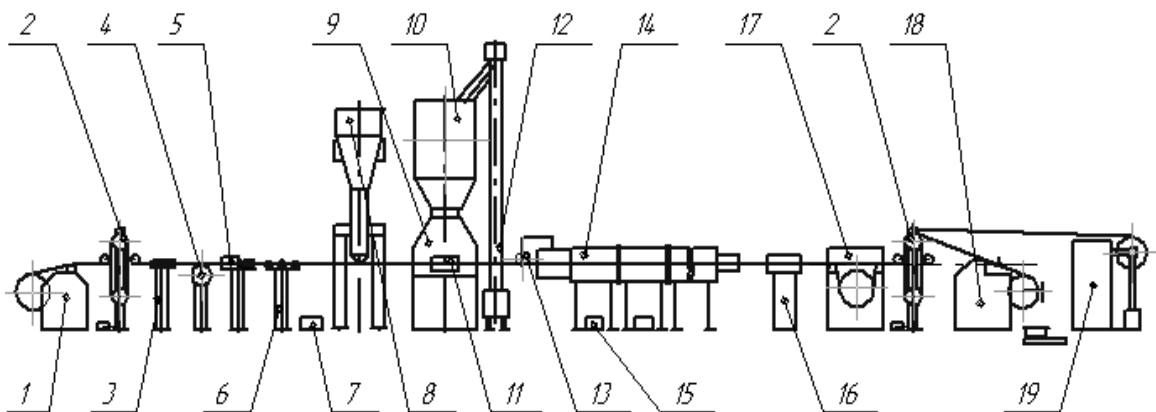
студентка Гумінська А.О., доц., к.т.н. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Існує багато методів переробки полімерів, вибір яких у кожному конкретному випадку залежить від виду і властивостей полімеру чи композиції, конструктивних особливостей виробу, умов його експлуатації та інших факторів. Лінія типу ЛЕК-63 для нанесення ізоляції на дроти та кабелі використовується на підприємствах кабельної промисловості. [1].

На рисунку 1 зображено технологічну схему.



1 – пристрій для віддавання; 2 – компенсатор, для управління роботою пристрою для віддавання; 3 – пристрій правильний; 4 – ролик; 5 – пристрій вакуумнасоса; 6 – пристрій для протирання; 7 – установка вакуумнасоса;

8 – прес одночерв'ячний вертикальний; 9 – прес горизонтальний ЧП - 63; 10 – бункер; 11 – головка формувальна; 12 – завантажувальник гранул; 13 – пристрій маркувальний; 14 – система охолодження; 15 – станція теплова; 16 – сушарка; 17 – тяга; 18 – приймальний пристрій; 19 – бухтоприймальний пристрій.

Рисунок 1 - Лінія типу ЛЕК-63 для нанесення ізоляції на дроти та кабелі.

Полімер у вигляді гранул шнековим завантажувальником 12 завантажується в перехідник, який встановлений на бункері. Завантаження гранул здійснюється автоматично.

В завантажувальній зоні пресу полімер захвачується черв'яком. По мірі пересування вздовж корпусу пресу полімер розплавляється, гомогенізується і надходить до головки.

Металічна жила або кабель змотуються з барабану пристрою віддавання 1, вирівнюються роликом в правильному пристрої 3, очищуються від шлаків та бруду і подаються в головку 11. Виріб охолоджується до кімнатної температури в пристрої 14, підсушується в пристрої для сушіння 16.

Натягнення жили (кабелю) по всій довжині лінії створюється за рахунок різниці швидкостей кабеля на барабані пристрою віддавання та колеса тягнучого пристрою.

Готовий виріб намотується на барабан подвійного приймального 18 чи бухтоприймального пристроїв 19.

Перелік посилань:

1. http://globalnauka.com/naukova_ukraina/1360.html від 10.04.2016 р.

УДК 536.27

**МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ АЗОТНОЇ КИСЛОТИ З РОЗРОБКОЮ
ПЛАСТИЧАСТОГО ТЕПЛОБМІННИКА, ВИПАРНИКА ТА
ДЕСОРБЦІЙНОЇ КОЛОНИ**

студент Кот Р.О., ст. викл. Двойнос Я.Г

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Виробництво азотної кислоти АК-72. Азотна кислота за об'ємом виробництва займає серед інших кислот друге місце після сірчаної кислоти [1]. Все зростаючий обсяг виробництва HNO_3 пояснюється величезним значенням азотної кислоти і її солей для народного господарства.

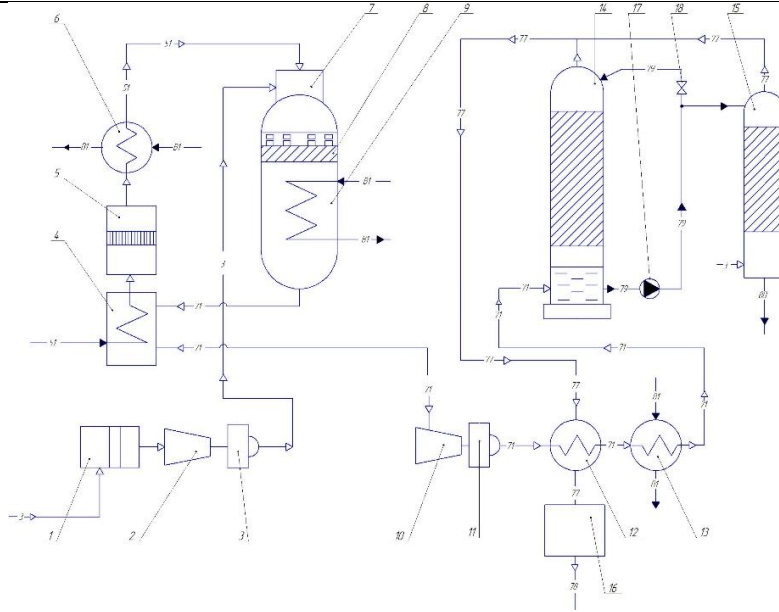
Усі промислові способи отримання азотної кислоти ґрунтуються на контактному окисненні аміаку киснем повітря з подальшою переробкою оксидів азоту в слабку азотну кислоту шляхом поглинання їх водою.

Зараз зростання виробництва відбувається за рахунок вдосконалення і оновлення технології, а також організації випуску азотної кислоти в країнах, що розвиваються.

Технологічна схема виробництва розбавленої азотної кислоти з двома ступенями тиску (комбінована схема) являється найбільш сучасною [2]. В її основу закладено замкнутий енерготехнологічний цикл з двохступінчастою конверсією аміака і охолодженням нітрозних газів (1 стадія) під тиском 0.42 МПа і переробкою нітрозних газів (2 стадія) під тиском 0.108 МПа. В цій схемі забезпечується найбільш оптимальні умови кожної з стадій виробництва – окиснення аміака і переробки нітрозних газів .

Установка використовується для отримання азотної кислоти.

Принципова технологічна схема зображена на Рисунок 1.



1 – фільтр очищення повітря; 2 –повітряний компресор; 3 –рекуперацій на газоватурбіна; 4 –випарник рідкого аміака; 5 –фільтр очищення аміака; 6–підігрівач газоподібного аміака; 7 –змішувальна камера контактного апарата; 8 - контактний апарат; 9 – вмонтований котел - утилізатор; 10- нітрозний компресор; 11 – рекупераційна газова турбіна; 12 – теплообмінник вузла охолодження та кондиціонування нітроз них газів; 13 – конденсатор нітроз них газів; 14 – десорбційна колона; 15 – продув наколона; 16 – система каталітичного очищення вихлопних газів; 17 – насос ; 18 – дросель флегми
Рисунок 1 – Установа виробництва азотної кислоти АК-72

В схемі передбачені:

- випуск продукції у вигляді 60% азотної кислоти ;
- ретельна очистка аміака та повітря ;
- охолодження нітроз них газів з промивкою їх від нітрита і нітрата амонія;
- каталітичне очищення димових газів;
- використання вторинних енергетичних ресурсів (теплоти нітрозних газів для нагріву аміаку).

Перелік посилань:

1. <http://vector-study.ru/library/tehnology/azot-k/method.html> від 21.03.2016.
2. Учебник для ВУЗов по специальности «Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов» /И.И. Поникаров, О.А. Перельгин, М.Г. Гайнуллин. – М.: Машиностроение, 1989. – 368с.

УДК 66.021.2.3.048

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВО О-КСИЛОЛУ

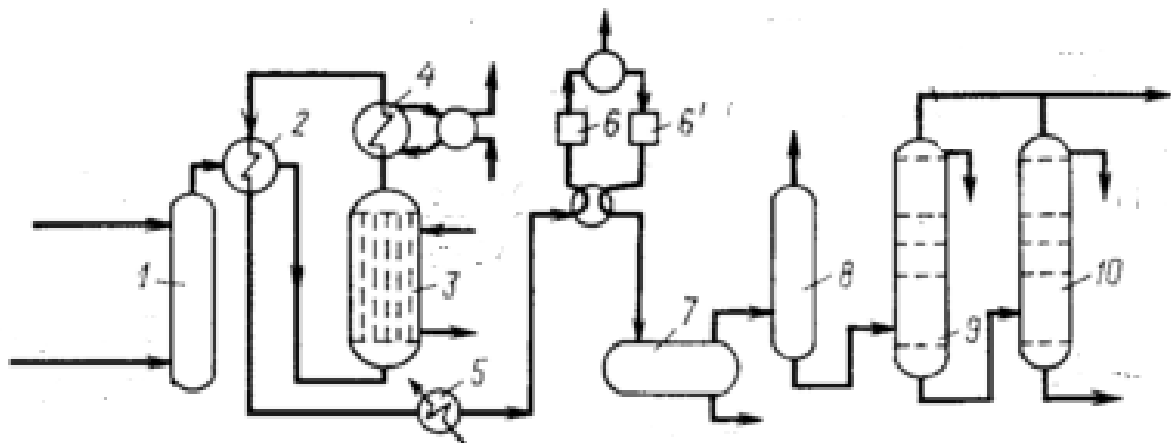
студент Полєнок Р.В., доц., к.т.н. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

О-ксилол – це розчинник який безбарвний та має характерний запах бензолу. Майже не розчиняється в воді та гарно розчиняється в розчинниках як етанол та ацетон .

На рисунку 1 зображено технологічну схему. Повітря очищене та стиснутий подається до випарника 1, куди поступає о-ксилол. Суміш парів, пройшовши теплообмінник 1, надходить в реактор 3 с вертикальним трубами, заповненими каталізатором. Розплав солей відводить тепло. Тепло реакції використовують для отримання пари великого тиску в котлі-утилізатора 4.



1– випарка; 2– теплообмінник; 3– реактор; 4– котел–утилізатора;

5– холодильник; 6 та 6'– конденсатори; 7– конденсатор;

8– колона попередньої очистки; 9 та 10 – вакуумні колони.

Рисунок, 1 – Технологічна схема виробництва о-ксилолу

Після реактора продукти окислення, містять пари фталевого ангідриду, охолоджуються спочатку в котлі-утилизаторі 4, після чого в теплообміннику 2, де тепло використовують для попереднього нагрівання вихідної сировинної суміші, та в кінці охолоджують в холодильнику 5.

Після охолодження продукти реакції проходять через один із двох конденсаторів 6 чи 6', які по черзі перемикаються, сировина конденсується в конденсаторі 7, звідки сировину очищують при атмосферному чи зниженому тиску в колоні попередньої очистки 8 і спрямовують в дві вакуумні колони 9 та 10. В колоні 9 видаляють низькокиплячих суміші, а в колоні 10 висококиплячих домішок. [1].

Метою роботи є модернізація установки виробництва о-ксилолу з розробкою реактора та теплообмінника.

Перелік посилань:

1. <http://chem21.info/info> від 30.03.2016 р.

УДК 665.738

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА СИРОГО БЕНЗОЛУ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

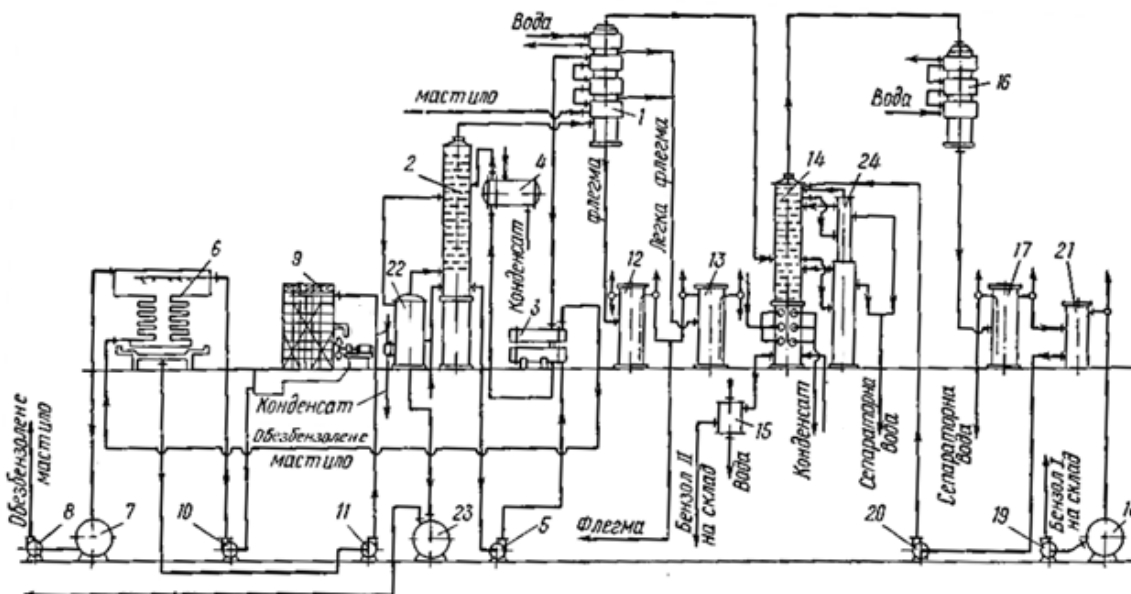
Сирий бензол – продукт високотемпературного коксування, що являє собою суміш пароподібних органічних сполук які не конденсуються з газу зі смолою. Головними компонентами "сирого бензолу" є одноядерні ароматичні сполуки – бензол (до 70%) і його метиловані гомологи: толуол (8-20%) та ксилоли (2-5%). Бензол входить до складу бензину, широко застосовується в промисловості, є вихідною сировиною для виробництва ліків, різних пластмас, синтетичної гуми, барвників [1]. Тому модернізація установки виробництва сирого бензолу є актуальною темою.

На рисунку 1 зображено технологічну схему отримання сирого бензолу [2]. Насичене бензольними вуглеводнями поглинаюче мастило подається у дефлегматор 1, де нагрівається парами, що виходять з дистиляційної колони 2.

Після дефлегматора мастило поступає у теплообмінник 3, де нагрівається стікаючим з колони мастилом і далі підігрівається парою у паровому нагрівачі 4. З парового підігрівача мастило поступає до дистиляційної колони 2, в якій відганяються бензольні вуглеводні. З нижньої частини колони мастило відкачується в теплообмінник 3, де охолоджується.

Пари бензольних вуглеводнів, мастила і води з дистиляційної колони 2 поступають в міжтрубний простір дефлегматора 1. Отримані у дефлегматорі флегми поступають у сепараторі 12 та 13.

Після дефлегматора пари сирого бензолу та води направляються у розділову колону 14, в якій пари бензольних вуглеводнів розділяються на дві фракції сирого бензолу: легкий бензол і важкий бензол. Пари з дефлегматора 1 поступають до низу ректифікаційної частини колони 1, проходячи знизу вверх, збагачуються низькокиплячими компонентами.



- 1, 16 – дефлегматор; 2 – дистиляційна колона; 3 – теплообмінник; 4 – паровий нагрівач; 5, 8, 10, 11, - насос; 6 – зрошувальний охолоджувач; 7, 18, 23 – збірник; 9 – конденсатор; 12, 13, 17, 21 – сепаратор; 14 – відпарна колона; 15 – холодильник; 22 – випарник; 24 – додаткова колона.

Рисунок. 1 – Технологічна схема отримання сирого бензолу

Пари з верхньої частини колони поступають в конденсатор 16, де відбувається конденсація та охолодження легкого бензолу. Частина легкого бензолу подається на верхню тарілку розділової колони 14, решта поступає у збірник 18.

У випарній частині колони 14 встановлені підігрівачі для підігріву важкого бензолу. З цієї частини колони важкий бензол поступає в холодильник 15, звідки передається на склад.

Метою роботи є модернізація відпарної колони установки виробництва сирого бензолу при паровому нагріванні поглинаючого мастила.

Перелік посилань:

1. http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=663 від 14.04.2016 р.
2. Коробчанский И.Е., Кузнецов М.Д. Расчеты аппаратуры для улавливания химических продуктов коксования. 2-е издание. - Москва: Металлургия, 1972. - 296 с.

УДК 665.652.2

ВИРОБНИЦТВО ПОЛІМЕР-БЕНЗИНУ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Полімер-бензин це автомобільне паливо. Сировиною для виробництва є газоподібні олефінові вуглеводні, які після процесу полімеризації перетворюється в рідкий бензин. При використанні каталізаторів реакція проходить за температури 170...230 °С, без використання 510...700 °С (в залежності від тиску). В якості каталізаторів зазвичай використовують сірчану або фосфорну кислоту [1].

На рисунку 1 [2] зображено технологічну схему. Бутан-бутиленова фракція І змішується в змішувачі 1 з циркулюючим розчином лугу і поступає у відстійник 2. З відстійника розчин лугу забирається насосом 3 та повертається в змішувач 1. Відпрацьований луг відводиться в каналізацію, а система заповнюється свіжим лугом ІІ. Сировина з відстійника 2 поступає в діафрагмовий змішувач 4, де змішується з водяним конденсатом ІІІ, що циркулюється насосом 3а.

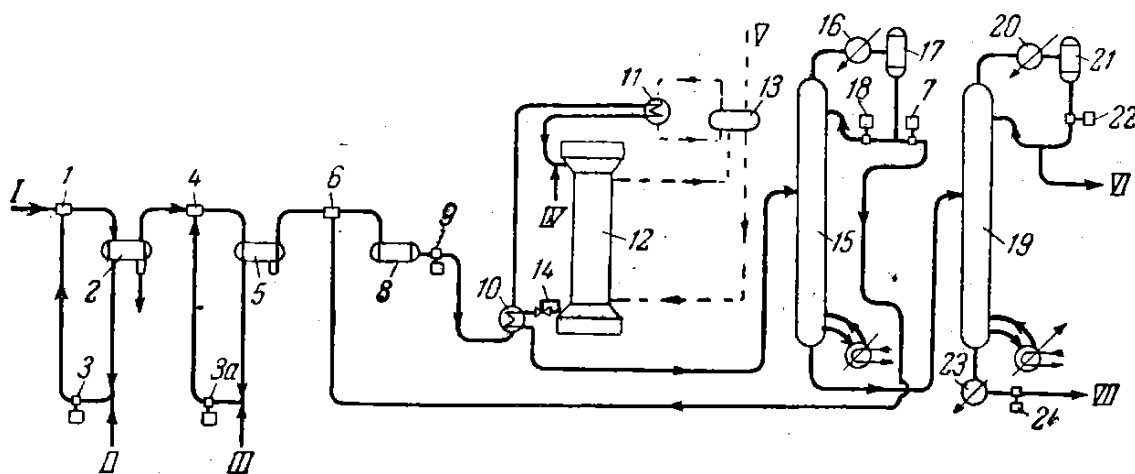


Рисунок.1 – Технологічна схема установки каталітичної фосфорнокислотної полімеризації.

Зі змішувача сировина надходить у відстійник 5, а потім у змішувач 6. Одночасно в змішувач 6 насосом 7 подається відпрацьована бутанова фракція. Суміш сировини і рециркуляту зі змішувача 6 надходить в буферну ємність 8. З буферної ємності суміш насосом 9 прокачується через теплообмінник 10, в якому нагрівається за рахунок тепла продуктів реакції до 120...140 °С, та через підігрівач 11 догрівається до температури полімеризації. Далі суміш подається у реактори 12. Реактори являють собою вертикальні трубчаті теплообмінники, трубки яких заповнюються каталізатором. Паровий конденсат з парових барабанів 13 надходить в міжтрубний простір реакторів. Газоподібні і пароподібні продукти реакції з реакторів 12 повертаються через редуційний клапан 14 в теплообмінник 10. Після теплообмінника 10 продукти реакції надходять в дебутанізатор 15. Відгін з 15 конденсується в конденсаторі 16 і надходить в збірник 17, після чого насосом 18 подається в якості зрошувача в верхню частину дебутанізатора. Продукт полімеризації з нижньої частини дебутанізатора надходить в наступну колону 19, де розділяється на диізобутилен, і полімери які відводяться знизу колони. Диізобутилен конденсується в конденсаторі 20, та надходить в збірник 21, звідки частково насосом 22 подається на зрошення колони інша частина диізобутилена VI відводиться на склад. Важкі полімери VII з колони 19 проходять через холодильник 23 і насосом 24 надходять в резервуари для зберігання.

Метою роботи є модернізація установки виробництва полімер бензину з розробкою теплообмінника, реактора та ректифікаційної колони.

Перелік посилань:

1. <http://chem21.info/info/473133/> від 20.03.2016 р.
2. Технология переработки нефти и газа, Иванова Л.В., Корнеев М.И., Юзбашев В.М., М.: Химия, 419 с. 1966 г

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВЛОВЛЮВАННЯ БЕНЗОЛЬНИХ ВУГЛЕВОДНІВ З КОКСОВИХ ГАЗІВ

студентка Шеляг А.В., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

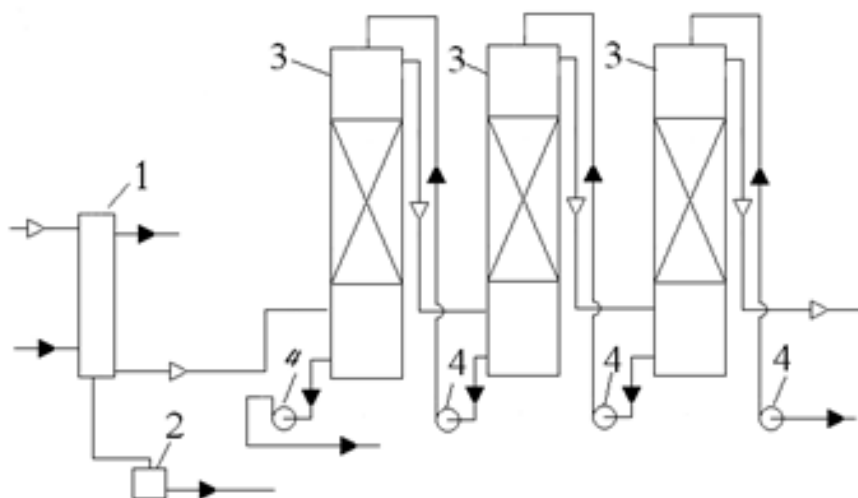
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Бензольні вуглеводні є одним з важливих хімічних продуктів, на основі яких базується сучасний органічний синтез. В усіх життєвих технічно розвинених країнах спостерігається стійке зростання споживання бензолу, толуолу, ксилолів, які є основними складовими сирого бензолу.

В сучасній Україні з розвинутою коксохімічною промисловістю та обмеженими промисловими запасами нафти коксохімічна промисловість є головним постачальником бензольних вуглеводнів. Проте, значне скорочення об'єму виробництва коксу та нестабільність сировинної бази коксування, веде до поступового зниження випуску цієї важливої сировини та погіршенню її якості. Тому важливо вдосконалювати і оновлювати технології та організацію випуску.

Принципова технологічна схема зображена на рисунку 1.



1 – холодильник; 2 – збірник конденсату; 3 – скрубери; 4 – насоси.

Рисунок 1 – Технологічна схема

Коксовий газ, охолоджений в кінцевому газовому холодильнику, надходить в бензольні скрубери, послідовно проходячи із одного скрубера в інший.

Безбензольне поглинаюче масло подається центробіжним насосом на верхню частину насадки останнього по ходу газу скрубера, стікає по насадці і відводиться, звідки насосом подається на наступний скрублер.

В якості поглинача бензольних вуглеводнів з коксового газу застосовують кам'яновугільне масло, яке отримують на коксохімічних заводах при ректифікації смоли.

В процесі роботи якість масла погіршується: збільшується в'язкість, молекулярна маса і збільшується температура кипіння. Тому якість поглинаючого масла підтримується за рахунок постійного відведення його частини із циклу та піддається регенерації в спеціальному регенераторі.

Степінь вловлювання бензольних вуглеводнів залежить від температури масла, кількості при подачі та його якості, поверхні насадки, тиску. Бензольні вуглеводні в зворотньому газі не повинні перевищувати 2 г/м^3 .

Метою роботи є модернізація скрубера для вловлювання бензольних вуглеводнів з коксових газів.

Перелік посилань:

1. Коробчанский, И.Е. Расчеты аппаратуры для улавливания химических продуктов коксования / И.Е. Коробчанский, М.Д. Кузнецов : Изд-во «Металлургия», 1972. – 173 с.

УДК 66.045

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ

студент Великоіваненко С.П., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Оцтова кислота — один з базових продуктів промислового органічного синтезу. Більш ніж 65% світового виробництва оцтової кислоти йде на виготовлення полімерів, похідних целюлози та вінілацетату. Полівінілацетат є основою багатьох ґрунтовних покриттів та фарб. З ацетатної целюлози виготовляють ацетатне волокно. Оцтова кислота та її естери важливі промислові розчинники та екстрагенти [1].

В сучасних умовах розвитку промисловості все більш постає потреба у високоякісних теплообмінних установках, що в свою чергу тягне за собою необхідність у впровадженні нових або модернізації вже існуючих технологій у сфері теплообміну. Теплообмінник – це пристрій, в якому тепло передається від гарячого теплоносія до холодного. Конструкція кожухотрубного теплообмінника, що пропонується, призначена для підвищення інтенсивності теплообміну, при якому теплоносій поступає в ролі холодильного середовища і теплота передається через стінку [2].

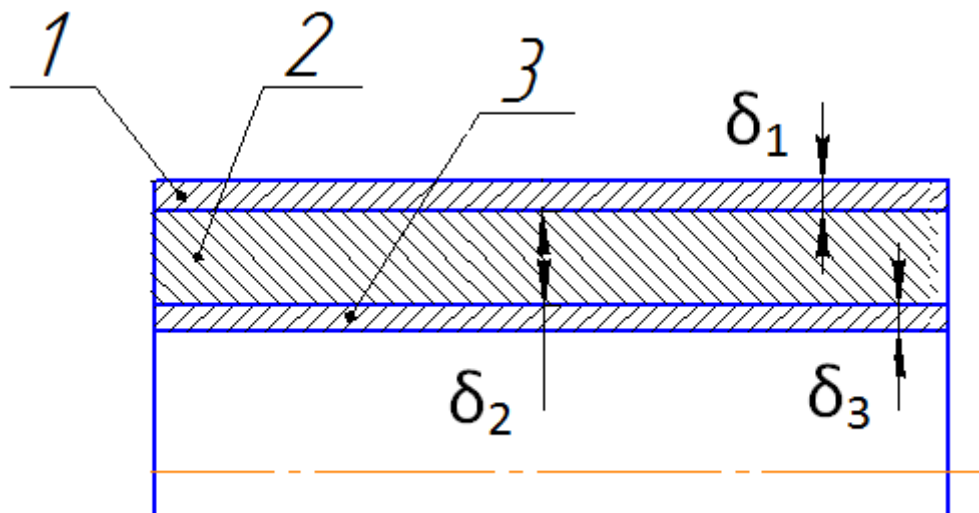
Недоліком відомих теплообмінників є недостатньо висока ефективність його роботи через невисоку інтенсивність теплопередачі.

В основу корисної моделі покладено завдання підвищення ефективності роботи кожухотрубного теплообмінника, за допомогою удосконалення конструкції трубок, шляхом використання багат шарових трубок виконаних з міді на поверхні яких нанесено корозійно-стійкий метал, що дозволить запобігти процесу корозії та підвищити коефіцієнт теплопередачі, а відповідно підвищується й ефективність роботи труби теплообмінника.

Поставлене завдання досягається тим, що в трубну решітку теплообмінника, встановлюються багат шарові трубки, які виготовляються шляхом нанесення покриття корозійно-стійкого металу.

Суть модернізації зображено на рисунку 1.

Багат шарові трубки складаються з шару корозійно-стійкого покриття зовнішньої поверхні труби 1 товщиною δ_1 , самої трубки зі сталі, товщиною δ_2 та корозійно-стійкого покриття внутрішньої поверхні труби 3 товщиною δ_3 .



1 - корозійно-стійке покриття зовнішньої поверхні труби, 2 – трубка зі сталі, 3 - корозійно-стійке покриття внутрішньої поверхні труби.

Рисунок 1 – Схема модернізації

Запропонована конструкція кожухотрубного теплообмінника забезпечує збільшення коефіцієнта теплопередачі.

Перелік посилань:

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki/c1rfg>
2. <https://uk.wikipedia.org/wiki/tobm1>

УДК 66.045

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИДІЛЕННЯ БЕНЗОЛУ

студент А.А.Довгошея; к.т.н., доц. І.А.Андреев

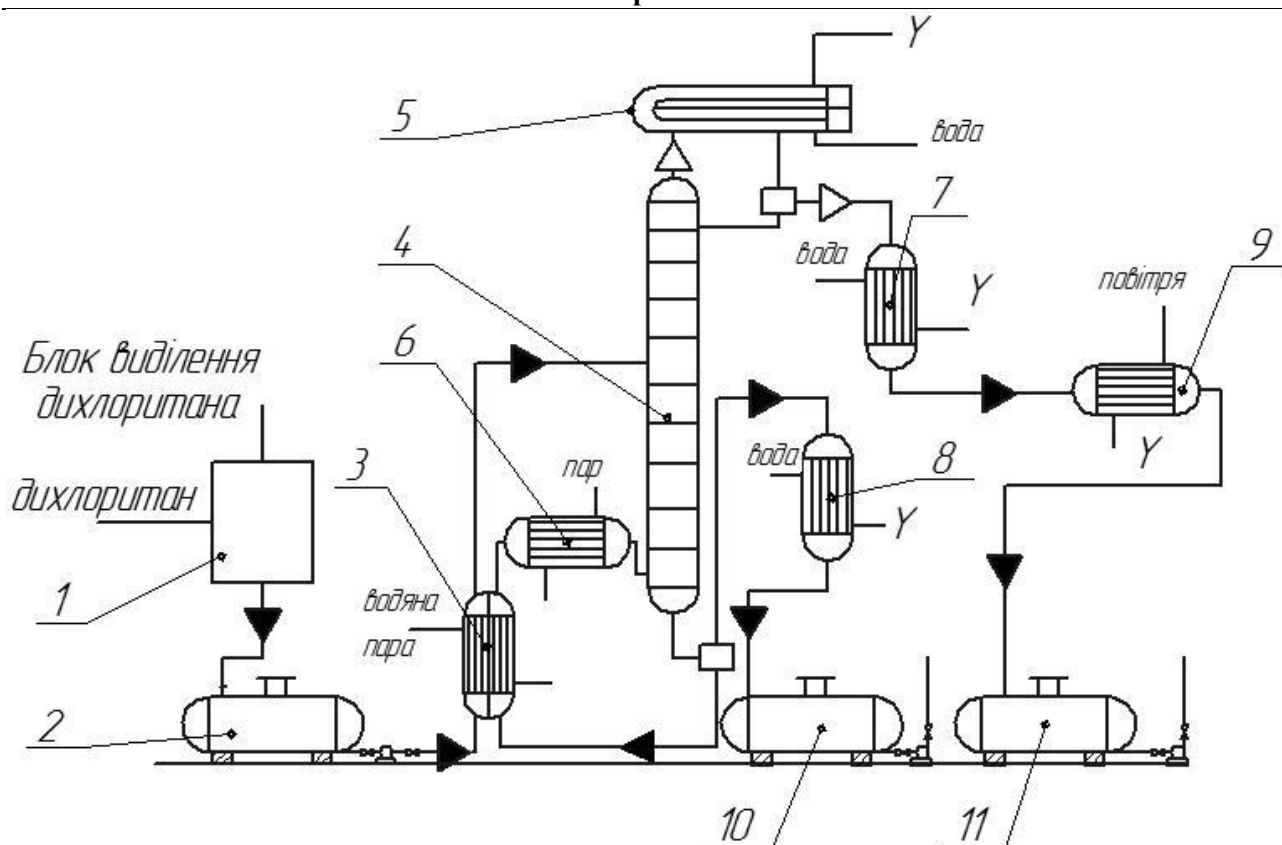
Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

В процесі виділення дихлоретану з косового газу побічним продуктом є суміш бензолу та метанолу, що далі піддається розділенню в ректифікаційній колоні. Для вдосконалення технологічної схеми виділення компонентів суміші доцільно використовувати запропонований авторами секційний кожухотрубчастий теплообмінний апарат [1, 2]. В цьому апараті одночасно здійснюється нагрів суміші до температури кипіння перед подачею на ректифікаційну колону, а також і підігрів частини бензолу, що надходить з нижньої частини колони (див. рисунок).

В результаті проведеної модернізації до парогенератора потрапляє попередньо нагрітий бензол і тому для отримання з нього пари необхідна вже значно менша кількість теплоти, що, у свою чергу, зменшує габарити, масу парогенератора і спрощує його конструкцію.

Крім того, запропонований теплообмінник має істотно менші габаритні розміри в поперечному напрямку порівняно зі стандартними кожухотрубними апаратами, дає можливість здійснювати регулювання загальної площі поверхні теплообміну, забезпечує можливість одночасного оброблення декількох потоків як у трубному, так і в міжтрубному просторах. Кожух кожної секції запропонованого апарата у поперечному перерізі виконано у вигляді правильного шестикутника, що запобігає утворенню в просторі між обичайкою та теплообмінними трубами незаповнених ними ділянок. Таким чином, щільне заповнення теплообмінними трубами порожнини кожуха зберігає стабільну гідродинаміку потоку та ефективну тепловіддачу в міжтрубному просторі теплообмінника.



1 – блок виділення дихлоретану, 2 – збірник фракції бензол-метанол, 3 – секційний теплообмінник, 4 – ректифікаційна колона, 5 – дефлегматор, 6 – парогенератор, 7 – конденсатор метанолу, 8 – холодильник бензолу, 9 – холодильник метанолу, 10 – збірник бензолу, 11 – збірник метанолу.

Рис. Технологічна схема виділення бензолу

Перелік посилань:

1. Пат. 103755 U Україна, МПК (2015.01) F28F 1/00. Секційний кожухотрубчастий теплообмінний апарат / Андреев І.А., Довгошея А.А., Мікульонюк І.О.; заявник і патентовласник вони ж. – № u201506790; заявл. 9.07.2015; опубл. 25.02.2016, бюл. № 4.

2. Андреев І.А. Удосконалення конструкції секційного кожухотрубного теплообмінного апарата / І.А.Андреев, А.А.Довгошея // Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів: XVII всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ, 24-26 листопада 2015 р.): тез. допов. – 2015.– С.18-19.

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЕТАНОВОЇ КИСЛОТИ

студентка Захарова Д.Р, доц., к.т.н. Степанюк А.Р.

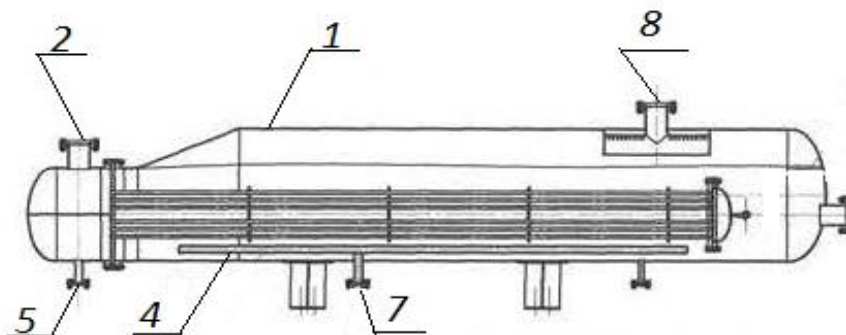
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Застосування оцтової кислоти досить різноманітне. У хімічній промисловості з неї виробляють пластичні маси, різні барвники, лікарські речовини, штучне волокно (ацетатний шовк), незаймисту кіноплівку та багато інших речовин. Солі оцтової кислоти – ацетати алюмінію, хрому, феруму – застосовують як протраву при фарбуванні тканин. Оцтова кислота має широке застосування і як розчинник. Тому, модернізація установки виробництва етанової кислоти, шляхом модернізації парогенератора, є актуальною задачею.

Зазвичай в установках використовують парогенератори, в яких теплота передається через стінку і рідина в між трубному просторі випаровується (Рисунок 1).

Перевагами такої конструкції є: простота конструкції і висока продуктивність. Недоліками є: наявність пристінного шару, що зменшує ефективність теплопередачі.



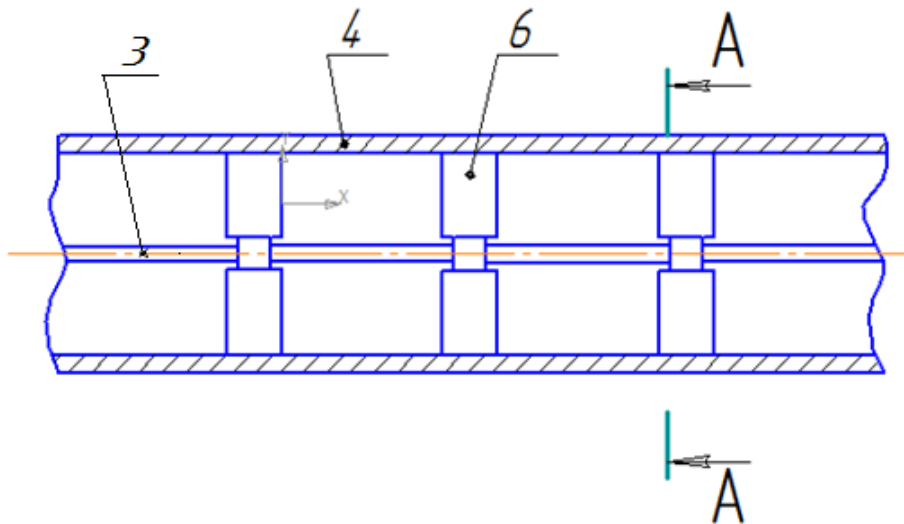
1- корпус; 2- штуцер; 4- труби; 5- вивантажувальний штуцер; 7- вхідний трубопровід до міжтрубного простору; 8- вихідний штуцер

Рисунок 1- Парогенератор

В основу модернізації покладено завдання підвищення ефективності роботи парогенератора, за допомогою удосконалення конструкції парогенератора, шляхом додаткової турбулізації рідини в трубному просторі за допомогою встановлення вісі з крильчатками, що дозволяє зменшення товщини пристінного шару, а також, збільшити коефіцієнт теплопередачі, як наслідок, підвищити інтенсивність тепловіддачі, та площу теплообміну.

Парогенератор містить трубний пучок, який відрізняється тим, що встановлено вісь з крильчатками, які розташовані на деякій відстані одна від одної і приводяться в обертання потоком теплоносія, внаслідок чого збільшується турбулізація, і як наслідок, збільшується інтенсивність теплообміну (Рисунок 2).

Запропонована конструкція парогенератора забезпечує високий коефіцієнт теплопередачі, високі техніко-економічні показники технології виготовлення високу надійність при тривалій експлуатації.



3-вісь; 4- труба; 6- крильчатки

Рисунок 2- Теплообмінна труба

Перелік посилань:

1. Юкельсон И.И. – Технология основного органического синтеза. М., Издательство "Химия" 1968 г. 848 стр. УДК 661.7 075-8.
2. <http://shkolyar.in.ua/spoluki/zast-otctovoi-kisloty> від 10.03.2016р.

УДК 66.047

МОДЕРНІЗАЦІЯ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ У ЛІНІЇ ПІДГОТОВКИ КАМ'ЯНОГО ВУГІЛЛЯ

студент Орленко А.Ю., ст. викл. Новохат О.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

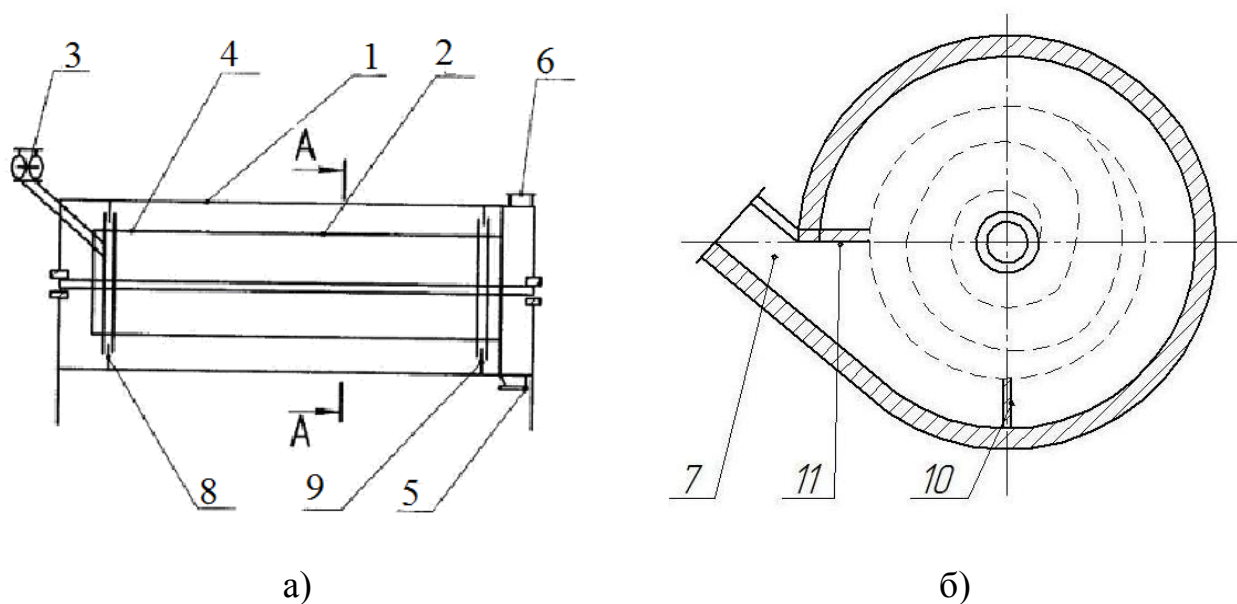
Кам'яне вугілля використовується як технологічна [сировина](#), добуте вугілля має багато домішок, оскільки залягає в землі. Щоб позбавити вугілля від таких домішок, на спеціальних підприємствах проводиться збагачення з наступним сушінням вугілля, що дозволить збільшити його ступінь згорання, а отже, скоротити витрати тепла. Процес сушіння вугілля проводиться зазвичай у барабанних сушарках.

Традиційними перевагами барабанних сушарок перед сушарками інших типів є: універсальність; рівномірність нагріву і сушіння частинок за рахунок інтенсивного перемішування матеріалу; можливість сушити високо вологий і засмічений матеріал; простота монтажу (для запуску в роботу не потрібно капітальних споруд); висока продуктивність (сушка відбувається в кілька разів швидше, ніж в шахтних сушарках); надійність роботи (виключається утворення застійних зон); прийнятна ціна; низьке споживання електроенергії [1].

Недоліком даної барабанної сушарки є неефективне використання теплової енергії сушильного агента та недостатнє перемішування оброблюваного матеріалу лопатками.

Для збільшення ефективності використання теплової енергії запропоновано конструкцію барабанної сушарки, яка дає змогу ефективно використовувати теплову енергію сушильного агента та ретельно перемішувати оброблюваний матеріал (Рисунок 1). В барабанній сушарці, що складається з корпусу (1), в якому розміщений суцільний барабан (2), причому зі сторони входу вологого матеріалу через шлюзовий живильник (3) барабан перфорований (4). З протилежного боку сушарки виконані бункер для відводу

висушеного продукту (5) та повітропроводів (6) для виходу теплоносія. Підвід гарячого теплоносія в зону сушарки виконаний тангенційно через повітропровід (7). Ця зона утворена вертикальними ущільнювачами (8) і (9) на довжину перфорації барабана та однією радіальною вертикальною перегородкою (10) знизу між корпусом сушарки та перфорованим барабаном і другою радіальною перегородкою (11), розміщеною горизонтально між корпусом сушарки та перфорованим барабаном. Всередині барабана новим є те, що барабан сушарки є повністю по всій довжині перфорований, що дає змогу інтенсифікувати процес сушіння [2].



- 1 - корпус; 2 - суцільний барабан; 3 - шлюзовий живильник;
4 - перфорований барабан; 5 - бункер; 6,7 - повітропроводи;
8,9 - вертикальні ущільнювачі; 10 - вертикальна перегородка;
11 - радіальна перегородка

Рисунок 1 – Конструктивна схема модернізації барабанної сушарки

а – барабанна сушарка; б – розріз А-А

Перелік посилань:

1. <http://ukrarticles.pp.ua/stroitelstvo/3193-sushilnoe-oborudovanie-barabannaya-sushilka.html> від 10.03.2016 р.

Патент України. МПК F26B 11/00 Барабанна сушарка/ Орленко А.Ю.; Гайдай С.С.; № u 201507115; заявл. 16.07.2015.

УДК 66.02

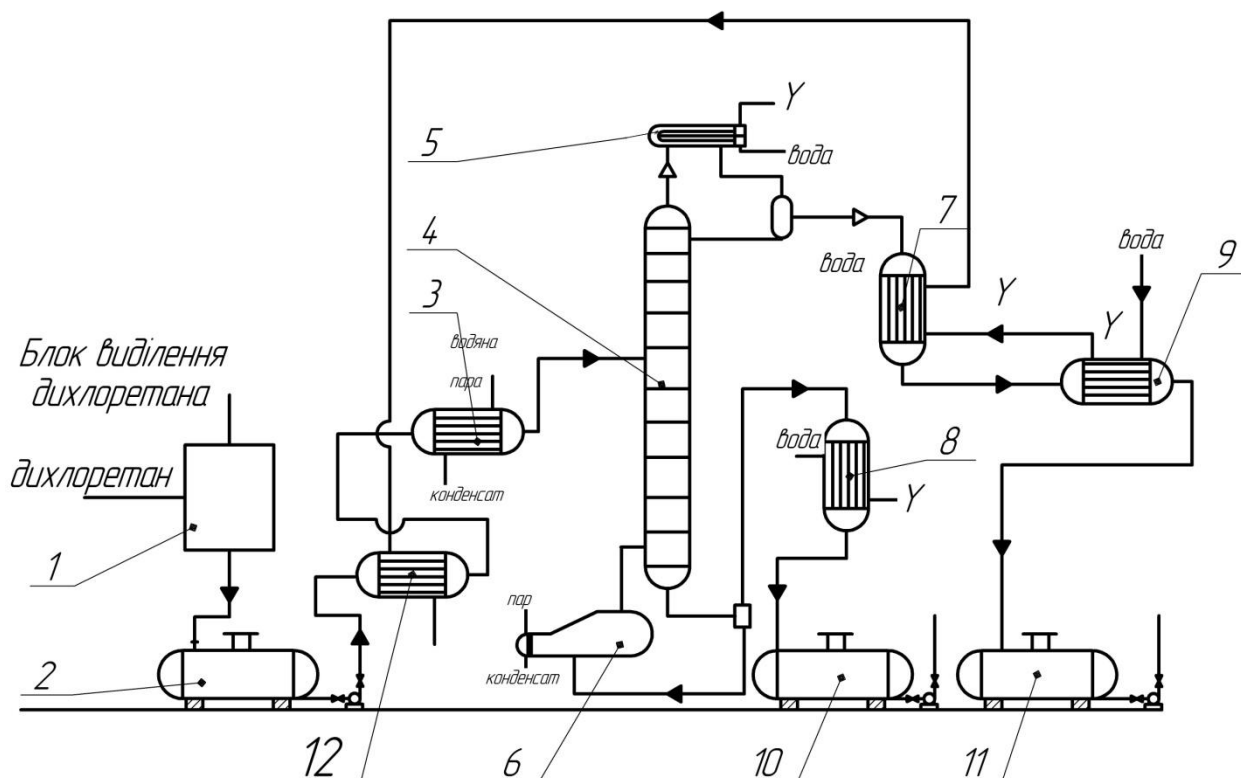
МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИДІЛЕННЯ МЕТАНОЛУ З БЕНЗОЛ–МЕТАНОЛОВОЇ ФРАКЦІЇ

студент Осадчий В.О., ст. викл., к.т.н. Двойнос Я.Г.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Технологічна схема виділення метанолу наведено на рисунку 1.



1 – блок виділення дихлоретану; 2 – збірник фракції бензол–метанол;
3 – теплообмінник; 4 – ректифікаційна колона; 5 – дефлегматор;
6 – парогенератор; 7 – конденсатор метанолу; 8 – холодильник бензолу; 9
– холодильник метанолу; 10 – збірник бензолу; 11 – збірник метанолу; 12 –
підігрівач суміші

Рисунок 1 – Технологічна схема виділення метанолу

Метанол широко застосовується в газовій промисловості, органічному синтезі для отримання формальдегідів, а також для отримання біодизеля. В зв'язку з цим виробництво метанолу зростає. В процесі виділення дихлоретану

з косового газу побічним продуктом є суміш бензолу та метанолу, тому їх доцільно розділити. Для розділення використовується метод ректифікації, процес проходить при тиску 1,0 МПа.

Зі збірника бензол–метанолу 2 суміш подається на теплообмінник 3, що підігриває суміш до температури кипіння перед подачею на ректифікаційну колону 4 де й проходить розділення на метанол та бензол. Пари метанолу відводяться через верхню частину колони потрапляє до дефлегматора 5 після чого пар з рідиною розділяється пар йде на конденсатор 7, а рідина на омивання колони. Після конденсатора рідина подається для охолодження на холодильник 9, а потім в збірник для метанолу 11. В свою чергу частина бензолу з нижньої частини колони подається на парогенератор 6, а інша на холодильник 8 і в збірник для бензолу 10.

Модернізація технологічної схеми полягає в тому, що вода з холодильника метанолу 9 подається на конденсатор 7 де догрівається і використовується для підігріву суміші перед ректифікаційною колоною у теплообміннику 12. Перевагою такої модернізації є зменшення витрати води для охолодження, недоліком – збільшення розмірів конденсатора, через підвищення температури води, яка охолоджує пари метанолу.

Висновок: запропонована модернізація покращує енергоефективність схеми виробництва, тому актуальна, а проектування нового конденсатора метанолу, відповідно до модернізації є доцільним. Модернізація полягає в тому що, ми зриваємо плівку конденсату з труби за рахунок місцевої зміни форми труби тим самим збільшуємо ефективність використання поверхні труб.

Перелік посилань:

1. Патент 103772 Україна, МПК (2015.01) F28F 1/00. Вертикальний конденсатор / Осадчий В.О., Двойнос Я.Г.; заявник і патентовласник вони ж. – № u201507158; заявл. 17.07.2015; опубл. 25.12.2015, бюл. № 24/2015.
2. Производство метанола. / Караваев М.М., Мастеров А. П. – М., «Химия», 1973, – 160 с.

УДК 66.02

МОДЕРНІЗАЦІЯ НАСАДКОВОЇ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ БЛОКУ ОЧИСТКИ БЕНЗОЛУ

студент Панченко Д.М., ст.вик., к.т.н. Собченко В.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Бензол – перший член гомологічного ряду ароматичних вуглеводнів, безбарвна летка рідина з характерним запахом. Бензол є важливою сировиною для хімічної промисловості.

Технологічна схема переробки коксових газів складається з їх очистки від органічних домішок серед яких видалення бензолу шляхом ректифікації.

Метою роботи є модернізація насадкової ректифікаційної колони блоку очистки бензолу.

Основними перевагами насадкових ректифікаційних колон є: порівняно проста конструкція, невисокий гідравлічний опір шару насадки, достатня ефективність.

До недоліків насадкових ректифікаційних колон відноситься те, що внаслідок нерівномірності розподілу рідини по насадці на деякій висоті зрошення центральної частини насадки стає недостатнім.

Для підвищення інтенсивності тепломасообмінних процесів ректифікаційних колон запропоновано забезпечити рівномірність зрошення насадки, при збереженні малого гідравлічного опору насадки та зменшення габаритних розмірів насадки.

На рисунку 1 зображено запропоноване технічне рішення способу укладки елементів насадки. Рідина подається на верхню частину насадки, а протитоком їй рухається паровий потік. Насадки укладаємо в два типи - більшого і меншого розміру, таким чином, що насадка меншого розміру заповнює апарат у вигляді ступінчато розташованих циліндрів і розташованих зі сторони потоку пари. Висота циліндрів з насадкою меншого розміру, які

розташовані коаксіально, відповідає необхідній висоті насадки в апараті, при цьому циліндр більшого діаметру має меншу висоту і розташований ближче до зовнішньої стінки апарата, а цьому циліндр меншого діаметру має більшу висоту і розташований в центрі апарата.

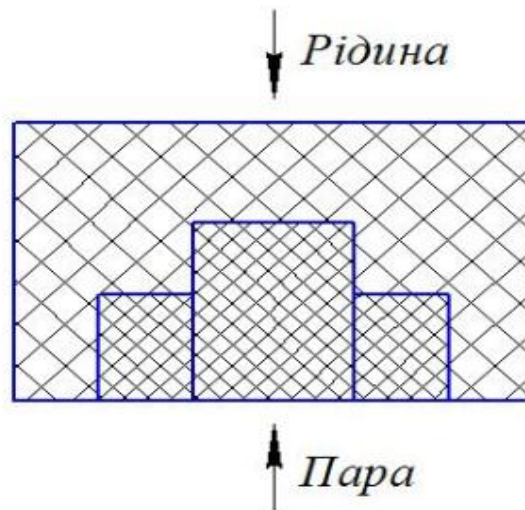


Рисунок 1 – Спосіб укладки елементів насадки

Технічний результат полягає в створенні рівномірного розподілу потоку рідини в об'ємі насадки апарата при підвищенні продуктивності, зменшенні габаритних розмірів.

Перелік посилань:

1. Основи проектування насадкових ректифікаційних колон: Навч. посібник/ В.Л.Ракицький, І.О.Мікульонок, Г.Л.Рябцев – К.: НМЦВО, 2000. – 200с.

Позитивне рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель за результатами формальної експертизи № u 201511664; заявл. 25.11.2015.

УДК 66.045

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТРУБЧАТОГО ТЕПЛООБМІННОГО ЕЛЕМЕНТА

к.т.н., доц. І.А.Андреев, студент Т.М.Пригорницький

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

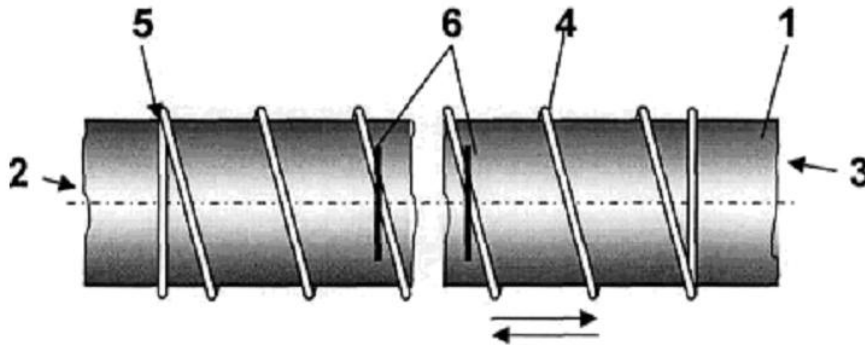
Процес конденсації пари в теплообмінних апаратах, застосовуваних у хімічній, харчовій, енергетичній, фармацевтичній та інших галузях промисловості, здійснюється найчастіше на зовнішній поверхні теплообмінної труби.

Для ефективного руйнування утворюваної на зовнішній поверхні теплообмінної труби плівки конденсату і вчасному звільненню від конденсату було запропоновано нове конструктивне виконання турбулізатора, яке забезпечує його безперервний коливальний рух під дією потоку теплоносія, що сприяє не лише ефективному руйнуванню примежового шару теплоносія, а й вчасному зчищенню витками пружини забруднень, що відкладаються на зовнішній поверхні елемента, а отже й підвищенню ефективності процесу теплообміну в цілому [1]. На відміну від попередньої конструкції [2] в трубчатому теплообмінному елементі, що пропонується, турбулізатор здійснює поздовжній коливальний рух.

Турбулізатор являє собою циліндричну пружину, яка закріплюється на трубі щонайменше в одному місці з можливістю переміщення її витків вздовж труби, при цьому циліндричну пружину споряджено щонайменше однією лопаттю для створення осьового зусилля з боку потоку теплоносія на витки циліндричної пружини.

В процесі конденсації потік теплоносія, що рухається ззовні циліндричної труби 1 з відкритими торцями 2 і 3, діє на лопаті 6, завдяки чому осьове зусилля передається на витки циліндричної пружини 4, яка починає циклічно розтягуватися і скорочуватися. Завдяки цьому забезпечується не лише ефективне руйнування примежового шару теплоносія, а й вчасне зчищення витками пружини 4 забруднень, що відкладаються на зовнішній поверхні

циліндричної труби 1. Лопаті 6 при цьому доцільно встановлювати подалі від місць закріплення 5 циліндричної пружини 4 на трубі 1 (у цьому разі амплітуда коливального руху циліндричної пружини 4 збільшується).



1 – труба; 2, 3 – відкриті торці труби; 4 – циліндрична пружина;
5 – місця закріплення циліндричної пружини; 6 – лопаті

Рисунок – Трубчастий теплообмінний елемент

Пропонована конструкція трубчастого теплообмінного елемента істотно інтенсифікує процес конденсації пари на його зовнішній поверхні.

Перелік посилань:

1. Пат. 103755 U Україна, МПК (2015.01) F28F 1/00. Трубчастий теплообмінний елемент / Андреев І.А., Мікульонок І.О., Пригорницький Т.М.; заявник і патентовласник вони ж. – № u201506996; заявл. 14.07.2015; опубл. 25.12.2015, бюл. № 24.

2. Андреев І.А. Інтенсифікація процесу конденсації пари / І.А.Андреев, Т.М.Пригорницький // Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів: XVII всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ, 24-26 листопада 2015 р.): тез. допов. – 2015.– С.28-29.

УДК66.047

МОДЕРНІЗАЦІЯ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ У ЛІНІЇ ЗБАГАЧЕННЯ МАРГАНЦЕВОЇ РУДИ

студент Симан І.В., ст. викл., к.т.н. Собченко В.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

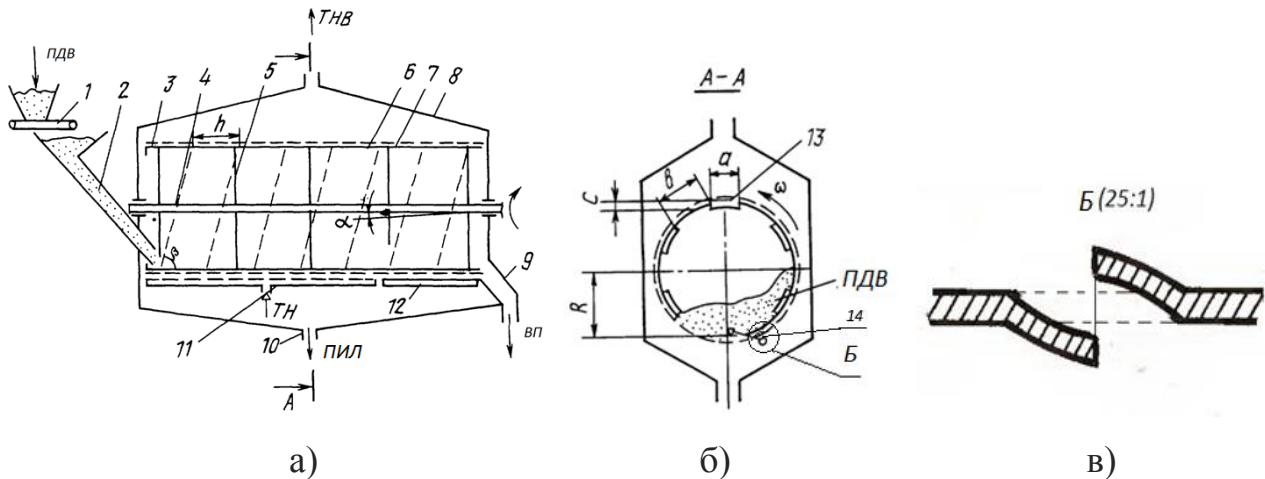
Марганець широко використовується в різних галузях. Збагачення полягає у механічному розділенні сировини, яке ґрунтується на відмінності фізичних і фізико-хімічних властивостей корисних копалин. Оскільки в даній технологічній схемі застосовується флотаційне збагачення, то концентрати на виході будуть містити певну кількість вологи. Її потрібно видалити. Для цього застосовують сушіння у барабанній сушарці.

Перевагами барабанних сушарок перед сушарками інших типів є: універсальність, можливість сушити засмічений матеріал, простота монтажу, висока продуктивність, надійність роботи (виключається утворення застійних зон), прийнятна ціна, низьке споживання електроенергії [1].

Даній барабанній сушарці властиві такі недоліки: неможливо ефективно сушити дисперсні крихкі матеріали, тому що вони під час обертання барабану руйнуватися, введення теплоносія (гарячого повітря) по осі барабану не забезпечує необхідне підведення теплоносія під шар матеріалу, що приводить до неоптимальних режимів сушіння і підвищених витрат теплоносія.

Для забезпечення направленої подачі теплоносія запропоновано конструкцію барабанної сушарки, що забезпечує направлену подачу теплоносія проти напрямку руху барабану (Рисунок 1). Завантажувальний пристрій барабанної сушарки складається з дозатора 1, завантажувальної лійки 2, барабана 3 з отворами перфорації 14. Барабан 3 обертається за допомогою вала 4 і включає спиці 5, поздовжні напрямні 6, сітку 7, отвори перфорації 14. Сушильна камера 11 закривається теплоізолюючим корпусом 8. Вивантаження висушеного продукту здійснюється через лійку 9, а вивантаження пилу - через

лійку 10. Для подачі теплоносія в сушильну камеру вмонтовано трубку 11. В кінці під барабаном встановлено термоелектронагрівачі 12. В середині по спіралі закріплені лопатки 13. Барабанна сушарка відрізняється тим, що отвори перфорації барабану виконані у формі двопустотного гіперboloїда, що забезпечує направлену подачу теплоносія проти напрямку руху барабану [2].



1 – дозатор; 2 – завантажувальна лійка; 3 – барабан; 4 – вал; 5 – спиці; 6 – поздовжні напрямні; 7 – сітка; 8 – корпус; 9,10 – вивантажувальні лійки; 11 – сушильна камера; 12 – термоелектронагрівачі; 13 – лопатки; 14 – отвори перфорації

Рисунок 1 – схема модернізації барабанної сушарки

а – барабанна сушарка; б – розріз А-А; в – отвір перфорації

У пропонуваній барабанній сушарці створюються умови інтенсифікації процесу сушіння і мінімізується руйнування матеріалу, як наслідок осушуваний матеріал має високу якість.

Перелік посилань:

2. <http://ukrarticles.pp.ua/stroitelstvo/3193-sushilnoe-oborudovanie-barabannaya-sushilka.html> від 10.03.2016 р.

Патент України МПК F26B 11/00 Барабанна сушарка/Симан І.В.;Собченко В.В.; № u 201512917; заявл. 28.12.2015

УДК 66.047

МОДЕРНІЗАЦІЯ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ ДЛЯ ТЕРМООБРОБКИ ДЕРЕВИНИ

студентка Фільова А.Р., ст. викл., к.т.н. Корінчук Д.М.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Тирса та стружка – це сировина, з якої виготовляють пелети. Мова тут йде виключно про відходи деревообробної промисловості, наприклад лісопилень, стругальних цехів. Без додавання хімічних зв'язувальних елементів сухі та необроблені стружки пресуються під великим тиском. Якість застосовуваної стружки відіграє велику роль для високоякісного кінцевого продукту. Однією з найважливіших стадій є процес сушіння тирси в барабанних сушарках [1].

Традиційними перевагами барабанних сушарок є універсальність, рівномірність нагріву і сушіння частинок за рахунок інтенсивного перемішування матеріалу, можливість сушити високо вологий і засмічений матеріал; простота монтажу, висока продуктивність (сушка відбувається в кілька разів швидше, ніж в шахтних сушарках), надійність роботи, прийнятна ціна; низьке споживання електроенергії [2].

Недоліком барабанної сушарки є нерівномірність перемішування матеріалу, що висушується.

Для забезпечення оптимального перемішування була модернізована барабанна сушарка (Рисунок 1).

Барабанна сушарка має циліндричний барабан 1, установлений на опорах 2 і 3 з нахилом під кутом α у бік розвантажувальної камери 4, патрубки підведення 6 і відведення 5 теплоносія, а також патрубки підведення 7 вихідного матеріалу й відведення висушеного продукту 8. Циліндричний барабан 1 з боку, протилежного розвантажувальній камері 4, споряджено днищем 9, а всередині нього із зазором 10 змонтовано відкритий з обох торців

конічний барабан 11, менша основа якого розташована зі сторони розвантажувальної камери 4.

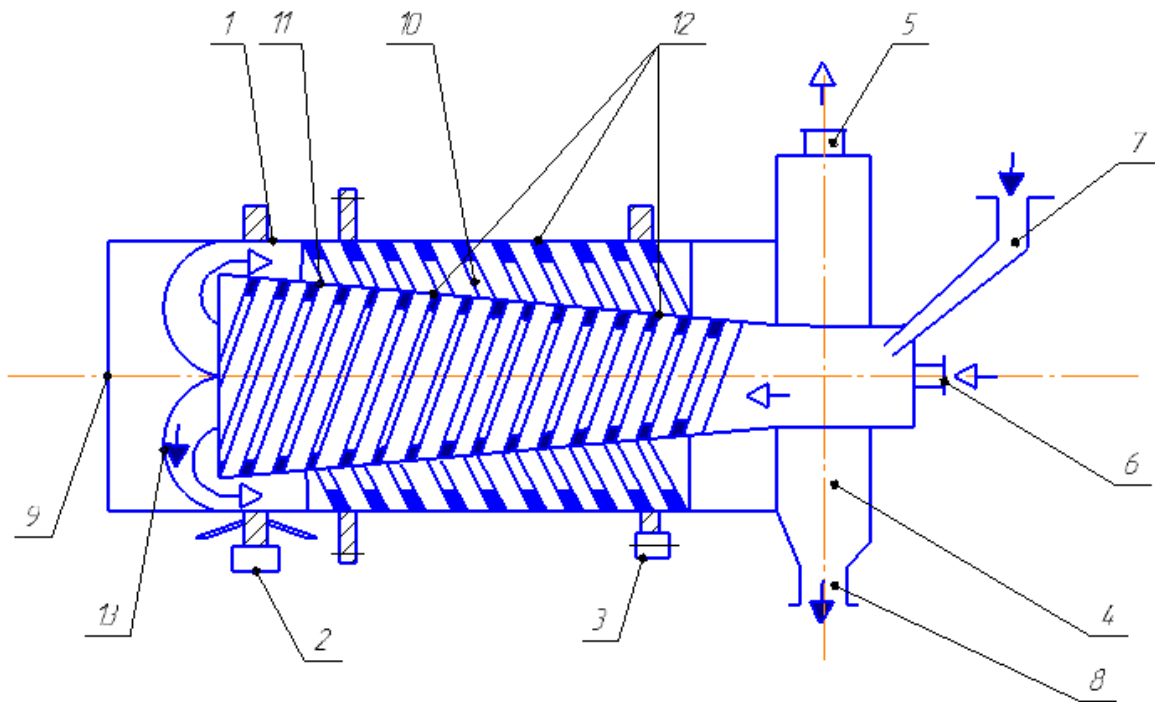


Рисунок 1 – Конструктивна схема модернізації барабанної сушарки

Всередині барабана новим є те, що розвантажувальна камера містить підйомно-спіральну насадку [3].

Перелік посилань:

3. <http://ukrarticles.pp.ua/stroitelstvo/3193-sushilnoe-oborudovanie-barabannaya-sushilka.html> від 10.03.2016 р.
4. А.Г. Касаткин. Основные процессы и аппараты химической технологии. М., «Химия», 1973. -784 с.

Заявка на патент України. Барабанна сушарка /Фільова А.Р.; Степанюк А.Р. , №u2016 02425 заявл. 14.03.16

УДК 66.047

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОВІТРЯНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА У ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ

студент Чепурний Я.Р., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Застосування оцтової кислоти досить різноманітне. У хімічній промисловості з неї виробляють пластичні маси, різні барвники, лікарські речовини, штучне волокно (ацетатний шовк), незаймисту кіноплівку та багато інших речовин. Солі оцтової кислоти – ацетати алюмінію, хрому, феруму застосовують як протраву при фарбуванні тканин.

Оцтова кислота має широке застосування і як розчинник. У технології виробництва беруть участь такі процеси: змішування, каталітичне перетворення, конденсація, нагрівання та охолодження. Для охолодження останнім часом широко застосовуються повітряні холодильники.

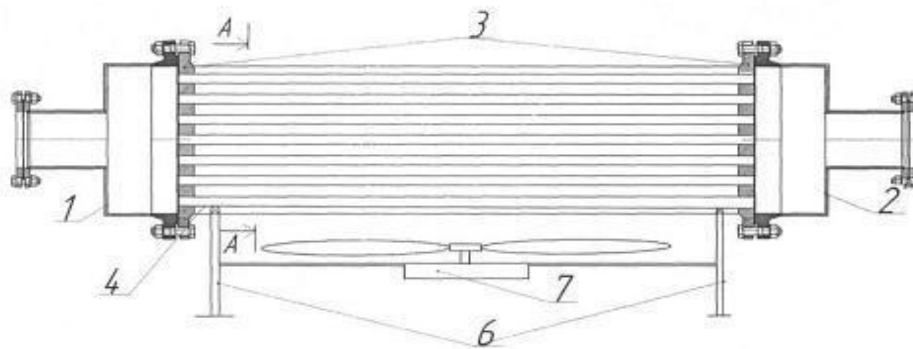
Перевагами повітряних холодильників перед іншими холодильниками є: універсальність, простота конструкції, надійність роботи, невелика ціна [1].

Даному повітряному холодильнику властиві такі недоліки: відносно невеликий ККД, невисока ефективність процесу теплообміну через малу площу контакту фаз.

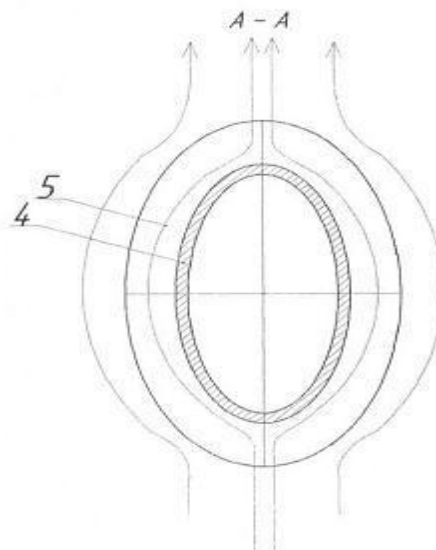
Для підвищення ефективності процесу теплообміну запропоновано конструкцію повітряного холодильника, що забезпечує віддачу тепла від стінки труби до повітря, що сприяє збільшенню ефективності роботи теплообмінника (Рисунок 1). Повітряний холодильник містить кришки 1, 2 які кріпляться до трубних решіток 3. При увімкненому вентиляторі потік повітря обдуває еліптичні труби 4, які містять оребрення еліптичної форми 5, через теплообмінну поверхню яких відбувається теплообмін між повітрям і продуктом, що протікає по трубному пучку. За рахунок того, що довша вісь еліпса еліптичних труб 4, які містять оребрення еліптичної форми 5 співпадає з потоком повітря, збільшується площа контакту повітря та поверхні

теплообміну. Вентилятор 7 встановлений під трубним пучком.

Повітряний холодильник відрізняється тим, що трубний пучок містить труби еліптичного перерізу та їх оребрення також виконано еліптичного перерізу таким чином, щоб довша вісь еліпса була паралельна векторам руху потоку охолоджуючого повітря [2].



Фіг. 1



Фіг. 2

Рисунок 1– схема модернізації повітряного холодильника

Використання запропонованого технічного рішення збільшує площу контакту фаз і, як наслідок віддачу тепла від стінки труби до повітря, що сприяє збільшенню ефективності роботи теплообмінника.

Перелік посилань:

1. <http://vidminnyk.com/pravyala/organichni-spoluky/zastosuvannja-octovoji-kysloty> від 20.03.2016р.
2. Деклараційний патент України на корисну модель № 104603 від 20.03.16р.

**СЕКЦІЯ 2
«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ
БІОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

УДК 66.048.911

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ УПАРЮВАННЯ ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ

студент Бевз Д.О., к.т.н., доц. Швед М.П.

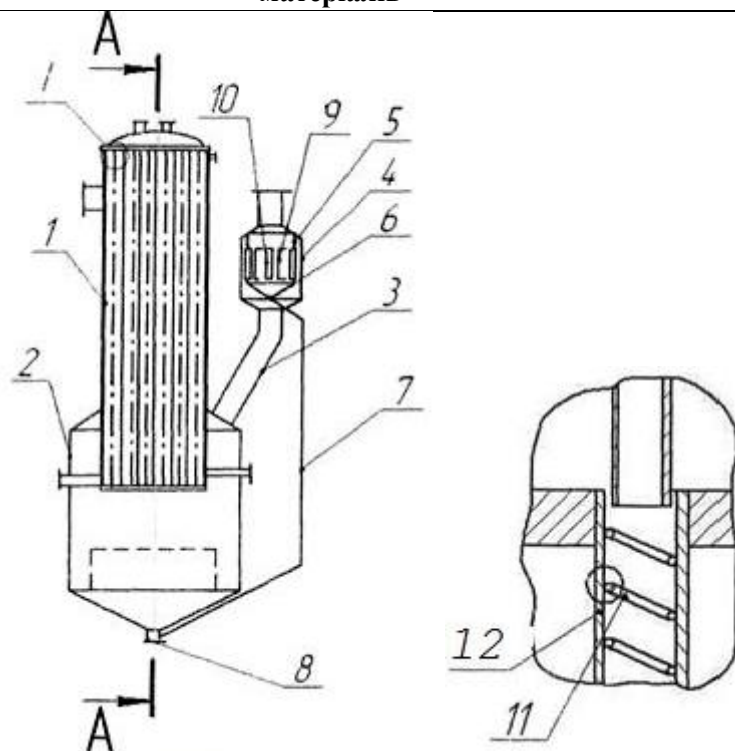
**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Лимонну кислоту широко використовують у харчовій, медичній, фармацевтичній, лакофарбовій промисловості та в деяких інших галузях народного господарства. Експериментально з цукру отримують 98 % лимонної кислоти, але на практиці вихід продукту менше, так як завжди мають місце втрати теплоти в випарному апараті, тому він і став об'єктом модернізації [1].

Мета модернізації – інтенсифікація процесу випаровування за рахунок підвищення стійкої плівкової течії випаровувальної рідини.

Мета досягається за рахунок розміщення в середині труб спіральних вставок, виконаних в поперечному перерізі у формі циліндра, прилеглого до внутрішньої поверхні труби. На Рисунку 1 схематично зображено загальний вигляд випарного апарата з відцентровим сепаратором [2].

До кип'ятильних труб 12 нагрівальної камери 1 подається рідина, яка стікає по трубах у вигляді плівки, і при підведенні теплоносія рідина в трубах нагрівається і випаровується. Вторинна пара з розчинної камери 2 надходить до труби 3 разом з крапельками рідини. Первинна сепарація відбувається при зіткненні крупних крапель рідини з зовнішніми стінками сепаратора 4, і рідина, що утворилася, стікає назад до розчинної камери 2. Дрібні краплі розчину разом з вторинною парою потрапляють до тангенціально розташованих сопел, де суміш збільшує швидкість і потрапляє до сепаратора 4, там виникає відцентрова сила, що діє на краплі розчину і відкидає їх на стінки сепаратора.



1-нагрівальна камера, 2-розчинна камера, 3-труба, 4-сепаратор, 5-відцентровий сепаратор, 6-нижній конус, 7-труба, 8-патрубок, 9,10-бокові пластини, 11-спіральні вставки 12-кипятильні труби.

Рисунок 1 – Схема випарного апарата

Уловлений розчин стікає на нижній конус 6, а потім до труби 7, з'єднаної з патрубком 8, і повертається на виробництво. При стіканні по трубах 12 рідина набігає на витки спіральних вставок 11. Це забезпечує збільшення площі контакту випарювання. Одночасно при набіганні рідини на витки вставки відбувається перемішування шарів рідини і оновлення вільної поверхні випаровування.

Оскільки випарний апарат, в якому відбувається упарювання лимонної кислоти відіграє важливу роль в технологічному процесі, то модернізація цього апарату дозволить суттєво збільшити ефективність виробництва.

Перелік посилань:

1.Матеріал інформаційного сайту Wikipedia [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Лимонна_кислота

2.Патент UA 103775 U, МПК В01D 1/22. Випарний апарат/Бевз Д.О., Степанюк А.Р.; заявлено 17/07/2015; опубліковано 25/12/2015, Бюл. №24.

УДК 66.048.911

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ НА ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА МЕТАНОВОЇ БРАЖКИ

студент Бишко М.А., к.т.н., доц. Дахненко В.Л.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Для виробництва кормового концентрату вітаміну В12 у якості кормової добавки що підвищує продуктивність і знижає обсяги використання кормів, використовується метанова бражка спиртового виробництва. Технологія отримання продукту передбачає концентрування шляхом випарювання бражки, а тому процес залежить від ефективного використання теплообмінного обладнання.

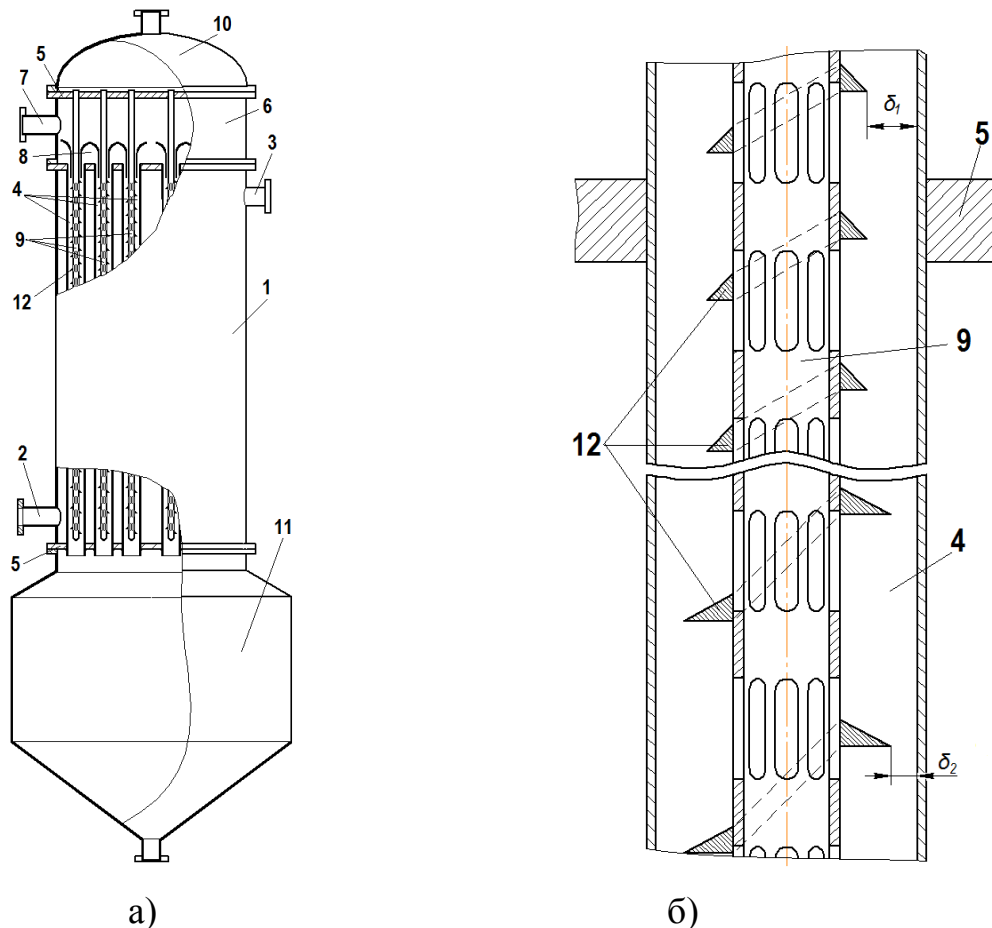
Найбільш ефективним процесом випарювання метанової бражки проводити в плівковому режимі. Це обумовлено тим, що в плівковому режимі відсутня гідростатична температурна депресія, яка стрімко зростає в області вакууму, а також час перебування розчину в плівковому апараті менше, що важливо при експлуатації випарного апарата в області підвищених температур.

Плівкова випарна установка потребує вдосконалення для врахування особливостей середовища, що потребує концентрування, для забезпечення високої ефективності виробництва, котре базується на використанні процесу теплового обміну між середовищами.

Модернізація включає внесення конструктивного вдосконалення за рахунок перфорування елементів відведення вторинної пари і додаткового обладнання апарата пристроєм формування поверхневої плівки у вигляді спіралі що намотана на поверхню трубчастих елементів відведення вторинного пару.

Суть модернізації наведена на рисунку 1. Випарний апарат (рис.1а) складається з вертикального нагрівального корпусу 1 із патрубками підведення 2 і відведення нагрівального теплоносія 3, поверхні нагрівання із системи труб 4, прикріплених до трубних решіток 5, камери подачі 6 із штуцером введення

речовини 7 і пристроєм введення поверхневої плівки 8, перфорованих трубчатих елементів 9, розташованих коаксіально в кожній із труб поверхні нагрівання, для відведення вторинної пари, в колекторну камеру 10, збірної камери продукту 11, пристрою формування поверхневої плівки 12, виконаного у формі спіралі, намотаної на поверхню перфорованих трубчатих елементів відведення вторинної пари.



а) загальна сехема випарного апарату; б) схема зони випаровування.

Рисунок 1 – Схема випарного апарату

Виконання пристрою формування поверхневої плівки із змінною товщиною (δ_1 , δ_2), а також із зростаючим кроком спіралі дозволяє враховувати зміну товщини плівки, а також зростання питомої ваги та кінематичної в'язкості продукту в процесі випаровування.

Перелік посилань

1. Технологія спирту / Яровенко В.Л., Маринченко В.О., Смирнов В.А. - М.: "Колос", "Колос - прес", 2002.

УДК 66.048.911

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ПІДГРІВУ НАФТОПРОДУКТІВ В ЦИСТЕРНАХ

студент Волошин І.Л., к.т.н., доц. Дахненко В.Л.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Транспортування високов'язких нафтопродуктів (мазуту, рідких бітумів, масел) здійснюється із використанням спеціального рухомого складу, а для забезпечення їх нормального розвантаження (зливання) вимагають попереднього розігріву (особливо в зимовий час) для забезпечення необхідної плинності продукту [1].

Раціональним способом є зливання під тиском пари або стисненого повітря. Окрім того бажано застосовувати арматуру з обігрівом, тобто корпуси арматури, стояки додатково обладнують паровою сорочкою. Тому необхідним обладнанням естакад, окрім паропроводів, є парогенератори установки. Їх використання безпосередньо впливає на економічні показники транспортних перевезень, а модернізація парогенераторного обладнання є актуальною задачею.

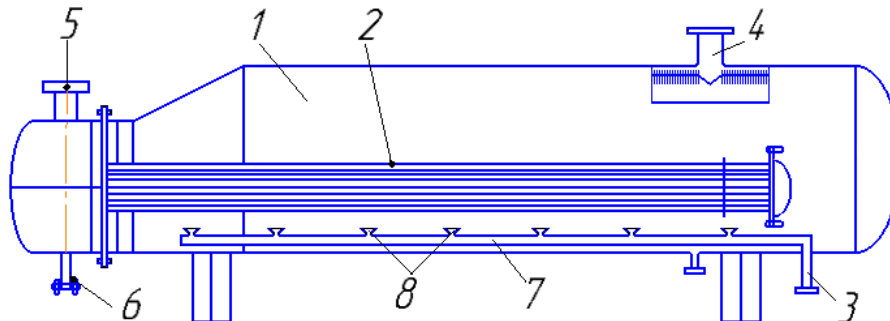
Метод інтенсифікації повинен бути ефективний при найменших енергетичних витратах, необхідних для відомих теплообмінних поверхонь, що повинно призвести до зменшення габаритів теплообмінних поверхонь. Прийнятий спосіб інтенсифікації тепловіддачі за рахунок штучної додаткової турбулізації потоку теплоносія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

З цією метою в конструкції парогенератора оптимізується циркуляція рідини в міжтрубному просторі за рахунок додаткового обладнання колектором розподілу подачі із форсунками дозованого введення води, котрий розташований в середині корпусу і під'єднаний до штуцера підводу води.

Парогенератор складається з корпусу, трубного пучка, розташованого в корпусі, штуцерів підводу води і відбору пари, а також штуцерів введення і відведення нагрівачого агента за рахунок додаткового обладнання колектором розподілу подачі води із форсунками, котрий розташований в середині корпусу і під'єднаний до штуцера підводу води.

Колектор розподілу подачі води забезпечує розподіл подачі води в зону теплообміну залежно від теплового напору в різних зонах трубного пучка, а форсунки, якими обладнаний колектор забезпечують дозовану подачу води в різні зони теплообміну залежно від температури теплообмінної поверхні, а також оптимальний гідравлічний режим за рахунок турбулізації потоку подачі струменів води, спрямованими у напрямі трубного пучка.

Суть модернізації пояснюється кресленням, зображеним на рисунку 1 і 2. Парогенератор, який складається з корпусу 1, трубного пучка 2, розташованого в корпусі, штуцерів підводу води 3 і відбору пари 4, а також штуцерів введення 5 і відведення 6 нагрівачого агента, колектора розподілу подачі води 7, який обладнаний форсунками дозованого введення води 8.



1 – корпус; 2 - трубний пучок; 3 - штуцер підводу води; 4 - штуцер відбору пари; 5,6 - штуцера введення і відведення нагрівачого агента; 7 - колектор розподілу подачі води ; 8 - форсунки дозованого введення води.

Рисунок 1 – Схема парогенератора.

Рішення поєднує пропорційну подачу води у різні зони трубного пучка із гідродинамічними характеристиками обтікання поверхні теплообміну [3] за рахунок додаткового обладнання колектором розподілу подачі води із форсунками, спрямованими у напрямі трубного пучка форсунками дозованого введення води, спрямованими у напрямі трубного пучка. В результаті досягається ефективний режим теплообміну і інтенсифікація генерування пари, що безпосередньо впливає на ефективність процесу розвантаження високов'язких нафтопродуктів і економічні показники процесу транспортування.

Перелік посилань

1. Дослідження процесів і розробка пристроїв для акустичного нагріву в'язких нафтопродуктів всередині залізничних цистерн з метою його інтенсифікації: Науковий звіт. В. Толубінський, О. Кремньов. – К.: 1966. – 200 с., ил.
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. Справочник нефтепереработчика: Справочник/Под ред. Г. А. Ластовкина, Е. Д. Радченко и М. Г. Рудина. – Л.: Химия, 1986. – 648 с., ил.

УДК 66. 663.15

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРНОГО АПАРАТА ДЛЯ КОНЦЕНТРУВАННЯ ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ

студент Гоцький Я. Г., ст. викл. Гулієнко С. В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Виробництво ферментів займає одне з провідних місць у сучасній біотехнології та належить до галузей промисловості, об'єм продукції яких інтенсивно зростає, а сфера застосування постійно розширюється. Такий швидкий розвиток пов'язаний з тим, що ферменти є високоактивними, нетоксичними біокаталізаторами білкового походження, без яких неможливе здійснення багатьох біохімічних процесів та життя в цілому [1].

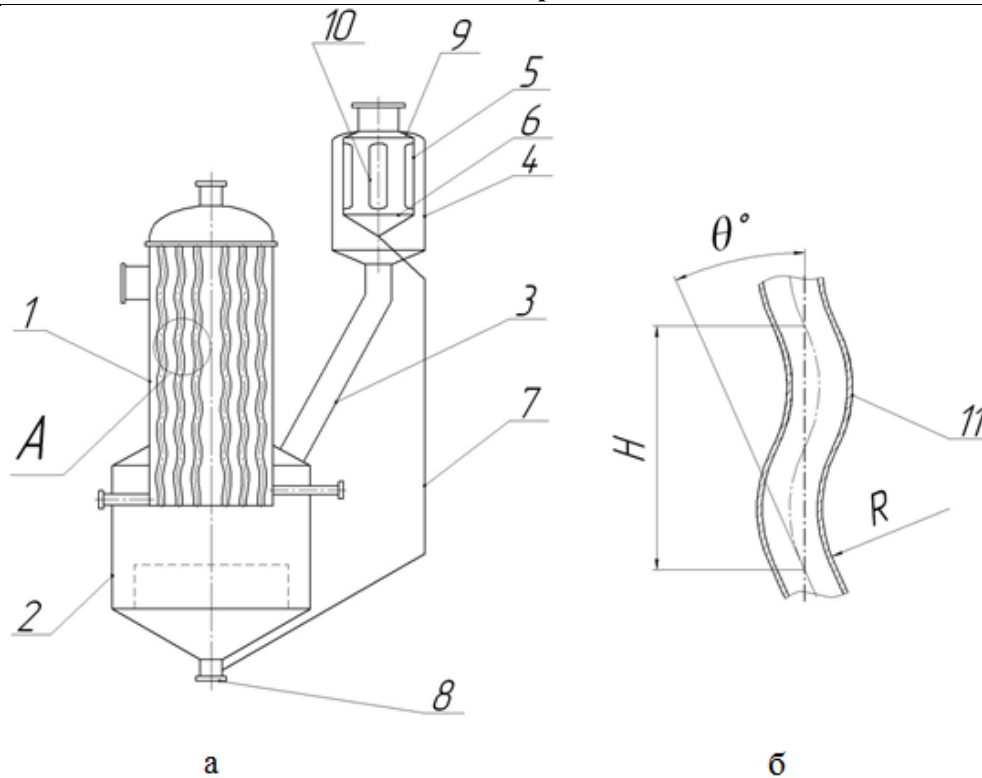
Продуктом ферменту амілоризин є плісеневиий гриб *Aspergillus oryzae*. Виробництво продукту складається з таких основних стадій: отримання розчину ферменту, екстрагування розчину, випарювання розчину, для отримання більш очищеного ферменту проводиться відстоювання розчину органічним розчинником, сушіння та подальше фасування продукту в залежності від ступеня очищення.

В одній з найважливіших стадій виробництва ферментних препаратів є процес концентрування розчину ферменту, який здійснюється за рахунок випарювання. тому доцільно проводити модернізацію випарного апарата для реалізації цього процесу.

Недоліком існуючих конструкцій плівкових випарних апаратів є складність очищення внутрішньої поверхні труб [2].

В основу корисної моделі поставлена задача усунути недолік складної очистки внутрішньої поверхні труб у базовій конструкції.

Поставлена задача наступним чином. У випарному апараті базової конструкції, що містить трубчасту поверхню нагрівання з низхідною плівкою рідини та має вертикальну циліндричну нагрівальну камеру з кип'ятильними трубами з сепараційною камерою і обладнаний відцентровим сепаратором, розташованим в вертикальній частині труби для відведення вторинної пари, яка з'єднана з розчинною камерою в верхній частині апарату, відцентровий сепаратор виконано у вигляді циліндро-конічної ємності, на циліндричній частині якої тангенціально встановлено плоскі сопла і обладнано переливною трубою, яка з'єднує його з нижньою частиною випарного апарата, всередині труб розміщені вставки, що кріпляться на стрижні, виконані у поперечному перерізі в формі ромба. Вставки дозволяють турбулізувати потік і підвищити коефіцієнти тепловіддачі, однак є осередками накопичення забруднень. Ця проблема усувається за рахунок того, що труби виконані «плавно-ввігнутими», з постійним кроком Н.



1 – нагрівальна камера; 2 – розчинна камера; 3 – труба для відведення вторинної пари; 4 – сепараційна камера; 5 – відцентровий сепаратор; 6 – нижній конус; 7 – переливна труба; 8 – патрубок для відведення випареного розчину; 9, 10 – плоскі сопла утворені боковими пластинами; 11 – кип’ятильні труби.

Рисунок 1 – Схема випарного апарата.

Рідина, що стікає по трубах також починає рухатись хвилеподібно, внаслідок чого швидкість стікання рідини по трубах зменшується і завдяки цьому час перебування рідини всередині труб збільшується, що покращує ефективність випаровування вологи з розчину. Хвиляста поверхня труб забезпечує плавне стікання всієї плівки рідини. Завдяки тому, що загальна площа «ввігнутих» труб більша ніж в звичайних (прямих) трубах то поверхня теплообміну буде більша, що забезпечить більшу ефективність випаровування при тих самих розмірах нагрівальної камери 1.

Перелік посилань:

1. И. М. Грачева. Технология ферментных препаратов. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1987. – 335с.
2. Заявка № u201507227 Україна МПК В01D 1/22 (2006.01) Випарний апарат / Гоцький Я. Г., Гулієнко С. В., заявники - Гоцький Я. Г., Гулієнко С. В.; заявл. 20.07.2015

УДК 661.122

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИТЧАСТОЇ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ РОЗДІЛЕННЯ СУМІШІ ВОДА - ДИМЕТИЛКЕТОН

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

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Виробництво диметилкетону відіграє важливу роль в хімічній промисловості. Сам диметилкетон представляє собою безбарвну речовину з характерним запахом, який отримують спільно з фенолом кумольним методом.

Диметилкетон є найбільш поширеним розчинником. Його застосовують для синтезу багатьох органічних сполук, а саме: виробництва фарб і лаків, хімічних волокон, плівок. Диметилкетон завдяки запаху черемхи застосовують для створення парфумерних композицій, у високих концентраціях він відомий, як снодійна речовина.

Зазвичай процес поділяють на три стадії:

- одержання ізопропілбензолу;
- окислення ізопропілбензолу;
- розділення гідропероксиду.

Метою роботи є модернізація ректифікаційної колони розділення ізопропілбензолу для отримання товарного диметилкетону.

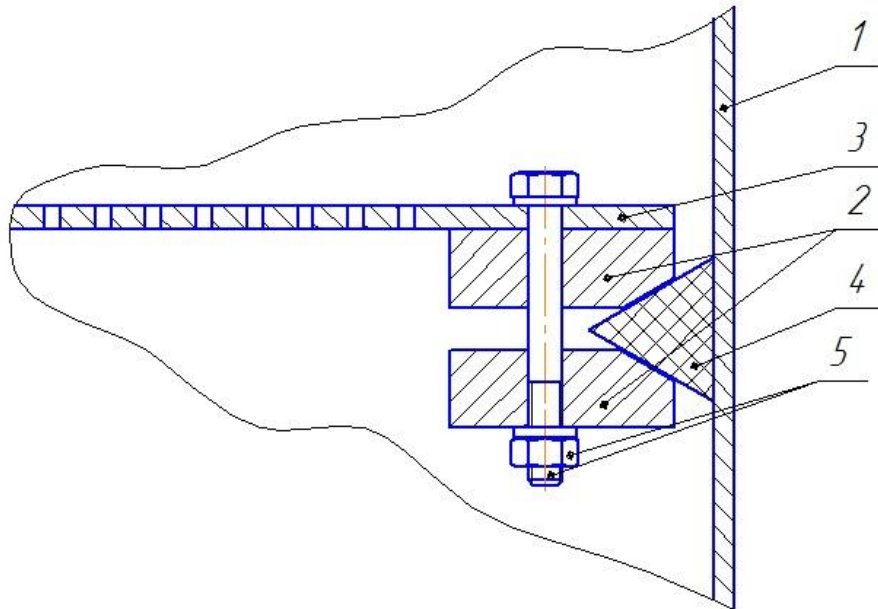
Найбільш розповсюджені ковпачкового типу колони, хоча останнім часом набули розповсюдження ситчасті, клапанні та інші ефективні види барботажних пристроїв, головною задачею яких є максимальний розвиток міжфазового контакту, що інтенсифікує масообмін між парою та флегмою [1].

Одними із переваг ситчастих тарілок є те, що вони працюють під меншим тиском, малий гідравлічний опір.

Недоліком є те, що якщо не ідеально горизонтально розмістити саму тарілку, то буде знижатись ефективність самої тарілки за рахунок того, що фази не будуть контактувати між собою.

Суть модернізації полягає в тому, що ситчаста тарілка кріпиться за

допомогою різьбового з'єднання до спеціальних кілець в яких встановлено спеціальну прокладку, що може деформуватись. На рисунку 1 показано схему модернізації.



1 – стінка корпусу, 2 – розрізні кільця, 3 – ситчаста тарілка, 4 – прокладка,
5 – різьбове з'єднання

Рисунок 1 – Схема модернізації ситчастої тарілки

При затисканні за допомогою різьбового з'єднання 5 прорізні кільця 2 притискаються до прокладки 4, яка може деформуватись і тим самим за рахунок сили тертя забезпечує закріплення тарілки у корпусі колони 1 на заданому положенні. Перевагою модернізації є те, що забезпечується регулювання між тарілкової відстані та легкість демонтажу при розбиранні колони.

В результаті модернізації отримується можливість регулювання міжтарілкової відстані, що спрощує монтаж колони.

Перелік посилань:

1. Чернобыльский И.И. Машины и аппараты химических производств /И.И. Чернобыльский, А.Г. Бондарь, Б.А. Гаевский, С.А. Городинская, Р.Я. Ладиев, Ю.М. Тананайко, В.Т. Миргородский // М.: – Машиностроение. – 1974. – 564с.

УДК 665.6.7

МОДЕРНІЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНИКА МАЗУТУ УСТАНОВКИ ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ НАФТИ

студент Драгузя К.В., к.т.н., доц. Дахненко В.Л.

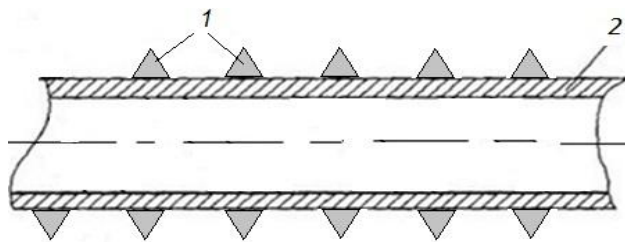
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Мазут відіграє важливу роль в промисловості та житлово-комунальному господарстві. Його використовують в якості палива для парових котлів, котельних установок і промислових печей. Технологія виробництва мазуту відноситься до тепло-масообмінних процесів і є результатом переробки нафти (ректифікації). При цьому вихід мазуту складає близько 50% по масі в розрахунку на вихідну масу нафти. Мазут піддають подальшій переробці, відганяючи під вакуумом дистилати, які википають в межах 350-500°C із подальшим охолодженням мазуту, що важливо для термічного крекінгу і коксування, у виробництві залишкових мастильних масел і гудрону [1].

Метою роботи є модернізація холодильника для мазуту.

Найбільш раціонально для охолодження мазуту використовувати кожухотрубні теплообмінники, головною задачею яких є зменшення температури продукту до належної для подальшої переробки або застосування в певних цілях. Тому, доцільніше використовувати кожухотрубні теплообмінники з найбільшою поверхнею контакту. Суть модернізації полягає в тому, що на зовнішніх поверхнях теплообмінних труб розташовуємо виступи у вигляді пірамід (рис.1), матеріал яких має більшу теплопровідність за матеріал цих труб.



1 – виступи у вигляді пірамід; 2 – теплообмінна труба.

Рисунок 1 – Схема елемента теплопровідної труби

Обладнання теплообмінних труб рельєфною поверхнею, виконаної у вигляді пірамід, розташованих на зовнішній поверхні теплообмінних труб, спрощується і здешевлюється виробництво теплообмінних елементів зі штучними турбулізаторами потоку в міжтрубному просторі, виключає механічний вплив на поверхню труб. Самі ж елементи для турбулізації виконані із полімерного композиційного матеріалу, наприклад, CoolPoly (теплопровідність $\lambda=40$ Вт/м·К) [2], що має меншу теплопровідність за матеріал теплообмінних труб.

Елементи розташовані ззовні труб, що обумовлено співвідношенням коефіцієнтів тепловіддачі середовищ, які знаходяться в трубному α_1 і міжтрубному α_2 просторі.

Ефективність методу інтенсифікації слід оцінити співвідношенням між ростом тепловіддачі (Nu/Nu_0) і коефіцієнтами опору (ξ/ξ_0).

Ефективність теплопередачі зростає, якщо його застосування супроводжується інтенсифікацією теплообміну зовні труб коли $\alpha_2 \gg \alpha_1$, а також збільшенню загальної площі теплообміну за рахунок поверхні рельєфної зони.

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

Перелік посилань

1. Глаголева, О.Ф. Технология переработки нефти. Часть первая. Первичная переработка нефти. О.Ф.Глаголева; Под ред. В.М.Капустина, Е.А.Чернышева.– М.: Химия, КолосС, 2005.

2. Теплорассеивающие полимерные композиты в микроэлектронике. А. Криваткин, Ю. Сакуненко. Технологии в электронной промышленности, №6 2009.

УДК 663.127

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ФЕРМЕНТЕРА В ЛІНІЇ
ВИРОБНИЦТВА КОРМОВИХ ДРІЖДЖІВ**

студент Драгузя О.В., к.т.н., доц. Дахненко В.Л.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Кормові дріжджі є необхідною складовою сучасного тваринництва і безпосередньо впливають на економічні показники сільськогосподарського виробництва, а також на продовольчу безпеку держави. Кормові дріжджі являють собою тонкий порошок світло-коричневого або світло-солом'яного кольору зі специфічним запахом, а їх виробництво передбачає проведення складного мікробіологічного процесу, основними етапами якого є підготовка сировини, ферментація, сепарація, сушіння [1].

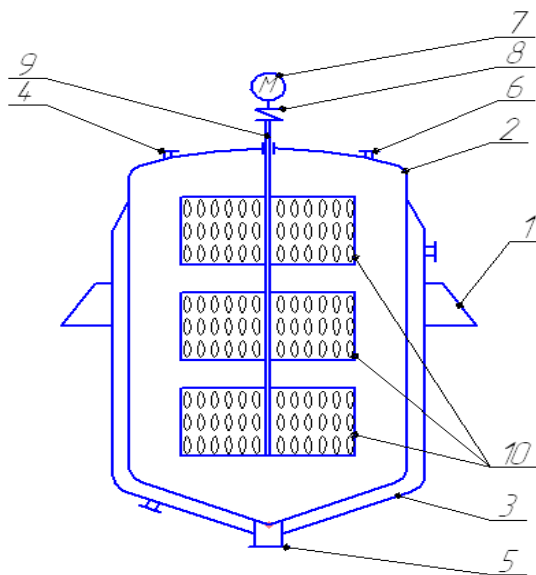
Найважливішим етапом є стадія ферментації, а тому ферментаційні системи та обладнання являють одну із основних складових біотехнологічного процесу, як по складності реалізації, так і по впливу на рентабельність виробництва, адже вартість ферментаційного обладнання в загальній сумі обладнання складає близько 70% і, відповідно ефективна робота якого, безпосередньо впливає на техніко-економічні показники виробництва [2].

Саме тому модернізація ферментаційного обладнання з метою оптимізації процесів при створенні нового біотехнологічного обладнання і відповідного виробництва в цілому, стає вирішення проблем, які пов'язані із оптимальним підбором конструктивних характеристик та технологічних параметрів роботи ферментерів.

З цією метою запропоновані конструктивні зміни ферментера шляхом заміни традиційних лопатей, котрі є основним робочим органом пристрою, на перфоровані (рис.1), здатні забезпечити циклічний і турбулентний рух оброблюваного середовища, що забезпечують підвищення ефективності масопередачі за рахунок збільшення поверхні контакту фаз і турбулізації

рідини при роботі з високими швидкостями, особливо при наявності газової та рідкої фаз.

Лопаті із перфорованими турбулізаторами встановлюють на вертикальному валу в декілька рядів, що забезпечує підвищення ефективності за рахунок загального турбулізування окремо розташованих пластин – лопатей із поєднанням мікротурбулізацією перфорованими елементами на кожній пластині, що зменшує енерговитрати, підвищує ефективність установки.



1 – станина; 2 – ємність; 3 - оболонковий теплообмінник; 4, 5 - патрубки завантаження і вивантаження рідинної суміші; 6 - отвір подачі компонентів; 7 -електродвигун; 8 - еластична муфта; 9 – вал; 10 – пластини із перфорованими турбулізаторами.

Рисунок 1 – Схема ферментера.

Запропонована модернізація ферментера дає можливість значно підвищити ефективність використання робочого простору ємності, збільшити вихід продукту (дріжджів) їх поживну цінність, а також суттєво зменшити енерговитрати процесу, що підвищує конкурентноздатність продукції.

Перелік посилань

1. Андреев А. А., Брызгалов Л. Н. Производство кормовых дрожжей. — М.: Лесн. пром., 1973. — 296 с.
2. Кестельман В. Н., Веселов А. И. Оборудование для глубинного культивирования микроорганизмов в бродильной и микробиологической промышленности. Обзор. — М., 1970. — 83 с.

УДК 663.16

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ПЛІВКОВОГО ВИПАРНОГО АПАРАТА З
ВИСХІДНОЮ ПЛІВКОЮ ДЛЯ КОНЦЕНТРУВАННЯ
РОЗЧИНУ ВІТАМІНУ В12**

студент Кичак Р. В., ст. викл. Гулієнко С. В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Вітамін В12 має важливе значення і широко використовується в медицині та сільському господарстві, особливо в тваринництві.

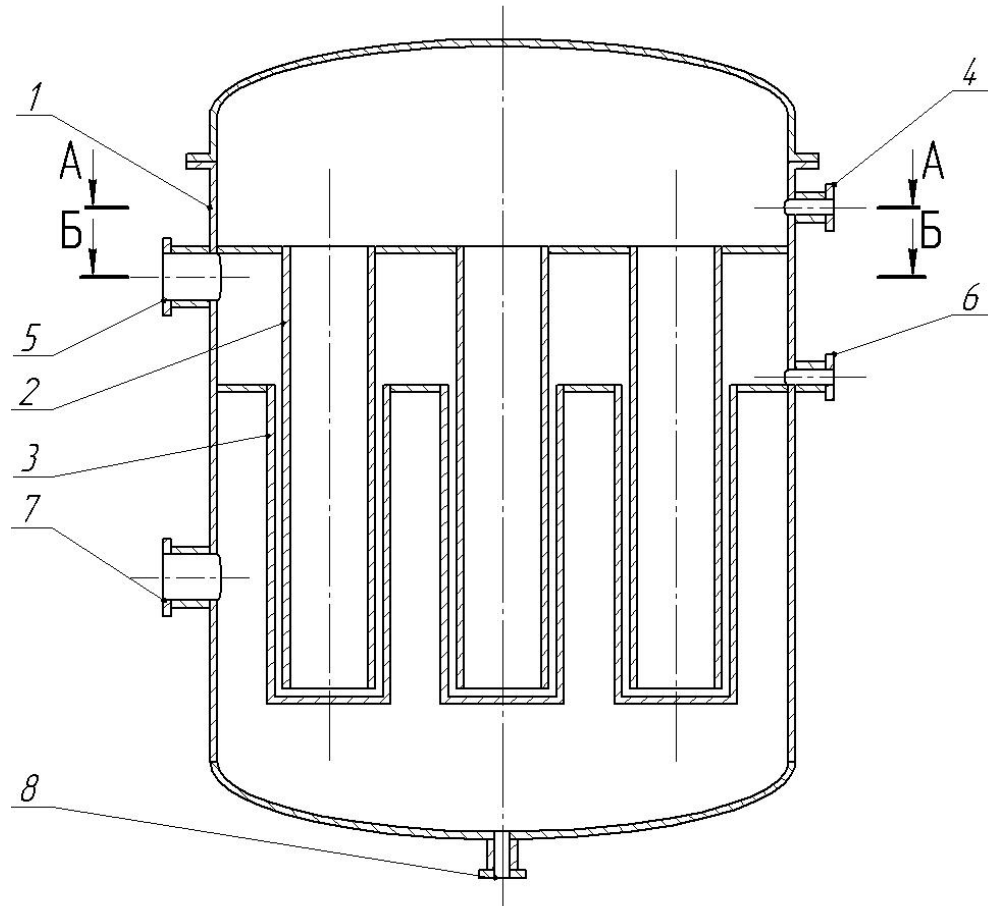
Процес виробництва вітаміну В12 включає такі основні стадії: зброджування мелясної барди метаноутворюючими бактеріями; підкислення метанової бражки до рН 5,5 ... 6,5; упарювання метанової бражки; висушування; фасування кормового вітаміну В12. Однією з найважливіших операцій є випарювання, тому доцільно модернізувати апарат для його проведення.

Метою модернізації є зменшення зношення стінок гріючих труб внаслідок ерозії.

Поставлена задача досягається тим, що Плівковий випарний апарат, який містить корпус з вертикальними гріючими трубами, внутрішні труби, розміщеними аксіально гріючим трубам, проміжну камеру з патрубком для виведення вторинної пари, примикаючих до гріючих труб і патрубком введення випарюваного розчину і виведення упареного продукту, згідно корисної моделі, що пропонується, новим є те, що нижні кінці гріючих труб заглушені. Крім того, нижні кінці внутрішніх труб розташовані з невеликим зазором до заглушених кінців гріючих труб, а верхні кінці внутрішніх труб розташовані вище кінців гріючих труб (рисунок 1).[1]

Плівковий випарний апарат працює наступним чином: початковий розчин подається через патрубок 4, потрапляє у внутрішні труби 2, по яких спускається до торців гріючих труб 3 і потрапляє в зазор між гріючими трубами 3 і внутрішніми трубами 2. Гріючі труби 3 обігріваються водяною парою, яка

потрапляє через штуцер 7, внаслідок чого плівка упарюваного розчину буде підніматися по гріючим трубам 3. Упарений розчин відводиться через патрубок 6, вторинна пара відводиться через патрубок 5 і конденсат гріючої пари відводиться через патрубок 8.



1 – корпус, 2 – внутрішні труби, 3 – вертикальні гріючі труби, 4 – патрубок, 5 – проміжна камера, 6 – патрубок, 7 – штуцер, 8 – патрубок.

Рисунок 1 – Схема плівкового випарного апарата з висхідною плівкою

Таке виконання плівкового апарата усуває ерозію гріючих труб, шляхом усунення впливу потоку упарюваного розчину на стінку.

Перелік посилань:

1. Заявка 201507228 Україна МПК В01D 1/22 (2006.01) Плівковий випарний апарат / Р. В. Кичак, С. В. Гулієнко; заявник Р. В. Кичак, С. В. Гулієнко.– № u 2015 07228; заявл. 20.07.2015.

УДК 661.746

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИПАРЮВАННЯ ФІЛЬТРАТУ В СХЕМІ ВИГОТОВЛЕННЯ ІТАКОВОЇ КИСЛОТИ

студент Ліфан А.М., к.т.н., доцент Швед М.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Ітакова кислота – двухосновна карбонова кислота, застосовується як сомономер для карбоксилатних каучуків. Застосування ітакової кислоти в виробництві набуває популярності. Головними споживачами цього продукту є хімічні компанії – виробники полімерів [1]. Але в лінії виробництва ітакової кислоти існує проблема передчасної кристалізації розчину що впливає на якість готового продукту, тому вдосконалення випарного апарату для упарювання розчину є актуальним.

Метою вирішення проблеми являється внесення в будову теплообмінника конструктивних змін в внутрішній будові трубок, а саме концентричне розташування спіральних вставок в середині, для підвищення часу перебування суміші в зоні теплообміну, що призводить до інтенсивного випаровування води з суміші та покращення якості готового продукту. Поставлена мета вирішується за рахунок поданої корисної моделі.

Схема апарату, та розташованих в ньому спіральних вставок в середині гріючих трубок зображена на рисунку 1.

Через штуцер 9 подається гріюча пара і через штуцер 6 підводиться упарюваний розчин, який після заповнення сепаратора 4 переливається через обечайку 20 і заповнює її внутрішню частину на висоту до нижньої кромки вхідних щілин 18 у теплообмінних трубках 12 і далі через щілини 18 надходить на каскад плівкоутворюючих втулок 15 і у вигляді тонкої плівки рухається зверху вниз по всій внутрішній поверхні спіральних вставок 16, що розташовані від нижньої плівкоутворюючої втулки до верхньої. Тонка плівка розчину на внутрішній поверхні спіральних вставок 16 швидко прогривається до

температури кипіння та інтенсивно випаровується, утворена пара через кільцевий і отвір 14 спрямовується всередину трубок 13 і потім через сепаратор 4 і вихідний штуцер 5 – до споживача або на конденсацію, а упарюваний розчин каскад за каскадом, зверху вниз, набираючи концентрацію через вихідний штуцер 8, направляється на подальшу переробку.

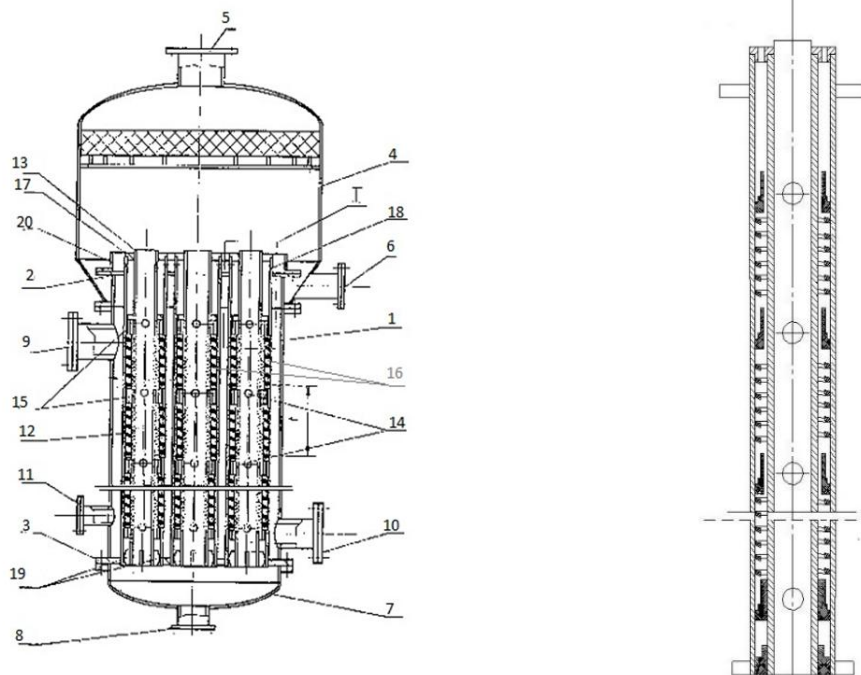


Рисунок 1 – Схема випарного апарату та схема концентрично розташованих спіральних вставок в середині гріючих трубок.

Оскільки випарний апарат, в якому відбувається упарювання звільненого від міцелію фільтрату відіграє важливу роль в технологічному процесі виготовлення ітакової кислоти, то модернізація цього апарату дозволить суттєво збільшити ефективність виробництва.

Перелік посилань:

1. Інтернет ресурс: https://ru.wikipedia.org/wiki/итаконовая_кислота
2. Мосичев М.С., Складнев А.А., Котов В.Б. – Общая технология производств. – М.: Легкая пищевая пр-ность. 1982. – 264с.

УДК 663.53

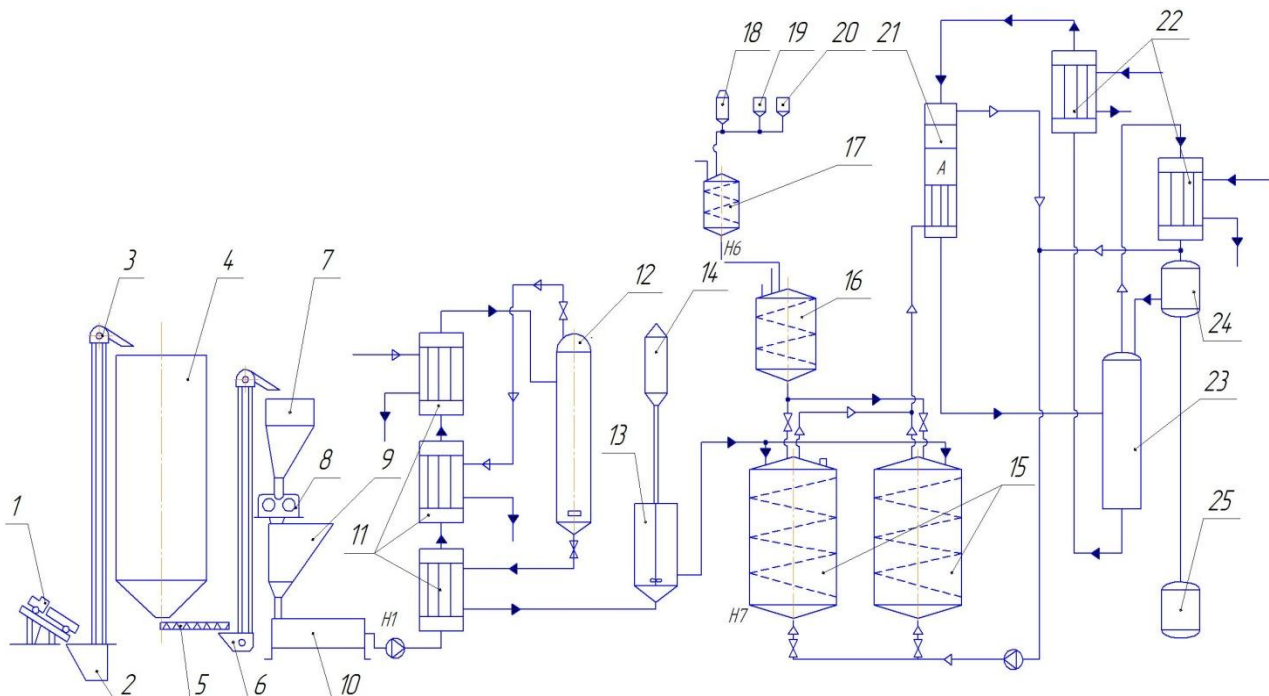
МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ

студент Манастирний М. М., ст. викл. к.т.н. Двойнос Я. Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Біоетанол який отримують у процесі переробки рослинної сировини, широко застосовується як біопаливо або як паливна добавка. Біоетанол, на відміну від нафти, є однією з форм відновлюваних джерел енергії. В зв'язку з цим виробництво біоетанолу зростає. Його отримують з сільськогосподарської сировини: коренеплодів, зернових, цукрової тростини, кукурудзи, меляси. Технологічна схема виділення біоетанолу наведено на рис. 1.



1 – автозавантажувач; 2, 4, 7 – бункер; 3, 6 – транспортер; 5 – конвеєр гвинтовий; 8 – валкова дробарка; 9 – дозатор; 10 – змішувач перед розварним чаном; 11 – підігрівач замісу; 12 – колона розварника; 13 – оцукрювач; 14 – вакуумний випарник; 15 – бродильний чан; 16 – зброжувач; 17 – дріжжанка; 18 – маточник; 19 – збірник розчину солей; 20 – збірник сірчаної кислоти; 21 – абсорбер; 22 – конденсатор; 23 – ректифікаційна колона; 24 – бак для біоетанолу; 25 – бак для кінцевої продукції

Рисунок 1- Технологічна схема виробництва біоетанолу

Сировина подається на бункер 7, після чого відбувається подрібнення на валковій дробарці 8, після чого теплообмінник підігріває суміш перед подачею на колону розварника 12. Потім до охолодженої суміші додається солодове

молоко в оцукрювачі 13. Після оцукрення суміш потрапляє до бродильного чану 15 куди подаються дріжджі. Пари біоетанолу потрапляють до абсорберу 21, абсорбуються водою і потрапляють до ректифікаційної колони 23, після колони пари етанолу з водою конденсуються у дефлегматорі 22, майже чистий етанол через бак 24 частково повертається до ректифікаційної колони, частково в бак 25, як кінцевий продукт.

Наведена технологічна схема є модернізованою, і відрізняється від сучасних модернізацій тим, що бродіння відбувається за атмосферного тиску, але вміст спирту у бродильній масі зменшено за рахунок її барботажу CO_2 , який десорбує етанол, очищується від нього і повертається на барботаж. Таким чином, малий вміст етанолу у бродильній масі запобігає гальмуванню бродіння, також отримані з барди сухі дріжджі більш калорійні, а ректифікація менш енерговитратна. Сучасні технології передбачають перемішування бродильної маси стиснутим сухим CO_2 , а конструкції спиртових пасток, – отримання водо – спиртової суміші з концентрацією етанолу до 5% об'ємних [1]. Аналіз вмісту газів, що виходять з бродильної маси, табл. 1 дозволяє стверджувати, що ефективно винесення етанолу з бродильної маси за рахунок барботажу CO_2 відбувається і при малих значеннях (1 об. %) вмісту етанолу (порівняно з кубовим залишком при традиційній схемі отримання спирту 0,015 об. %).

Таблиця 1 – Вміст етанолу та води у CO_2 , що барботує бродильну масу при температурі $+30^\circ\text{C}$.

Вміст спирту у бродильній масі, об. %	Вміст етанолу у газі після барботажу, об. %	Вміст парів води у газі після барботажу, об. %	Вміст CO_2 у газі після барботажу, об. %
1	0,144	1,686	98,17
3	0,491	1,889	97,62
5	0,788	1,862	97,35
8	1,169	1,881	96,95

Висновок: модернізація актуальна, проектування нової спиртової пастки доцільне.

Перелік посилань:

- 1 Яровенко В. Л., Устинков Б.А. "Справочник по производству спирта"

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ЛІЗИНА З РОЗРОБКОЮ ФЕРМЕНТЕРА

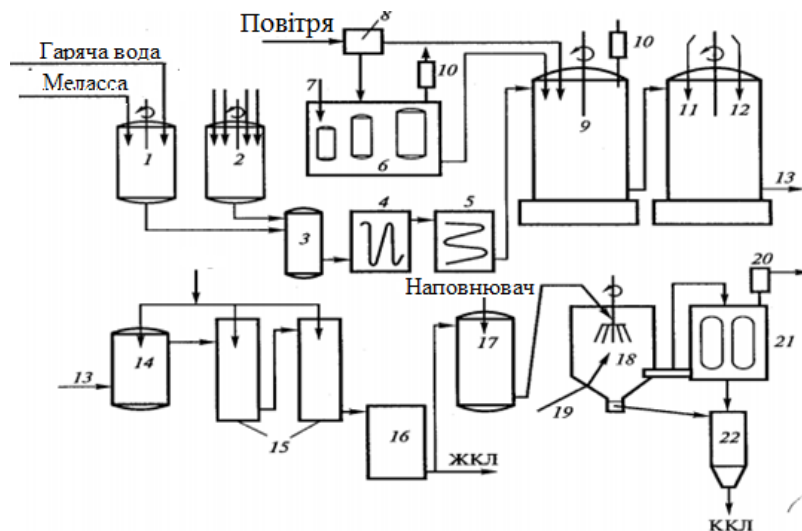
студентка Метліна М.С., к.т.н., доц. Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Лізин – це незамінна амінокислота, котра не синтезується в організмі людей та тварин. Її відсутність в їжі сповільнює ріст у дітей, а у дорослих призводить до від'ємного балансу азоту та порушення нормальної життєдіяльності

Принципова схема лінії виробництва лізину зображена на рисунку 1.



1 - подача бурякової меласи; 2 – водяна суспензія кукурудзяного екстракту та солей; 3 – нагрівна колона; 4, 5 – теплообмінники; 6 – засівні апарати; 7 – подача посівного матеріалу; 8 – система фільтрів для очистки повітря; 9 – ферментер; 10 – фільтри для очищення вихідних газів; 11 – отримання монохлоргідрату лізину; 12 – подача соляної кислоти; 13, 14 – вихід і підігрів монохлоргідрата лізину; 15 – випарна установка; 16 – збірник рідкого концентрату лізину; 17 – змішувач рідкого концентрату лізину з наповнювачем; 18 – розпилювач; 19 – подача гарячого повітря; 20 – очищувач повітря; 21 – відділення сухого препарату лізину від повітря; приймач кормового концентрату лізину

Рисунок 1 – Технологічна схема отримання лізину

Технологія отримання лізину включає в себе наступні етапи: підготовка сировини, ферментація, концентрація, грануляція, сушка.

Сировиною для виробництва лізину є: пшениця, кукурудза, жито, овес, пшоно, ячмінь, буряк тощо.

Перспективним напрямком є проведення модернізації лінії отримання лізину. Що дасть змогу збільшити продуктивність та зменшити економічні витрати на виробництво лізину. Також планується: розробити схему автоматизації даної лінії, а також виконати модернізацію ферментеру який підвищить його продуктивність.

Модернізація вирішується шляхом створення ферментера зі змішувальним пристроєм лопатевого типу, в якому забезпечується циклічний і турбулентний рух оброблюваного середовища, за рахунок встановлення декількох перфорованих лопатей зі спеціальними вигинами біля отворів.

Перелік посилань:

1. Северьянова Л.А. Современные представления о действии аминокислоты L-лизина на нервную и иммунную регуляторные системы / Л.А. Северьянова, М.Е. Долгинцев // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». – 2007. – №2. – С. 67–79.
2. <http://zavkomgroup.com/ru/division/biotechnologies/lysine-production> від 16.03.2016

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

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРНОГО АПАРАТА ДЛЯ УПАРЮВАННЯ МОЛОЧНОЇ КИСЛОТИ

студентка Саввіна В.І., к.т.н., доц. Швед М.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Молочна кислота — безбарвні кристали, легко розчинні у воді. Дуже поширена у природі, так як являється кінцевим продуктом молочнокислого бродіння, яке проходить при прокисанні цукровмісних речовин. В промисловості молочну кислоту добувають, використовуючи *Lactobacillus delbrückii*, методом анаеробної глибинної ферментації. В якості основної сировини використовують мелясу, сахарозу і гідролізати крохмалю [1].

Мета модернізації — підвищення ефективності очищення пари.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що випарний апарат оснащено відцентровим сепаратором, який складається з декількох циліндрів, закріпленим на верхній кришці апарата та виконаним у формі циліндро-конічної ємності, на циліндричній частині якої встановлені тангенціальні плоскі сопла, що розташовані з зсувом одне відносно іншого [2].

Випарний апарат працює таким чином. Після заповнення кип'ятильних труб випарюваною рідиною, підводять теплоносій у нагрівальну камеру. Рідина в трубах нагрівається і випаровується. Утворена вторинна пара з краплями рідини з надтрубного простору попадає у відцентровий сепаратор через тангенціальні плоскі сопла, утворені пластинами 8, 9, 10, 11. В цьому випадку сопла призначені для розгону парорідинної суміші до заданої швидкості та надання потоку тангенціального напрямку. Виходячи з сопел, суміш тангенційно попадає у внутрішню частину сепаратора. Відцентрова сила діє на краплинки рідини, відкидаючи їх на стінки сепаратора. Таким чином, вловлена рідина спливає у конічну ємність 4, потім по трубі 5 попадає у рідинну камеру випарного апарата. Переливна труба 5 є також гідрозатвором сепаратора.

Очищена вторинна пара виходить з сепаратора для нагрівання наступного корпусу випарної установки та інших споживачів тепла.

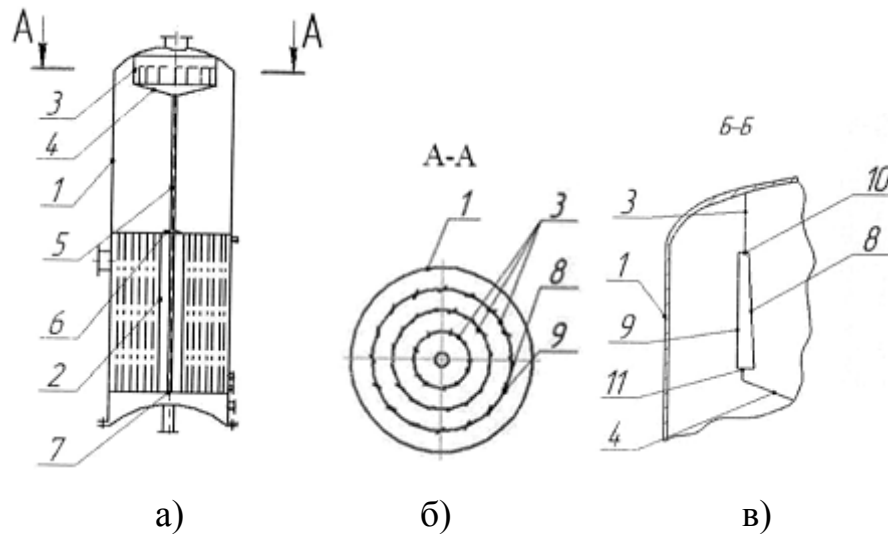


Рисунок 1 – Схема випарного апарата

а) - схематично зображено випарний апарат, загальний вигляд; б) - переріз випарного апарата по А-А; в) - переріз по Б-Б.

1 - корпус, 2 – циркуляційна труба, 3,4 – циліндрична і конічна ємності, 5 – переливна труба, 6, 7 – пластини у верхній та нижній частині, 8, 9, 10, 11 – бокові пластини.

На ідею нової конструкції випарного апарата отримано патент України [2], тема модернізації є актуальною, а проектування нового апарату з отримання молочної кислоти є темою дипломного проекту.

Оскільки, випарний апарат, в якому відбувається упарювання молочної кислоти відіграє важливу роль в технологічному процесі, то модернізація цього апарату дозволить суттєво збільшити ефективність виробництва.

Перелік посилань

1. Матеріал інформаційного сайту Wikipedia [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Молочна_кислота (20.03.16)
2. Патент України. МПК В01D 1/00. Випарний апарат / Саввіна В.І., Степанюк А.Р., UA 103776 U, зареєстровано 25.12.2015р.

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИПАРОВУВАННЯ ПІСЛЯСПИРТОВОЇ БАРДИ

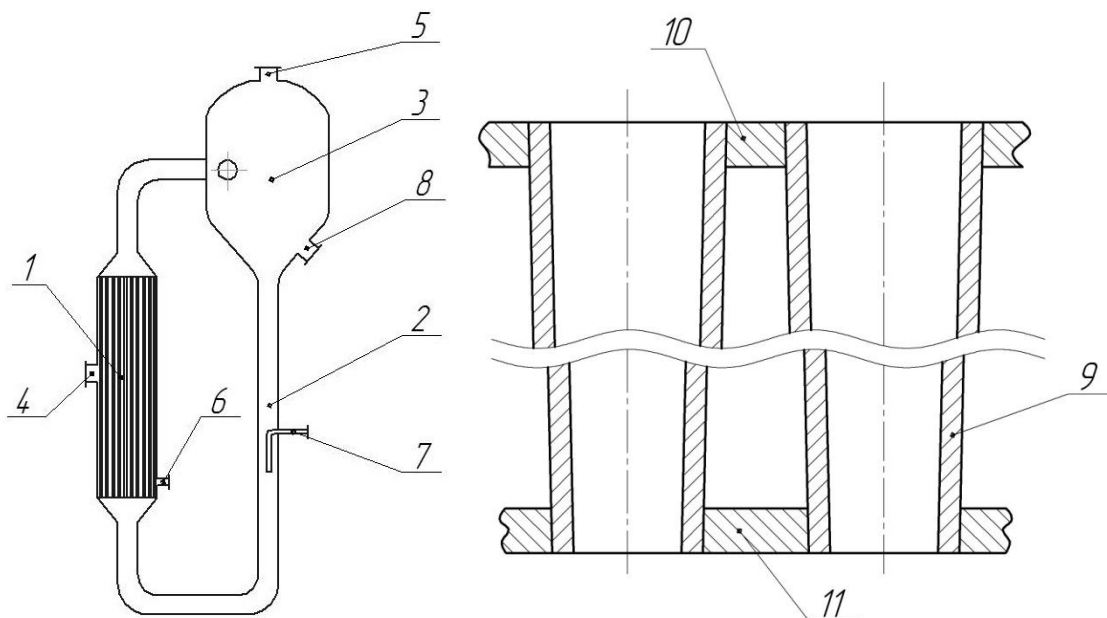
студент Телестаков Є.А., к.т.н., доц. Дахненко В.Л.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В сучасному виробництві спирту важливе місце має вдосконалення обладнання упарювання післяспиртової барди. Зокрема металоємність теплообмінного обладнання складає до 30% вартості всього обладнання, а ефективність роботи впливає на загальні економічні показники виробництва.

Вирішено модернізувати випарний апарат шляхом заміни трубчастої теплообмінної поверхні з циліндричних труб на конічні. Таким чином, схема випарного апарату та поздовжній переріз труб нагрівальної камери зображена на рисунку 1.



1 – нагрівальна камера; 2 – циркуляційна труба; 3 – сепаратор; 4 – вхідний патрубок пари; 5 – вихідний патрубок гріючої пари; 6 – вихідний патрубок конденсату; 7 – вхідний патрубок розчину; 8 – вихідний патрубок упареного розчину; 9 – конічні труби; 10, 11 – трубні решітки.

Рисунок 1 – Схема випарного апарату та поздовжній переріз труб нагрівальної камери.

Встановлення конічних труб в нагрівальну камеру призводить до збільшення ККД апарату та підвищує надійність обладнання підприємства.

Робота апарату полягає в тому що, початкова суміш подається через штуцер 7 у трубний простір, що складається з конічних труб 9 які закріплені з двох сторін за допомогою трубних решіток 10 і 11. Там вона підігривається за рахунок енергії конденсації пари, що подається у міжтрубний простір. Суміш у конічних трубах випаровується, пара, що утворилась, рухається у вигляді бульбашок і штовхає перед собою дяку кількість суміші. Чим вище підіймається суміш тим більше утворюється пари. Збільшення кількості пари компенсується збільшенням діаметру конічної труби. Тим самим забезпечується постійна кількість суміші на поверхні конічної труби. Далі суміш та пара подається у сепаратор 3 де упарена суміш відділяється від пари і відводиться через штуцер 5. Упарена суміш частково відводиться через штуцер 8 а частково потрапляє в циркуляційну трубу 2 де змішується зі свіжою сумішшю.

Оскільки випарний апарат, в якому відбувається упарювання післяспиртової барди, відіграє важливу роль в технологічному процесі, то модернізація цього апарату дозволить зменшити металоємність обладнання та суттєво збільшити ефективність виробництва.

Перелік посилань:

1. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології: підручник для вчз: в 2-х ч./ Лукач Ю.Ю., Мікульонок І.О., Ракицький В.Л., Рябцев Г.Л. – К.: НТУУ «КПІ», 2011., 196 с.
2. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов : в 2-х ч./ Ю.И. Дытнерский. – М. : Химия, 1995

**СЕКЦІЯ 3
«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»**

УДК 676. 056.5

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ЛОЩИЛЬНОГО ЦИЛІНДРА ДЛЯ СУШІННЯ ТОНКИХ ВИДІВ ПАПЕРУ

студент Ващук С.М., асистент Мельник О.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

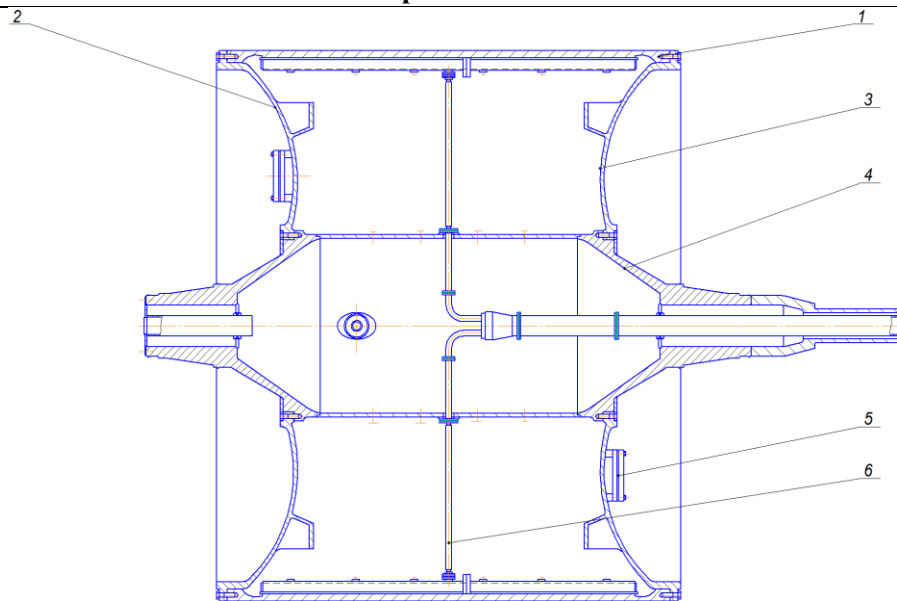
Процес сушіння паперу відбувається на сушильній частині папероробної машини. Найбільш розповсюдженим методом сушіння паперу є контактний. Цей метод забезпечує високу якість сушіння, але потребує значних затрат енергії та призводить до того, що сушильна частина папероробної машини має найвищу металоемність у порівнянні з іншими частинами.

Сушильні частини для тонких видів паперу, таких як санітарно-гігієнічний, цигарковий, папір для серветок тощо, мають особливу компоновку сушильної частини - сушіння таких видів паперу здійснюється на лощильних циліндрах.[1]

Конструктивно лощильний циліндр (рисунок 1) складається з корпусу з гладкою або ребристою внутрішньою поверхнею, кришок та пустотілого валу.

Торцеві кришки циліндрів мають сферичну, випуклу форму і приєднуються до корпусу болтами. В кришці циліндра є лаз для можливості проведення ремонтних робіт всередині циліндра.

В лощильний циліндр через ізольовану трубу в лицьовій цапфі всередину порожнистого валу поступає насичена пара, а потім через отвори в обичайці порожнистого валу – в робочий простір циліндра, нагріваючи стінку корпусу. Отвори призначені для рівномірного розподілу пари в циліндрі. Охолоджуючись, пара конденсується, утворює рівномірне водяне кільце на стінках корпусу циліндра і відводиться сифоном через конденсатовідвідну трубу в приводній цапфі [2].



1 – корпус циліндра; 2 – кришка лицьової сторони; 3 – кришка сторони привода; 4 – центральний вал; 5 – кришка люка; 6 – конденсатовідвідний пристрій

Рисунок 1 – Лоцильний циліндр

Для зниження енергозатрат при конвективному способі сушіння паперу є доцільним встановлення ковпака конвективного сушіння над лоцильним циліндром, що в свою чергу дозволить зменшити вологовміст пари яка при контактному сушінні розповсюджувалась по всьому об'єму за рахунок чого вологовміст зростає, що в свою чергу призводить до зростання затрат енергії. А також необхідно постійно видаляти вологе повітря із зони сушіння і замінити його повітрям з меншим вологовмістом.

Запропонована модернізація дозволить зменшити теплові втрати, а також зменшити енергозатрати.

Перелік посилань:

1.Технология бумаги . Фляте Д.М. Учебник для вузов . – М.: Лесн. пром., 1988 – 440 с .

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

УДК 676.056.4

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРЕСУ ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНОГО ПАПЕРУ

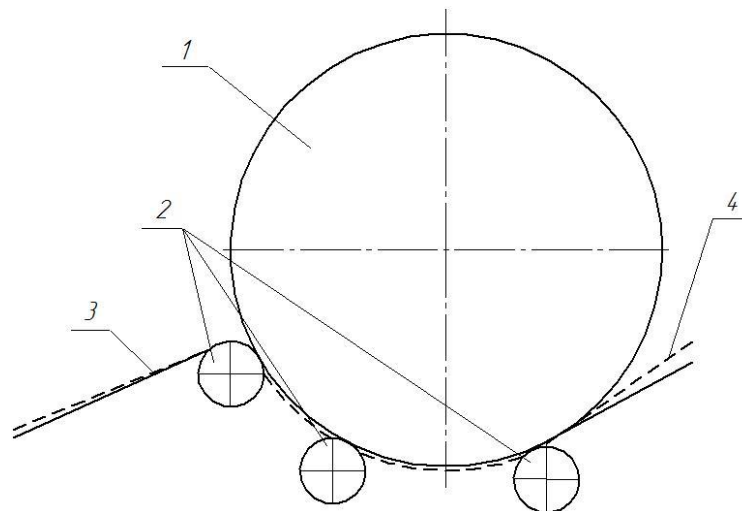
студент Ковальчук В.В., асистент Мельник О.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Значна частина обсягів виробництва целюлозно-паперової продукції припадає на виробництво санітарно-гігієнічних видів паперу, вимоги до якості якого є досить високими. Оскільки його виробництво є складним та енергозатратним процесом, робота направлена на модернізацію пресової частини є актуальною.

Досить часто при виробництві санітарно-гігієнічних видів паперу використовують «комбіновану» пресову частину, в якій пресування відбувається у захваті пресу, між лоцильним циліндром і пресовим валом.[1] Для інтенсифікації процесу зневоднення можна запропонувати конструкцію гарячого пресу папероробної машини (рис. 1), яка складається з лоцильного



1 - лоцильний циліндр; 2 – жолобчаті вали; 3 – сукно пресове; 4 – паперове полотно.

Рисунок 1 – Схема гарячого пресу папероробної машини

циліндра 1, жолобчатих пресових валів 2, які утворюють три пресових захвати і збільшують час контакту паперового полотна з гарячою поверхнею лоцильного циліндра 1.

Запропонована конструкція є достатньо простою у виготовленні та обслуговуванні і не потребує значних капітальних затрат при модернізації встановленого на виробництві обладнання. До того ж використання жолобчатих валів при виробництві санітарно-гігієнічного паперу дозволить отримати ряд переваг, а саме підвищення сухості паперового полотна та рівномірну вологість його по ширині.

Перелік посилань

1. Чичаев А.А. «Оборудование целюлозно – бумажного производства» в двух томах. Том 2. «Бумагоделательные машины» - М.«Лесная промышленность» 1981.- 264с.
2. Коновалов А.Б., Смирнов В.А. «Пресовые части бумаго- и картоноделательных машин». 2006-90с
3. Эйдлин И.Я. «Бумагоделательные и отделочные машины». – М.: Лесн. пром-ть, 1970. – 543 с.
4. Коновалов А.Б. Пресовые части бумаго- и картоноделательных машин: Учебное пособие / Коновалов А.Б.,Смирнов В.А – СПб .: ГОУВПО СПбГТУРП., 2006. – 91 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ ФЛОТАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

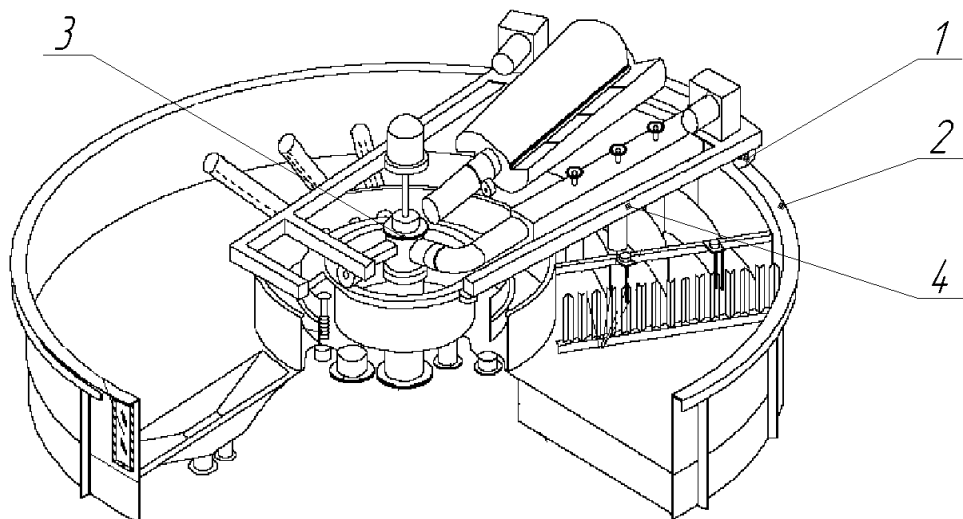
студент Косенко В.В., ст. викл. Зайцев С.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Для зниження забрудненості стічних вод створюють замкнені цикли використання води в виробництві. Процес флотації є одним з найефективніших в очистці стічних вод целюлозно-паперовому виробництві від забруднення целюлозним волокном [1, 2]. Ступінь очистки флотаторів складає 95 – 98 %, що забезпечує целюлозно-паперовому виробництву можливість використання системи водопостачання з мінімальним об'ємом стічних вод шляхом використання обігової води [3].

Одним з всесвітньо визнаних виробників флотаторів є дочірнє підприємство "Мегі" фірми "VOITH". Конструктивно флотаційна установка DELTAPURGE NG 61 фірми "Мегі" (рис. 1) відповідає сучасним вимогам.



1 – колеса; 2 – бігова доріжка; 3 – центральна підшипникова опора; 4 – рухома платформа

Рисунок 1 – Схеми флотаційної установки

Однак при розгляді питання щодо надійності конструкції, то недостатньо надійною виглядає конструкція опори рухомої платформи 4, що опираються з одного боку на два невеличкі колеса 1, а з іншої на упорний роликовий підшипник і два радіальних центруючих підшипники центральної підшипникової опори 3.

При руйнуванні одного з колес зовнішня сторона платформи просідає вниз, створюючи значний згинаючий момент, який діє на центруючі радіально-опорні підшипники, особливо на верхній. Під дією цього моменту сил верхній підшипник може зруйнуватися, що тягне за собою руйнована всієї опори.

Для запобігання таким аваріям запропоновано:

1. Враховуючи швидкість обертання платформи (1 оберт за 5 хвилин), замінити верхній центруючий підшипник бронзовою втулкою, що витримає аварійне навантаження без руйнування;

2. Для зменшення величини аварійного навантаження на центруючу втулку на нижню площину зовнішнього кінця платформи над біговою доріжкою колеса встановити нерухомі опори з проміжком 5 мм між кінцем опори і опорною поверхнею доріжки, по якій рухаються опорні колеса.

Перелік посилань:

1. Антоненко Л.П. Додаткові розділи очистки та рекуперації промислових викидів підприємств з перероблення рослинної сировини/Антоненко Л.П. – НТУУ «КПІ». - 2012. – С.20-23

2. Смирнов В.О., Білецький В.С. Флотаційні методи збагачення корисних копалин/Донецьк – 2010. – С.492.

3. Мацнев А.И. Очистка сточных вод флотацией/ Мацнев А.И. – «будивельник» Киев, – 1976. – С.128

УДК 661.185

**МОДЕРНІЗАЦІЯ НАКАТУ
ПОВЗДОВЖНЬО-РІЗАЛЬНОГО ВЕРСТАТУ**
студент Молодцов В.В., ст. викл. Зайцев С.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Світові обсяги споживання паперової та картонної продукції вимагають прискорення її виготовлення та підвищення якості. На сучасних паперо- та картоноробних машинах ширина паперового полотна сягає 10 м [1]. Отримане паперове полотно потрібно розрізати до транспортабельних або необхідних замовнику розмірів. Для цього використовують поздовжньо-різальні верстати (ПРВ). В умовах зростання швидкості паперо- та картоноробних машин актуальною є задача створення та модернізації різноманітних конструкцій ПРВ [2].

ПРВ є найбільш швидкохідними машинами з числа тих, що використовуються в целюлозно-паперовому виробництві. Вони відносяться до машин періодичної дії, тому їх швидкість має перевищувати швидкість папероробної машини (ПРМ) в 1,5 – 2 рази [2]. Робоча швидкість сучасних ПРВ сягає 2200 м/хв. [3]. Однак в зв'язку з розвитком ПРМ постала необхідність у її підвищенні. Одним з факторів, що можуть впливати на швидкість є дисбаланс намотуваного рулону на накаті ПРВ, ускладнення виникають переважно через застосування двовального наката, вали якого важко привести до абсолютної синхронної частоти обертання та однакового балансування. Тому логічним буде вирішення цієї проблеми за рахунок застосування одновального наката.

Конструктивно одновальний накат (рисунок 1), складається з несучого валу, на який спираються два симетрично розташовані намотувані рулони, дві опорні конструкції, які по мірі збільшення діаметра рулонів відгинаються та два притискні валики [4].

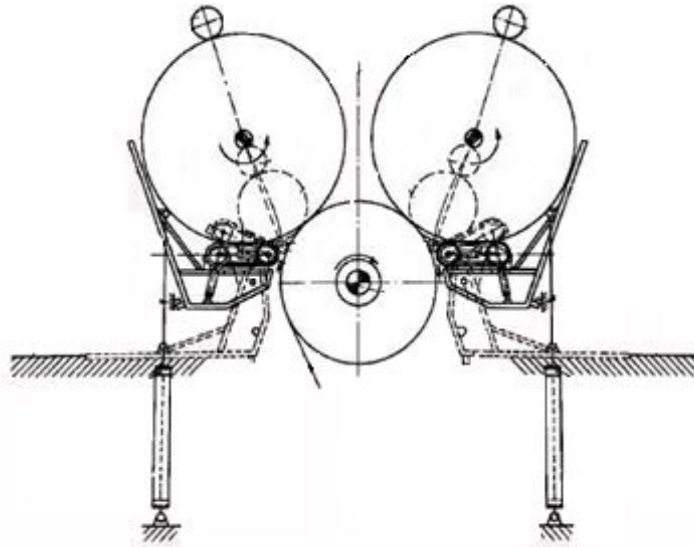


Рисунок 1 – Схема одновального накату

Така конструкція одновального накату забезпечує зниження габаритів відомого верстата, покращує балансування, дозволяє збільшити швидкість ПРВ до 3000 м/хв. та знижує енерговитрати.

Недоліками конструкції є складність механізму притискання рулонів та збільшення вартості ПРВ через установку спеціальних опорних конструкцій.

Перелік посилань:

4. Науковий вісник НТУУ України. – 2011. – 21.8 - 278 с.
5. Эйдли, И.Я. «Бумагоделательные и отделочные машины»./ Эйдли И.Я. – М.: Лесн. пром-ть, 1970. – 543 с.
6. <http://redirect.voith.com/index2.php?R=D651D98E2B3C0> від 12.03.2016 р.
7. EP 1657193 A1, Int. Cl. B65H 18/14, B65H 18/16, B65H 19/22. Rollenwickelvarrichtung/ Kohnen, Josef (DE); Prioritat 13.11.2004 DE 102004054988; Anmeldetag. 25.10.2005.

УДК 676.056.713

МОДЕРНІЗАЦІЯ МАШИННОГО КАЛАНДРУ

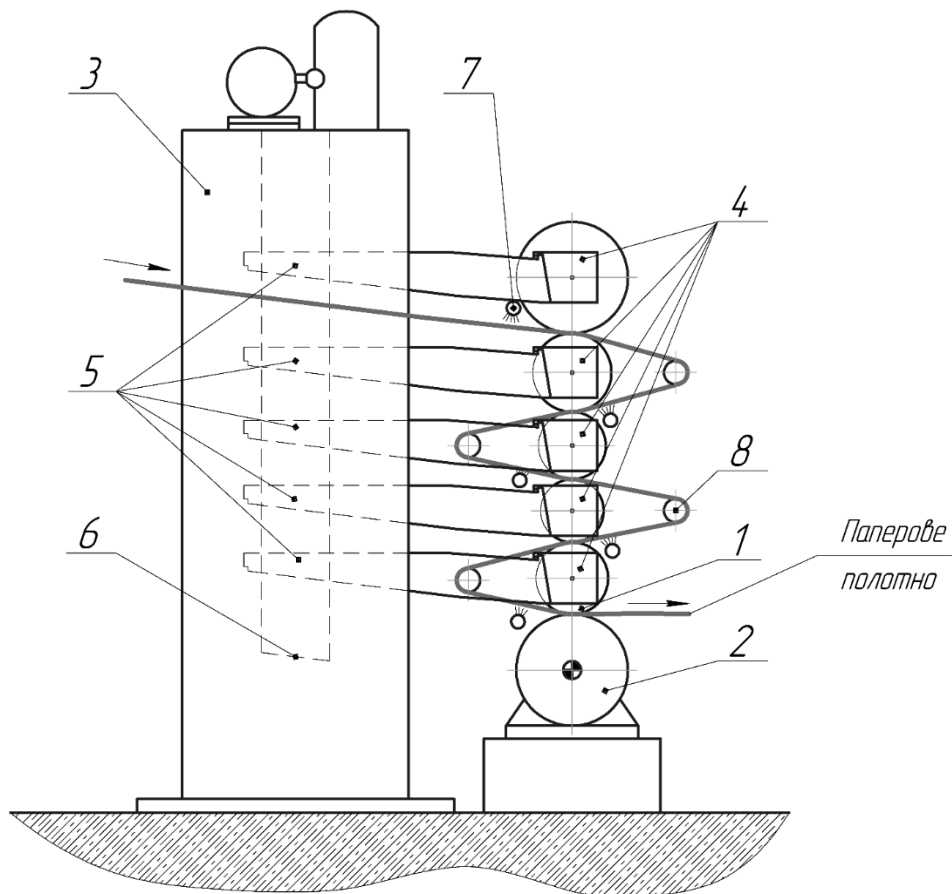
студент Олійник А.Р., ст. викл. Новохат О.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Для збільшення інтенсивності каландрування та покращення якості каландрування і зменшення енерговитрат запропоновано ряд можливих рішень [1].

Одним з них є технічне рішення, що представлено на рис. 1 [2].



- 1 - батарея валів; 2 - корінний вал; 3 – станина;
4 - корпуси підшипників; 5 - важелі валів; 6 - підйомно-притискний пристрій; 7 - парові сприски; 8 - нагрівні валики.

Рисунок 1 – Схема машинного каландру

Запропонований каландр являє собою батарею з металевих валів, які розташовані вертикально і спираються під дією власної ваги на корінний вал

батареї. Каландр має дві дзеркально розміщені станини, у яких розміщені корпуси підшипників і важелі валів. Також є привід для обертання другого знизу валу; валики, що нагріваються і встановлені почергово на деякій відстані між суміжними валами і парові сприски, які розміщені між вертикальними валами і направлені на поверхню паперового полотна.

Каландр машинний працює наступним чином: попередньо зволене паперове полотно потрапляє у перший захват між валами та проходить почергово через всі захвати валів зверху вниз. Вали обертаються за рахунок притискання один до одного по периферії та контакту з нижнім приводним валом, розташованому в даному випадку другим знизу. Тиск між валами створюється власною вагою і за допомогою механізму притискання [2].

Покращення та інтенсифікація каландрування відбувається шляхом встановлення парових сприсків і грійних валиків. Перед надходженням картонного полотна в захват розміщені парові сприски, які направлені на поверхню полотна. Їх встановлення дозволить зменшити в'язкість вологи в картоні, таким чином покращуючи якість каландрування. Встановлення після кожного захвату проміжних грійних валиків зменшує вірогідність зминання та обриву картонного полотна.

Запропонована конструкція реалізує задачу покращення якості готової продукції за рахунок зменшення в'язкості вологи та зменшення числа обривів та зминань, що покращує лоск і гладкість паперу.

Перелік посилань:

1. Олійник А.Р., Новохат О.А. Тенденції розвитку каландрування в Україні./ Збірник тез доповідей XVII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» (24-26 листопада 2015р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 145 с.
2. Новохат О.А., Олійник А.Р. Каландр машинний U 2016 00617

УДК 676.056.42

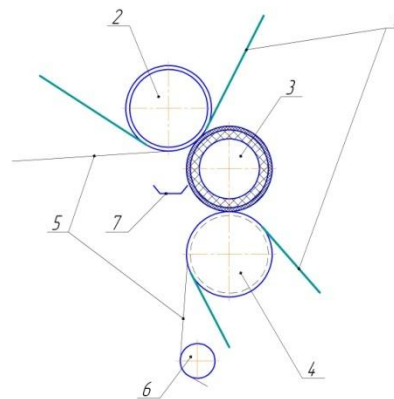
МОДЕРНІЗАЦІЯ ВАЛУ ІЗ ПОРИСТИМ ПОКРИТТЯМ КОМБІНОВАНОГО ПРЕСУ КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ

асист. Гробовенко Я. В., студент Онищенко Д. М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В наш час, при виробництві паперу та картону, отримали широке розповсюдження конструкції багатовальних пресів різноманітної компоновки та призначення (рисунок 1). Вони в значній мірі підвищують сухість полотна, дозволяють збільшити робочу швидкість, виготовити продукцію з більш дешевої сировини, забезпечують комфортне автоматичне проведення полотна та легке видалення браку.



1 – пресове сукно; 2 – жолобчатий вал; 3 – вал із пористим покриттям; 4 – вал із глухими отворами; 5 – картонне полотно;

6 – картоноведучий валик; 7 – корито

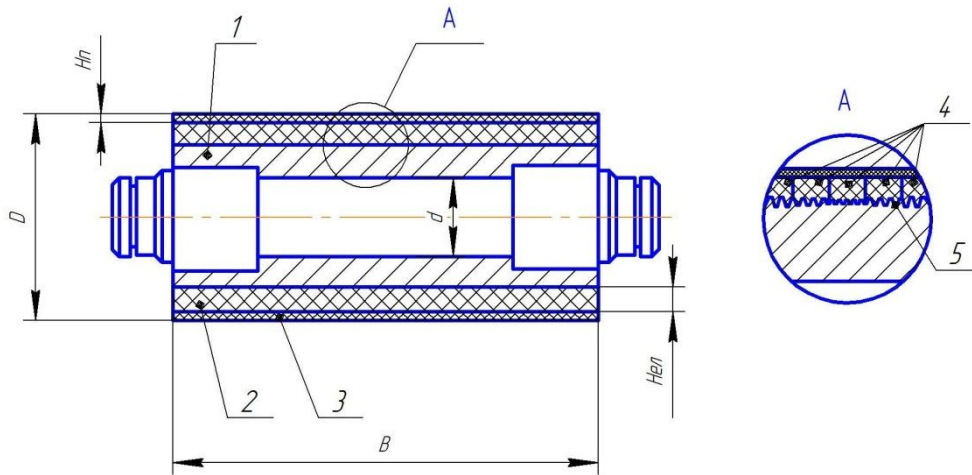
Рисунок 1 – Схема комбінованого пресу

Одним із основних елементів комбінованого пресу являється вал із пористим покриттям, що розташовується між жолобчатим валом та валом із глухими отворами. Таке розміщення валу із пористим покриттям сприяє безпечному проходженню картонного полотна через обидва захвати комбінованого пресу. Конструкція валу із пористим покриттям має задовольняти вимогам по рівномірному розподіленню лінійного тиску та створенню достатньої поверхні пресування в захватах пресу.

Мета модернізації валу – інтенсифікація процесу та підвищення якості пресування полотна.

Поставлена мета досягається тим, що пресовий вал (рисунок 2) має металевий сердечник на якому розміщені верхній пористий шар, та внутрішній еластичний, який складається з дев'яти зон, що мають різну твердість, яка

поступово збільшується від країв валу до його середини, тобто дві крайні зони мають найменшу твердість, а середня – найбільшу, а зовнішня поверхня металевого сердечника валу виконана у формі ребристих зубців висота, яких зменшується від країв валу до його середини.



- 1 – металевий сердечник; 2 – внутрішній еластичний шар;
3 – зовнішній пористий шар; 4 – зони внутрішнього еластичного шару;
5 – ребристі зубці металевого сердечника

Рисунок 2 – Вал із пористим покриттям

Перевагами модернізованої конструкції валу із пористим покриттям є:

- ефективне та рівномірне видалення вологи із полотна;
- компенсація прогину валу, внаслідок збільшення зон еластичного покриття, що мають різну твердість;
- усунення можливості зсуву еластичного шару відносно сердечника валу внаслідок наявності ребристих зубців на зовнішній поверхні сердечника.

Вал працює наступним чином: при контакті даного валу з суміжними проходить деформація внутрішнього еластичного шару 2. Твердість зон 4 підібрана таким чином, щоб мав місце тільки згин цього шару з утворенням розширеної зони пресування, а деформація зовнішнього пористого шару 3 в круговому напрямі і радіальна деформація були б дуже малими. Внутрішній еластичний шар 2 під дією суміжних валів отримує радіальну та кругову деформацію, яка збільшується від середини довжини шару до її країв і компенсує прогин несучого валу.

Перелік посилань:

1. Пресс бумагоделательной машины : пат. 964045. СССР : МПК D 21 F 3/00 / Д. А. Алмакаев; заявитель Центральный научно-исследовательский и проектно конструкторский институт по проектированию оборудования для целлюлозно – бумажной промышленности; 07.10.82 Бюл. №37.

УДК 676.056.42

УСТАНОВКА ТРЬОХВАЛЬНОГО ПРЕСА КАРТОНОРОбНОЇ МАШИНИ

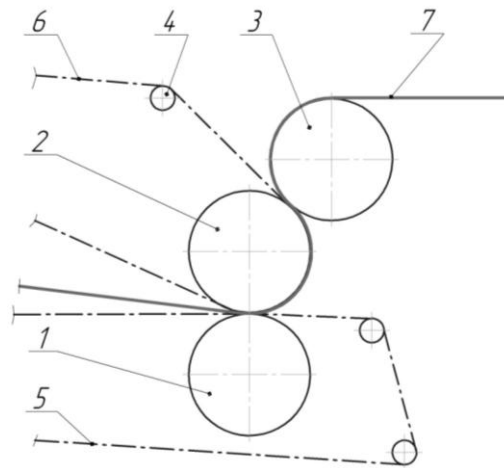
ст. викл. Зайцев С.В., студ. Процак А.С.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Від правильного вибору видів конструкцій пресів та їх розташування в пресовій частині на пряму залежить продуктивність картоноробної машини, сухість картонного полотна та витрати енергії на видалення вологи з нього. Це значною мірою впливає на енергетичні та економічні витрати при виробництві картону в цілому. Застосування новітніх конструкцій пресування дозволить знизити енерговитрати виробництва, тим самим знизити його вартість, що в свою чергу дозволить випускати більш якісну продукцію та вивести її на конкурентоспроможний рівень. Вводити новітні технології та конструктивні розробки можна шляхом здійснення модернізації існуючого обладнання або окремих його частин.

До останнього часу в конструкціях пресових частин картоноробних машин переважно застосовували двовальні преси валкового типу. При збільшенні швидкості картонного полотна виникла необхідність у збільшенні числа встановлених пресів для отримання необхідної сухості після пресової частини. Появою трьохвальних пресів в пресовій частині картоноробної машини було зумовлено, з одного боку, прагненням отримати більш компактну пресову частину, а, з іншого боку, - забезпечити проходження картонного полотна крізь захвати валів з малим числом обривів і підвищити працездатність машини в цілому. При цьому ефективність зневоднення картонного полотна на одному трьохвальному пресі у багатьох випадках виявляється настільки високою, що встановлення додаткового преса стає не потрібним.

Схема одного з варіантів конструктивного виконання трьохвального преса наведена на рисунку 1.



- 1 – вал з глухими отворами; 2 – відсмоктуючий вал;
3 – гладкий вал; 4 – сукноведучий валик; 5 – нижнє пресове сукно;
6 – верхнє пресове сукно; 7 – картонне полотно

Рис. 1 – Схема трьохвального преса КРМ

Прес зображений на рис.1 складається з нижнього валу з глухими отворами 1, середнього відсмоктуючого валу 2 та верхнього гладкого валу 3. Картонне полотно рухається між двома сукнами: верхнім 5 і нижнім 6, що є пружною основою для транспортування і майже вдвічі підвищує ефективність зневоднювання. В процесі проходження картонного полотна між валами пресу, в якому тиск в захватах по ходу машини поступово зростає, відбувається не лише підвищення сухості, але і його ущільнення, наслідком чого є покращення поверхні картонного полотна, зниження його пористості, підвищення густини та міцності.

Перелік посилань:

1. Коновалов А.Б., Смирнов В.А. Пресовые части бумаго- и картоноделательных машин: Учебное пособие/ГОУВПО СПбГТУРП. СПб., 2006. - 91 с.: ил.50. – ISBN 5-230-14391-6.
2. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону: Навч. посіб./ Друге видання, переробл. – Київ: ЕКМО, 2008. – 425 с.

УДК 676.058.1

**МОДЕРНІЗАЦІЯ НАКАТУ
ПОЗДОВЖНЬО-РІЗАЛЬНОГО ВЕРСТАТУ**
студент Рисич О.В., асистент Мельник О.П.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

На роботу поздовжньо-різальних верстатів (ПРВ) і якість намотування рулонів великий вплив мають точність загострення та установки ножів, натяг паперового полотна, тиск рулону паперу на несучі вали і різниця моментів їх обертання.

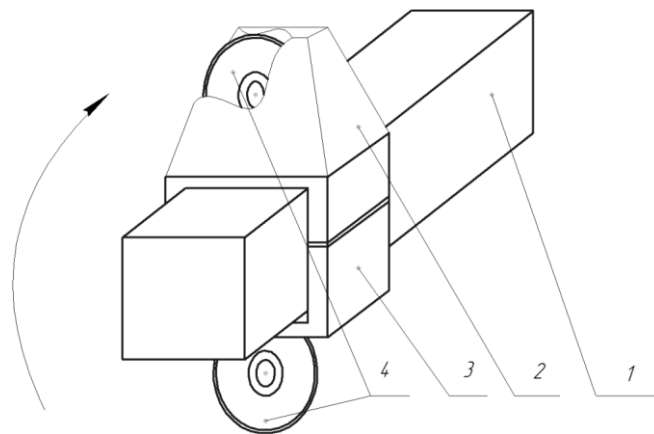
Сучасні ПРВ є пристроями які разом з основною функцією забезпечують автоматичну правку і натяг паперового полотна, автоматичне притискання рулону до несучих валів, врахування метражу полотна тощо. Після досягнення заданого розміру рулону (зазвичай в діаметрі 800...1100 мм і завширшки 420...2100 мм в залежності від виду продукції) верстат зупиняється. Рулони зіштовхуються з несучих валів за допомогою пневматичних пристроїв на механізм опускання рулонів, а потім ідуть на маркування та упакування, що здійснюється на сучасних машинах автоматично.[1]

Однак сучасні ПРВ залишаються машинами періодичної дії і одним із методів підвищення їхньої продуктивності є скорочення часу на обслуговування та ремонт.

Авторами [2] запропоновано полегшити процеси монтажу та ремонту поздовжньо-різальних верстатів, за рахунок того, що верхні ножі виконані у вигляді кріпильного блока, під яким розташована монтажна консоль з тримачем ножа, який приводиться в рух через пасову передачу.

Недоліком даної конструкції є великі витрати часу на заміну ріжучих органів машини, а також необхідність монтажу та демонтажу лез. Зменшити вплив вказаного недоліку можна шляхом модернізації запропонованої конструкції.

Замість того, щоб розбирати вузол, тим самим затримуючи пуск верстата, на якому встановлено лезо ПРВ, можна використати двобічне розташування лез, відносно опорної балки, на якій вони встановлюються з подальшим обертанням її на 180 градусів, відносно своєї осі при необхідності зміни лез, які знаходяться в експлуатації і вичерпали свій ресурс. Тим самим збільшити час роботи перед заміною вузла. Схема розташування лез на опорній балці зображена на рисунку 1.



1 - опорна балка; 2 - захисний кожух; 3 - кріпильний роз'ємний блок; 4 - ріжучий ніж;

Рисунок 1 – Схема розташування лез на станині

Запропонована модернізація дозволить досить значною мірою знизити витрати часу на заміну ножів та обслуговування верстату в цілому.

Перелік посилань.

1. С.П. Примаков, В.А. Барбаш «Технологія паперу і картону» - Київ: намотування та нарізання паперу і картону, 2008. – 343с.
2. Патент України на корисну модель UA 63371, Бюл.№ 19, 2011 р.

УДК 676.026.52

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВАЛУ ПРЕСОВОГО

студентка Телестакова В.В., ст. викл. Новохат О.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Процес проклеювання картону – це надання йому властивостей зменшення поглинання води і водних розчинів [2]. Його метою є рівномірне пресування і ефективне проклеювання картонного полотна по всій довжині валу для покращення якості продукції. Тому робота направлена на вдосконалення клеїльного пресу картоноробної машини.

Вдосконалити конструкцію клеїльного пресу можна за допомогою модернізації нижнього пресового валу. Одним з його недоліків є те, що завдяки гладкій поверхні валу в зоні пресування утворюється надлишок клею, що негативно впливає на проклеювання та збільшує витрати клею.

Для вирішення поставленої задачі запропонована конструкція [1], що показана на рисунку 1.

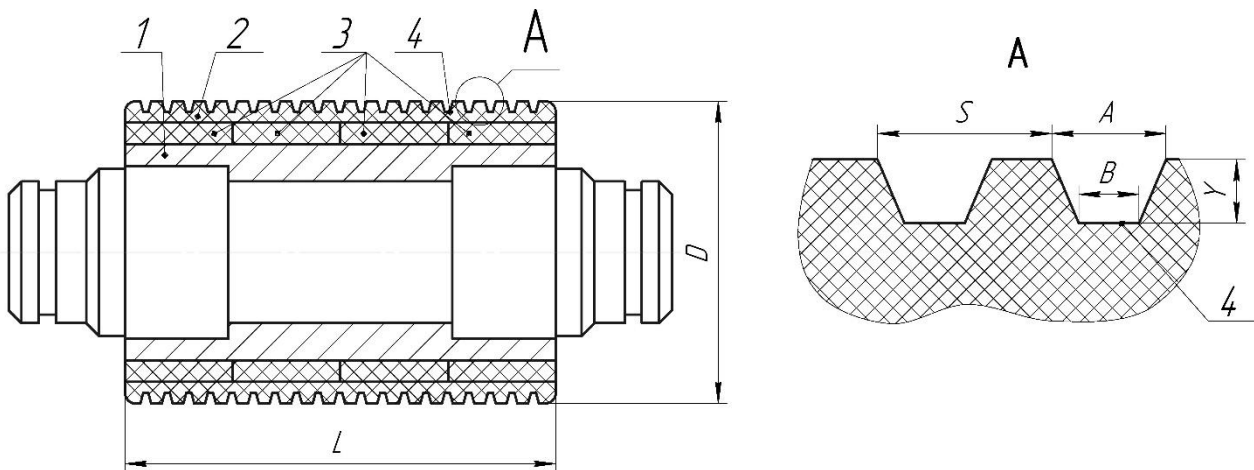


Рисунок 1 - Повздовжній розріз валу клеїльного пресу

1 – сердечник; 2,3 – шар покриття з низькою адгезією; 4 – жолобки.

На верхньому еластичному шарі розробленого нижнього валу клеїльного пресу нанесені жолобки, їх призначення - відвід із зони проклеювання

паперового полотна надлишку клею, що видаляється далі із них за допомогою відцентрової сили.

Для рівномірного проклеювання паперового полотна по всій його ширині на поверхні валу жолобки нарізані рівномірно із трапецеїдальною формою в перерізі.

Вал складається із сердечника 1, на якому нанесені шари 2 і 3, що виконані з гуми, поліуретану чи іншого матеріалу з низькою адгезією поверхні. Верхній шар 2 має жолобки трапецеїдальної форми, де менша основа трапеції є ближчою до центру валу. Жолобки виконані з певним кроком S , ширина більшої основи A , меншої B , глибина жолобків Y .

Вал працює наступним чином: при контакті поверхні валу з паперовим полотном, на який нанесений шар клею, відбувається проклеювання паперу, а також відведення лишнього клею за допомогою жолобків 4. Відведення клею з жолобків поза зоною пресування відбувається за допомогою відцентрової сили, що виникає під час обертання валу. Трапецеїдальна форма жолобків полегшує проходження клею в них та подальше його видалення.

Така конструкція валу клеїльного пресу забезпечує ефективне проклеювання паперового полотна по всій його ширині шляхом видалення надлишку клею з зони проклеювання та зменшує його витрати. Також під час проклеювання зменшується вірогідність руйнування та пошкодження структури паперового полотна.

Перелік посилань:

1. Заявка на патент України на корисну модель № u201511286.
2. Фляте Д.М. Технологія бумаги. Учебник для вузов. – М.: Лесн. Пром-сть, 67-90с.

УДК 676.026.7

МОДЕРНІЗАЦІЯ НАКАТУ ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ

студентка Шкут М.А., асистент Мельник О.П.

Національний технічний університет України

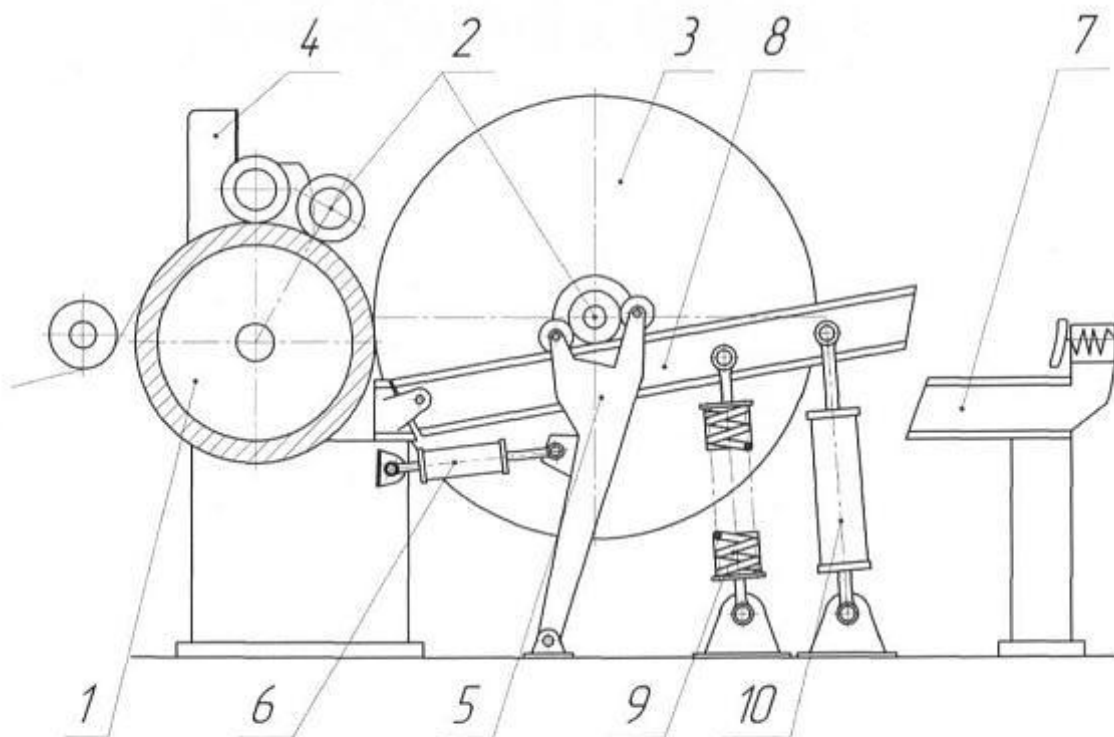
«Київський політехнічний інститут»

Виробництво паперу є складним багатоопераційним процесом, який починається під час заготовки деревини і закінчується отриманням рулонів готової продукції на накаті папероробної машини. В останні десятиліття конструкції ПРМ та їх вузлів дуже швидко змінювалися і постійно модернізувалися. Це пов'язано з постійним зростанням вимог до якості готової продукції та зменшення енергетичних затрат на виробництво.

Накат є одним із основних пристроїв ПРМ, що значною мірою впливає на якість готової продукції. Накат повинен забезпечувати рівномірну щільність намотування. Слабо намотаний рулон паперу при зберіганні легко деформується, втрачає циліндричну форму і витки в ньому легко зміщуються один відносно одного вздовж осі. При розмотуванні такий рулон обертається нерівномірно, тому натяг паперу непостійний, що призводить до збільшення числа обривів. При занадто тугому намотуванні підвищені напруги в паперовому полотні також можуть привести до обривів полотна. Тому робота направлена на вдосконалення та модернізацію існуючих конструкцій накатів ПРМ є актуальною.

Авторами [1] запропоновано конструкцію схема якої представлена на рисунку 1. Дана конструкція дає змогу задіяти силу власної ваги рулону, що намотується з метою покращення якості намотування. Для цього в конструкції встановлені пружини та пневмоциліндри, розташування яких може призвести до перекосів рулону під час намотування.

З метою усунення вказаного недоліка можна модернізувати конструкцію шляхом встановлення стабілізуючих елементів, які будуть запобігати перекосу направляючих балок під час намотування рулону.



Фіг. 1

1 – циліндр намоту; 2 – тамбурний вал; 3 – рулон паперу; 4 – заправочні важелі; 5 – робочі важелі; 6 – пневматичні циліндри робочих важелів; 7 – станина; 8 – направляючі балки; 9 – пружини; 10 – пневмоциліндри.

Рисунок 1 – Схема периферичного намоту.

Перелік посилань.

1. Патент України на корисну модель UA78696. Бюл. №6 25.03.2013.

**СЕКЦІЯ 4
«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»**

УДК 676.18

ВИБІЛЮВАННЯ ЛЛЯНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ РОЗЧИНАМИ ПЕРОКСИДУ ВОДНЮ

студентка Івченко О.А, к.т.н, доц. Дейкун І.М

Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Пероксид водню є ефективним реагентом для вибілювання целюлози, дія якого спрямована руйнування хромофорних груп лігніну, що забезпечує високу білість целюлози. Використання пероксиду водню також має значні переваги з точки зору охорони навколишнього середовища [1].

Пероксид водню використовується як на стадіях довибілювання сульфатної целюлози, так на стадіях делігніфікації [2].

Метою роботи є визначення впливу різних стадій вибілювання лляної целюлози розчинами пероксиду водню на показники її якості.

Для досягнення вказаної мети були поставлені такі задачі: провести вибілювання целюлози пероксидом водню в кислому та лужному середовищі і визначити показники якості облагородженої лляної целюлози.

Методи дослідження

Для дослідження використовували лляну натронну целюлозу з вмістом залишкового лігніну 3,7 % і α -целюлози 93,2 %.

Вибілювання проводили за схемами Q – П+К – П+Л – К та Q – П+Л – П+К – К та, де

Q - обробка розчином Трилону Б в кислому середовищі за витрати реагенту 0,5 % від маси а.с.с, за температури 60 °С упродовж 30 хв;

П+Л – вибілювання целюлози пероксидом водню в лужному середовищі з витратами пероксиду водню 5 % і гідроксиду натрію 1 % від маси а.с.с. в присутності силікату натрію та концентрації маси 10 % за температури 95 °С упродовж 150 хв;

П+К – вибілювання целюлози пероксидом водню в кислому середовищі з витратами пероксиду водню 3 % та сірчаної кислоти 5% від маси а.с.с. та концентрації маси 10 % за температури 95 °С упродовж 150 хв;

К – кислотування за витрати соляної кислоти 0,5 %, концентрації маси 10% та температури 20 °С упродовж 30 хв.

Процес вибілювання проводили в скляних колбах у термостаті за заданих температур і тривалості. Кожна стадія оброблення целюлози

Показники якості целюлози	Схема вибілювання	
	Q – П+К – П+Л – К	Q – П+Л – П+К – К
	Значення показника	
Вихід,% до невибіленої целюлози	95,33	91,65
Зольність,%	0,05	0,35
Вміст α-целюлози,%	94,80	95,22
Вміст залишкового лігніну,%	0,75	0,43

закінчувалася її промиванням дистильованою водою до нейтральної реакції.

В табл. 1 наведено показники якості вибіленої лляної целюлози, одержаної за досліджених схем вибілювання.

Таблиця 1 – Показники якості вибіленої лляної целюлози

Встановлено, що вибілювання пероксидом водню в кислому середовищі на першій стадії дає кращі результати, ніж на другій. За схеми вибілювання Q – П+К – П+Л – К спостерігалася менша деструкція вуглеводних компонентів рослинної сировини, завдяки чому вихід целюлози після вибілювання був вищий.

Перелік посилань:

1.Технология целлюлозы: В 3 т. /Непенин Ю.Н. - М.: Экология, 1994.- Т.3: Очистка, сушка и отбелка целлюлозы. Прочие способы получения целлюлозы. -592 с.

2. Хакимова Фирдавес Харисовна, Ковтун Татьяна Николаевна, Синяев Константин Андреевич, Носкова Ольга Алексеевна. Способ отбелки целлюлозы. Пат. № 2445415, Россия. Заявлено 18.11.2010; Опубл. 10.08.2012.

**СЕКЦІЯ 5
«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА»**

УДК 531/534 (075.8)

ЗАСТОСУВАННЯ АНАЛОГІЙ «СИЛА-СТРУМ»

У МЕХАНІЦІ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЦІ

студ. Калюжний Д.В., к. т. н., доцент Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Розглядувана в роботі аналогія «сила-струм» побудована на використанні першого закону Кіргофа: *алгебраїчна сума струмів, що збігаються у вузлі, дорівнює нулю.*

Як відомо, для механічної системи з N степенями вільності та голономними в'язями потенціальна енергія і функція розсіювання енергії мають вигляд:

$$T = \frac{1}{2} \sum_{j,k=1}^N a_{jk} \dot{q}_j \dot{q}_k; \quad \Pi = \frac{1}{2} \sum_{j,k=1}^N c_{jk} q_j q_k; \quad \Phi = \frac{1}{2} \sum_{j,k=1}^N \beta_{jk} \dot{q}_j \dot{q}_k. \quad (1)$$

Так як для механічної системи елементарна робота

$$\delta A = \sum_{j=1}^N Q_j \delta q_j,$$

а рівняння механічної системи з N степенями вільності має вигляд

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial T}{\partial q_j} = - \frac{\partial \Pi}{\partial q_j} - \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_j} + Q_j,$$

то з урахуванням (1):

$$\sum_{k=1}^N (a_{jk} \ddot{q}_k + \beta_{jk} \dot{q}_k + c_{jk} q_k) = Q_j, \quad (2)$$

$$j = 1, 2, \dots, N.$$

Для електричної системи рівняння, що описують коливання N -контурної електричної системи і виражають II закон Кіргофа мають вигляд:

$$\sum_{k=1}^N (L_{jk} \ddot{q}_k^e + R_{jk} \dot{q}_k^e + \frac{1}{C_{jk}} q_k^e) = e_j, \quad (3)$$

$$j = 1, 2, \dots, N.$$

Розглянемо лінійне електричне коло з N парами вузлів. За узагальнену електричну координату приймемо напругу U . В цьому випадку, згідно з електродинамічними аналогіями в системі з одним ступенем вільності, вирази

$$T_2^e = \frac{1}{2} C \dot{U}^2, \quad \Pi_2^e = \frac{1}{2} \frac{1}{L} U^2, \quad \Phi_2^e = \frac{1}{2} \frac{1}{R} \dot{U}^2, \quad Q_2^e(t) = \frac{di}{dt}$$

для електростатичної (T_2^e) та електромагнітної (Π_2^e) енергій і функції розсіювання (Φ_2^e) матимуть вигляд

$$T_2^e = \frac{1}{2} \sum_{j,k=1}^N C_{jk} \dot{U}_j \dot{U}_k; \quad \Pi_2^e = \frac{1}{2} \sum_{j,k=1}^N \frac{1}{L_{jk}} U_j U_k; \quad \Phi_2^e = \frac{1}{2} \sum_{j,k=1}^N \frac{1}{R_{jk}} \dot{U}_j \dot{U}_k.$$

Узагальненою силою є похідна $\frac{di}{dt}$. У цьому випадку рівняння Лагранжа - Максвелла для електричного кола з N парами вузлів набуде вигляду

$$\sum_{k=1}^n (C_{jk} \ddot{U}_k + \frac{1}{R_{jk}} \dot{U}_k \frac{1}{L_{jk}} U_k) = \frac{di_j}{dt}, \quad (4)$$

$$j = 1, 2, \dots, N.$$

Порівнюючи рівняння (4) і (1), бачимо, що при аналогії «сила струм» коефіцієнтам інерції a_{jk} відповідають коефіцієнти ємності конденсатора C_{jk} ; коефіцієнтам розсіювання енергії β_{jk} — інверсні опори $\frac{1}{R_{jk}}$ (провідності); коефіцієнтам жорсткості c_{jk} — інверсні індуктивності $\frac{1}{L_{jk}}$; узагальненим силам Q_j - похідні $\frac{di_j}{dt}$ (швидкості сили зміни струму).

Отже, електричні кола з послідовним з'єднанням елементів і паралельним з'єднанням елементів є аналогом однієї й тієї самої механічної системи. Це означає, що кожній ланці з паралельним з'єднанням елементів можна поставити у відповідність ланку з послідовним з'єднанням відповідних елементів.

Такі електричні ланки, які є аналогом однієї й тієї самої механічної системи, називають *дуальними*.

УДК 531/534(0.75.8)

УМОВИ ДИНАМІЧНОГО ЗРІВНОВАЖУВАННЯ ТВЕРДОГО ТІЛА

студ. Крестошина О.П., к.т.н., доцент Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Дослідимо динамічні рівняння обертального руху твердого тіла навколо нерухомої осі, а саме з'ясуємо умови динамічного зрівноважування тіла. Так як нас цікавлять реакції в'язей у підшипниках A і B , то їх буде 6. В них реакції в опорах A і B визначаються: активними силами \vec{F} та їхніми моментами \vec{M}_O , що прикладені до тіла; силами інерції та їхніми моментами, які записані у лівих частинах рівнянь. Тому, якщо кожному з реакцій опор подати у вигляді двох складових, одна з яких визначається лише активними силами, а друга – динамічний додаток реакції \vec{R}_d – зумовлена силами інерції та їхніми моментами і перетворюється на нуль, як тільки тіло перестане обертатися ($\omega = 0, \varepsilon = 0$), тобто $\vec{R}_A = \vec{R}_A^F + \vec{R}_A^d; \vec{R}_B = \vec{R}_B^F + \vec{R}_B^d$ (1), то першу складову реакції \vec{R}_A^F, \vec{R}_B^F можна визначити з рівнянь статички. Ці складові реакцій називають статичними.

Динамічні складові реакцій в'язей визначаються з таких систем рівнянь:

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

Розглянемо чотири рівняння (2). Ці рівняння 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 ліві частини рівнянь (2) дорівнюватимуть нулю. Розглядаючи як невідомі x_c, z_c, I_{xy}, I_{zy} та об'єднуючи перше і друге, третє і четверте рівняння системи (2), дістанемо дві незалежні системи рівнянь

$$\begin{aligned} \varepsilon z_c - \omega^2 x_c &= 0, & I_{xy}\varepsilon + I_{zy}\omega^2 &= 0, \\ \omega^2 z_c + \varepsilon x_c &= 0. & I_{xy}\omega^2 - I_{zy}\varepsilon &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Ці системи однорідних лінійних алгебраїчних рівнянь відносно x_C, z_C, I_{xy}, I_{zy} мають однакові визначники, які не дорівнюють нулю:

$$\begin{vmatrix} \varepsilon & -\omega \\ \omega^2 & \varepsilon \end{vmatrix} = \varepsilon^2 + \omega^4 \neq 0, \quad (4)$$

оскільки під час обертання тіла ω і ε одночасно на нуль не перетворюються.

Отже, рівняння (3) мають єдиний розв'язок

$$x_C = z_C = 0, I_{xy} = I_{zy} = 0. \quad (5)$$

Перша умова (5) означає, що центр мас тіла лежить на осі обертання $x_C = z_C = 0$, а тіло *статично зрівноважено* або *збалансоване*.

Друга умова $I_{xy} = I_{zy} = 0$ означає, що вісь обертання Oy є головною віссю інерції, а оскільки виконуються і перша умова (5), то ця вісь є також центральною віссю інерції. Якщо виконуються умови (5), то тіло *динамічно зрівноважене*. Це означає, що динамічні додатки реакцій 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.

Якщо тіло зрівноважене динамічно, то воно зрівноважене і статично ($x_C = 0, z_C = 0$). Якщо тіло зрівноважене статично, то динамічно воно може бути і не зрівноважене.

Література:

1. Павловський М. А. Теоретична механіка./Підручн., К., Техніка, 2002.-510 с.
2. Кильчевский Н. А. Курс теоретической механики: В 2 т. – М.: Наука, 1972-1977.-Т.1.-456 с.; Т.2.-462 с.
3. Павловский М. А., Акинфиева Л.Ю., Бойчук О.Ф. Теоретическая механика. Динамика. – К.: Вища шк., 1990.-480 с.
4. Савин Г. Н., Путята Т. В., Фрадлин Б. Н. Курс теоретической механики. - К.: Вища шк., 1973. – 359 с.

УДК 531/534(0.75.8)

ДИНАМІЧНІ РІВНЯННЯ РУХУ ТІЛА ЗМІННОЇ МАСИ

студ. Кушнірук В.М., к.т.н., доцент Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Дослідимо питання про вигляд динамічних рівнянь руху тіла або системи змінної маси. Для цього необхідно розглянути основні теореми динаміки для випадку тіла, або системи змінної маси. Отримані рівняння і дадуть відповідь.

Так, математичний запис теореми про зміну головного вектора кількості руху системи має вигляд:

$$\frac{d\vec{Q}}{dt} = \vec{F}^e + \sum_{i=1}^n \vec{u}_i \frac{dm_i}{dt}, \quad \vec{Q} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i.$$

Теорема про зміну кількості руху системи зі змінною масою в нерухомій системі координат

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

Якщо \vec{u}_i - абсолютна швидкість точки, що дорівнює сумі швидкості i -тої точки і відносній швидкості $\vec{u}_i = \vec{v}_i + \vec{u}_{ni}$, то переходячи до рухомої системи координат, запишемо:

$$\frac{d'\vec{K}_O^\omega}{dt} + \vec{\omega} \times \vec{K}_O^\omega = \vec{M}_O^e - m\vec{\rho}_C \times \vec{w}_O + \frac{dI_O}{dt} \vec{\omega} - \sum_{i=1}^n \Delta m_i (\vec{\omega} \times \vec{\rho}_i) \times \vec{u}_{ri} + \left(\sum_{i=1}^n \frac{dm_i}{dt} \vec{\rho}_i \right) \times \vec{v}_O.$$

Теорема про зміну кінетичної енергії точки змінної маси та системи виражається рівністю:

$$d \left(\frac{m_i \vec{v}_i^2}{2} \right) + \frac{v_i^2}{2} dm_i = \vec{F}_i^e \cdot d\vec{r}_i + (\vec{u}_i \cdot \vec{v}_i) dm_i, \quad i = \overline{1, n},$$

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

Отже, 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 маси системи.

УДК 531/534(075.8)

УМОВИ СТАТИЧНОГО ЗРІВНОВАЖУВАННЯ ТІЛА

студ. Нурадінов І.А., к. т. н., доцент Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Дослідимо, що являють собою умови статичного зрівноважування тіла.

Для цього розглянемо рівняння для визначення реакцій підшипників твердого тіла, що обертається навколо нерухомої осі:

$$\left. \begin{aligned} 0 &= F_x + X_A^F + X_B^F, \\ 0 &= M_x + y_A Z_A^F + y_B Z_B^F, \\ 0 &= F_y + Y_A^F + Y_B^F, \\ 0 &= M_z - y_A X_A^F - y_B X_B^F, \\ 0 &= F_z + Z_A^F + Z_B^F, \end{aligned} \right\} (1)$$

$$\left. \begin{aligned} mz_C \varepsilon - m\omega^2 x_C &= X_A^D + X_B^D, \\ -mx_C \varepsilon - m\omega^2 z_C &= Z_A^D + Z_B^D, \\ I_{xy} \varepsilon - I_{zy} \omega^2 &= y_A Z_A^D + y_B X_B^D, \\ I_{zy} \varepsilon - I_{xy} \omega^2 &= -y_A Z_A^D + y_B X_B^D, \end{aligned} \right\} (2)$$

З (1) та (2) визначаємо статичні та динамічні складові реакцій в'язей. На відміну від статичних реакцій \vec{R}_A^F, \vec{R}_B^F , реакції при обертанні тіла називаються динамічними.

З'ясуємо, за яких умов обертання тіла не виникають додаткові тиски на вісь обертання. В цьому випадку динамічні реакції будуть рівними статичним.

Тоді (2) є рівняннями для визначення невідомих додаткових динамічних реакцій.

Щоб динамічні реакції дорівнювали статичним, необхідно щоб перетворились на нуль ці додаткові динамічні реакції. В цьому випадку (2) прийме вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon z_C - \omega^2 x_C &= 0, \\ \omega^2 z_C + \varepsilon x_C &= 0, \\ I_{xy} \varepsilon - I_{zy} \omega^2 &= 0, \\ I_{zy} \omega^2 - I_{xy} \varepsilon &= 0, \end{aligned} \right\} (3)$$

Рівняння (3) представляють собою систему однорідних лінійних алгебраїчних рівнянь відносно x_C, y_C, I_{xz}, I_{yz} , яка розпадається на 2 незалежні системи. Причому у випадку обертання тіла визначники цих систем не дорівнюють нулю. Відповідно рівняння (3) можуть мати місце тоді і тільки тоді, коли

$$x_C = z_C = 0; I_{yx} = I_{zx} = 0, (4)$$

тобто: якщо центр мас тіла лежить на осі обертання і вісь обертання є головною віссю інерції. У випадку, коли центр мас тіла лежить на осі обертання, тіло є статично зрівноваженим або збалансованим.

УДК 531/534(075.8)

СТІЙКІСТЬ ОБЕРТАННЯ ТВЕРДОГО ТІЛА НАВКОЛО ГОЛОВНИХ ОСЕЙ ІНЕРЦІЇ

студ. Пінчук А.Є., к. т. н., доцент Штефан Н.І.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

У загальному випадку стійкість руху визначають так: незбурений рух системи, що визначається її розв'язком, називають стійким по відношенню до його змінних, якщо при малих збуреннях початкових умов – відхилень і швидкостей – збурений рух системи буде мало відрізнятися від незбуреного або відхилення лежатимуть у заданих межах.

Дослідимо змінення кутової швидкості $\vec{\omega}$, вважаючи, що вектор цієї швидкості дістав мале збурення $\Delta\vec{\omega}$, при якому проекції на осі Ox , Oy , Oz будуть

$$\omega_x = 0 + \Delta\omega_x, \omega_y = \omega + \Delta\omega_y, \omega_z = 0 + \Delta\omega_z,$$

де $\Delta\omega_x$, $\Delta\omega_y$, $\Delta\omega_z$ – малі порівняно з ω прирости кутових швидкостей.

Після підставлення проекцій кутових швидкостей у динамічні рівняння Ейлера, та нехтуючи $\Delta\omega_x\Delta\omega_y$, $\Delta\omega_y\Delta\omega_z$, $\Delta\omega_x\Delta\omega_z$ як членами другого порядку мализни, вони набудуть вигляду

$$I_x \frac{d\Delta\omega_x}{dt} + (I_z - I_y)\omega\Delta\omega_z = 0,$$

$$I_y \frac{d\Delta\omega_y}{dt} = 0,$$

$$I_z \frac{d\Delta\omega_z}{dt} + (I_y - I_x)\omega\Delta\omega_x = 0.$$

Із другого рівняння визначимо $\frac{d\Delta\omega_y}{dt} = 0$, а перше і третє, ввівши оператор диференціювання $p = \frac{d}{dt}$, запишемо у матричній формі

$$\begin{bmatrix} I_x p & (I_z - I_y)\omega \\ (I_y - I_x)\omega & I_z p \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\omega_x \\ \Delta\omega_z \end{bmatrix} = 0.$$

Знайдемо характеристичне рівняння системи, обчисливши визначник матриці коефіцієнтів: $I_x I_z p^2 - (I_z - I_y)(I_y - I_x)\omega^2 = 0$.

Умова стійкості обертання тіла за інерцією $(I_z - I_y)(I_y - I_x) < 0$, ця нерівність виконується, якщо $I_y > I_z, I_y > I_x$ або $I_y < I_z, I_y < I_x$.

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

УДК 531/534(075.8)

ІНТЕГРАЛ ЯКОБІ (УЗАГАЛЬНЕНИЙ ІНТЕГРАЛ ЕНЕРГІЇ)

студ. Ткачук М.В., к. т. н., доцент Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Дослідимо за яких умов має місце узагальнений інтеграл енергії. Для цього розглянемо механічну систему, для якої функція Лагранжа $L = T - \Pi$ залежить від часу, узагальнених координатах і швидкостей, тобто

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

Диференціюючи за часом (1), а також використовуючи рівняння Лагранжа, після певних перетворень, матимемо

$$\frac{dL}{dt} = \frac{d}{dt} \sum_{m=1}^N \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_m} \dot{q}_m + \frac{\partial L}{\partial t}, \text{ або } \frac{d}{dt} \left(\sum_{m=1}^N \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_m} \dot{q}_m - L \right) + \frac{\partial L}{\partial t} = 0. \quad (2)$$

Якщо $\frac{\partial L}{\partial t} = 0$, тобто функція Лагранжа від часу не залежить, то

$$\frac{d}{dt} \left(\sum_{m=1}^N \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_m} \dot{q}_m - L \right) = 0, \quad \text{і} \quad \sum_{m=1}^N \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_m} \dot{q}_m - L = h. \quad (3)$$

Вираз (3) називають *узагальненим інтегралом енергії (інтегралом Якобі)*.

Узагальнений інтеграл енергії можна після певних математичних перетворень подати у формі

$$T_2 - T_0 + \Pi = h.$$

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

Для склерономних консервативних систем, коли L явно від часу не залежить, $T = T_2$ і узагальнений інтеграл енергії буде звичайним інтегралом енергії, а саме $T + \Pi = T_2 + \Pi = h$.

УДК 531/534(0.75.8)

ДИНАМІКА МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ ЗА НАЯВНОСТІ НЕСТАЦІОНАРНОЇ В'ЯЗИ

студ. Шевченко Я.М., к.т.н., доцент Штефан Н.І.
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Дослідимо рух матеріальної точки за наявності нестационарної в'язі. Як відомо, цей рух описується за допомогою рівнянь Лагранжа I роду

$$m\ddot{\xi} = \lambda \frac{\partial f_1}{\partial \xi}; m\ddot{\eta} = \lambda \frac{\partial f_1}{\partial \eta}, \quad (1)$$

рівняння нестационарної в'язі

$$f_1(\xi, \eta, \zeta, t) = l^2 - (\xi - a \cos \varphi)^2 - (\eta - a \sin \varphi)^2 = 0,$$

нерухомої площини

$$f_2(\xi, \eta, \zeta, t) \equiv \zeta = 0$$

(за умови, що в горизонтальній площині рухається вантаж M , що пов'язаний з нерозтяжною ниткою OM довжини l з рухомою точкою O , яка рухається в тій же площині по колу радіусом $OA = a$ за законом $\varphi = \varphi(t)$).

При цьому реакція в'язі T (натяг нитки) визначається із співвідношення

$$T = \lambda |\overrightarrow{\text{grad}} f_1| = \lambda \sqrt{\left(\frac{\partial f_1}{\partial \xi}\right)^2 + \left(\frac{\partial f_1}{\partial \eta}\right)^2} = 2\lambda l.$$

Можна цей самий рух дослідити, зводячи рівняння (1) до змінних φ і ψ (ψ – кут між ниткою OM і віссю $A\xi$), пов'язаним зі змінними ξ та η наступним чином:

$$\xi = l \cos \psi + a \cos \varphi; \eta = l \sin \psi + a \sin \varphi. \quad (2)$$

Зробивши певні підстановки у зазначених співвідношеннях та математичні перетворення, отримаємо систему рівнянь:

$$\begin{aligned} ml\ddot{\psi} + ma(\ddot{\varphi} \cos(\psi - \varphi) + \varphi^2 \sin(\psi - \varphi)) &= 0; \\ -ml\dot{\psi}^2 + ma(\ddot{\varphi} \sin(\psi - \varphi) + \varphi^2 \cos(\psi - \varphi)) &= -T. \end{aligned} \quad (3)$$

Перше рівняння цієї системи не містить невідомої реакції T і за заданими початковими умовами і законі $\varphi = \varphi(t)$ може бути проінтегровано незалежно від другого. Після цього з другого рівняння (3) можна визначити натяг нитки.

Для з'ясування механічного змісту у доданках (3) складемо ці ж рівняння, на положеннях динаміки відносного руху матеріальної точки, скориставшись основним рівнянням динаміки відносного руху, визначаючи попередньо Ейлерові сили інерції.

Скористаємось основним рівнянням динаміки відносного руху у вигляді $m\vec{w}_r = \vec{F} + \vec{R} + \vec{\Phi}_e + \vec{\Phi}_c$, враховуючи що $\vec{F} = 0$, $\vec{R} = \vec{T}$. Для визначення Ейлерових сил інерції знайдемо відносно, перенесено і коріолісове прискорення. Тоді ейлерові сили інерції приймуть вигляд:

$$\Phi_{e\tau} = -m((l + a \cos \gamma)\ddot{\varphi} + a\dot{\varphi}^2 \sin \gamma)$$

$$\Phi_{en} = -m(-a\dot{\varphi} \sin \gamma + (l + a \cos \gamma)\dot{\varphi}^2);$$

$$\Phi_{c\tau} = 0; \Phi_{cn} = -2ml\dot{\varphi}\dot{\gamma}.$$

Записавши його в проекціях на осі $M\tau n$, отримуємо:

$$ml\ddot{\gamma} + m(l + a \cos \gamma)\ddot{\varphi} + ma\dot{\varphi}^2 \sin \gamma = 0 \quad (4)$$

$$-ml\dot{\gamma}^2 + ma\ddot{\varphi} \sin \gamma - m(l + a \cos \gamma)\dot{\varphi}^2 - 2ml\dot{\varphi}\dot{\gamma} = -T$$

При складанні рівнянь руху матеріальної точки за допомогою теорії відносного руху неважко встановити, що поява доданків, відповідних Ейлеровим силам інерції, обумовлена тільки нестационарністю розглянутої в'язі: нитки OM з рухомою точкою O її кріплення. Як тільки точка O стає нерухомою в площині $A\xi\eta$ (в'язь перетворюється в стаціонарну), ейлерові сили інерції перетворюються в нуль (в інерціальній системі відліку ейлерові сили інерції зникають), а рівняння руху приймають вигляд

$$m \frac{dv_\tau}{dt} = 0; m \frac{v^2}{l} = T,$$

де $v_\tau = l\dot{\psi}$ – швидкість точки M в нерухомій системі координат.

Із порівняння двох методів дослідження руху матеріальної точки за наявності нестационарної в'язі: методу Лагранжа першого роду і методу, заснованого на теорії відносного руху точки, - слідує перевага першого методу, хоча в інженерних розрахунках, пов'язаних з відносним рухом різних об'єктів, часто віддають перевагу теорії відносного руху з введенням ейлерових сил інерції.

**СЕКЦІЯ 6
«ДЕТАЛІ МАШИН»**

УДК 621.825

ПІДВИЩЕННЯ НАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ЛАНЦЮГОВИХ МУФТ.

к.т.н., доц. Скуратовський А. К., к.т.н., доц. Радько О. В.
Національний технічний університет України "КПІ"
Національний авіаційний університет

В приводах машин хімічних і нафтопереробних виробництв широкого застосування набули ланцюгові муфти, які містять дві фланцеві напівмуфти, виконані в формі зірочок з однаковими числами зубців, що закріплюються на з'єднаних валах за допомогою шпонкових з'єднань і охоплюються загальним замкнутим ланцюгом. Компенсація зміщення валів відбувається за рахунок взаємних переміщень деталей муфти в межах наявних зазорів. Проте, при наявності шпонкових з'єднань знижується втомна міцність валів і маточин напівмуфт внаслідок зменшення площ їх поперечних перетинів та створюються зони концентрації напружень, в яких виникають мікротріщини, що обмежує навантажувальну здатність муфт.

Авторами запропонована ланцюгова муфта [1], в якій напівмуфти закріплюються на з'єднаних валах за допомогою розрізних швидкозатискних втулок, що концентрично встановлені в циліндричних отворах маточин кожної з напівмуфт. Функціональний принцип дії розрізних втулок ґрунтується на їх радіальній деформації під час взаємно протилежного переміщення при загвинчуванні натискної гайки. При цьому зовнішня втулка з конічною внутрішньою поверхнею збільшується в діаметрі і притискується до циліндричної поверхні в отворі маточини, а внутрішня втулка з конічною зовнішньою поверхнею зменшується в діаметрі і обтискує вал. Така муфта має підвищену навантажувальну здатність завдяки фрикційному з'єднанню валів з напівмуфтами замість шпонкових з'єднань.

Перелік посилань:

1. Патент України. № 98735 «Ланцюгова муфта»

/Скуратовський А. К., Радько О. В., оп. 12.05.2015, бюл. № 9.

УДК 621.9.067

ТЕРМОЯДЕРНИЙ СИНТЕЗ – ЕНЕРГЕТИКА МАЙБУТНЬОГО

студенти МЛ-32 Дячук В. Г., Дідковський Д. В., Рудь С. С., Сапура І. М.,

ст. викл. кафедри ЛТіФТТ Дубнюк В. Л.

НТУУ «КПІ»

Аналізуючи дані, що надходять з усього світу про досягнення у приборканні реакції термоядерного синтезу, яка за прогнозами вчених стане основою вирішення енергетичної проблеми у найближчий час, зроблено ще кілька дуже важливих кроків на шляху практичного впровадження.

Вчені Массачусетського технологічного інституту (MIT) розробили нові умови проведення керованої реакції термоядерного синтезу, при яких відбувається інтенсивне очищення робочої речовини від продуктів реакції. Ці забруднювачі перешкоджають подальшому підтриманню неперервного протікання реакції. Цей метод може стати ключем, завдяки якому буде реалізовано практичне використання термоядерного синтезу у якості невичерпного джерела чистої енергії (www.psfc.mit.edu/research/topics/alcator-c-mod-tokamak).

Команда вчених працює з реактором **Alcator C-Mod**, що є одним з високотехнологічних термоядерних реакторів у світі, віднайшла новий набір робочих параметрів реактора. Їх застосування дозволяє ефективно утримувати високотемпературну плазму в реакторі, підтримувати її енергетичний потенціал та видаляти з плазми частинки забруднення.

Alcator C-Mod є експериментальним термоядерним реактором типу **ТОКАМАК** (ТОроїдальна КАмера з МАгнітними Котушками). Термін **ТОКАМАК** було запропоновано радянським вченим Н. А. Явлінським, автором першої тороїдальної системи, який тепер використовується без перекладу у багатьох мовах (en.wikipedia.org/wiki/Alcator_C-Mod).

Перший токамак було побудовано у 1954 році та експлуатувались лише у СРСР. У 1968 році на токамаці **Т-3** в Інституті атомної енергії

ім. І. В. Курчатова вперше досягнуто температуру плазми у 10 млн. градусів. Саме тоді світова наукова спільнота визнала доцільність проведення досліджень фізики плазми саме на токамаках і зараз саме ця система вважається найбільш перспективною (uk.wikipedia.org/wiki/Токамак).

Принцип дії токамака полягає у тому, що потужні магнітні поля утримують гарячий плазмовий шнур у центральній тороподібній частині реактора. Залежно від форми та потужності магнітного поля висока температура та заряджені частинки плазми можуть просочуватись скрізь магнітний заслін (цей режим називають **L-mode**, low-confinement) або концентруватись у одному місці плазмового шнура (режим **H-mode**, high-confinement). Вчені **MIT** знайшли третій режим та назвали його **I-mode** (improved), при якому важкі заряджені частинки-забруднювачі, можуть проходити скрізь магнітний заслін, а висока температура утримується у межах плазми, як у режимі **H-mode**.

Новий режим підтримання реакції термоядерного синтезу може використовуватись для ініціації керованих реакцій термоядерного синтезу, які проходять під впливом "самонагрівання", без додавання значної кількості зовнішньої енергії. Практична доцільність нового типу термоядерних реакцій мають перевірити на французькому реакторі **ITER** (www.iter.org), пуск якого відбудеться у найближчий час.

У той же час в Європі найсучасніший експериментальний реактор термоядерного синтезу **Wendelstein 7-X** успішно розігрів невелику порцію водню до температури у 80 мільйонів градусів, перетворивши газоподібний водень у високотемпературну плазму. Більшість параметрів та режимів роботи реактора було визначено німецькими вченими наприкінці минулого року під час першого запуску реактора з активною речовиною гелієм. Ця подія стала початком програми наукових досліджень у галузі термоядерного синтезу за допомогою самого великого у світі реактора типу **стеллатор**, яка проводитиметься в **Інституті плазмової фізики Макса Планка (Max Planck Institute for Plasma Physics, IPP, Німеччина)**.

Будівництво реактора **Wendelstein 7-X** зайняло майже десятиліття, та лише у грудні минулого року він був запущений у роботу. Цей реактор розроблено для створення магнітного поля високої ефективності та утримання високотемпературної плазми впродовж 30 хвилин.

З моменту запуску 10 грудня 2015 року вчені провели близько 300 запусків, основна метаю яких є плазмова очистка поверхні камери. Під час цих запусків реєстраційне обладнання було включено та напрацьовано масу даних про процеси, що відбуваються у камері реактора.

На церемонії запуску реактора **Wendelstein 7-X** була присутня канцлер Німеччини Ангела Меркель, яка після 20-хвилинного виступу, натиснула кнопку запуску. З цього видно яку велику увагу надає керівництво передових країн світу науці, що забезпечує енергетичну незалежність у майбутньому.

Реактор **Wendelstein 7-X**, на спорудження якого витрачено 1 мільярд євро та один мільйон людино-годин, ніколи не виробить жодного вату енергії. Він призначений для оцінки придатності реакторів типу стеллатор для виробництва енергії у промислових масштабах та для демонстрації переваг **стеллатор-реакторів** над реакторами токамак.

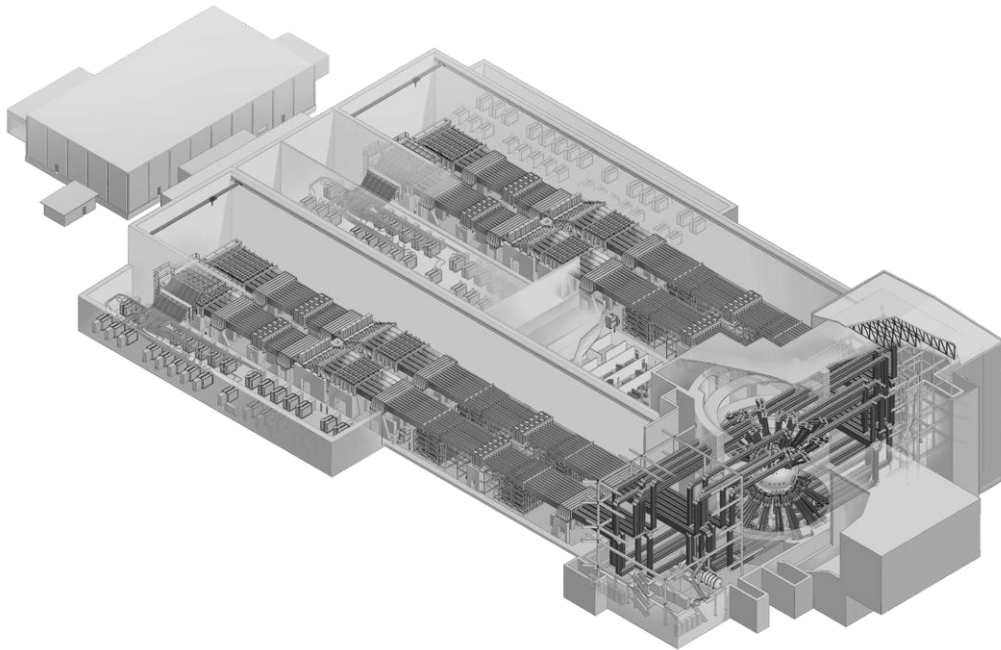
Дослідження даного етапу триватимуть до середини березня поточного року. Після цього камеру реактора відкриють та встановлять плитки з вуглецю для додаткового захисту стінок та установки для видалення домішок, що потрапляють разом із паливом. Після такого доопрацювання реактор зможе розігрівати плазму до більш високих температур та утримувати її впродовж 30 хвилин при витратах на нагрів плазми у 20 мегават.

Поки одні вчені працюють над створенням та запуском нових стеллаторів та токамаків працівники лабораторії Лоуренса в м. Лівермор, Каліфорнія, США (**Lawrence Livermore National Laboratory**) створюють лазерну установку з ініціації термоядерного синтезу **National Ignition Facility (NIF)**.

Лазерний комплекс **NIF**, на спорудження якого витрачено 3,5 мільярда доларів, найпотужніший лазер на даний час в світі, він в випромінює енергію 25 разів більше ніж буд-який інший лазер (lasers.llnl.gov). Промені 192 лазерів

фокусуються на мішені, яка виготовлена з термоядерного палива. Комплекс розміщено у будівлі заввишки десяти поверхів. Допоміжна інфраструктура, що вміщує системи керування, контролю та силові системи, розташована в будівлі навколо комплексу, та займає площу в три футбольні поля.

Енергія усіх лазерів **NIF** становить близько одного мегаджоуля, а тривалість світлового імпульсу дорівнює 25 мільярдним секунди. Такої енергії достатньо для нагріву мішені з термоядерного палива до температури порядку ста мільйонів градусів та створення тиску, що дорівнює тиску у центрі зірок. Саме такі умови необхідні для ініціації реакції термоядерного синтезу. Залишається сподіватися, що виділена при цьому енергія багатократно перевищуватиме витрачену на запуск реакції енергію.



Лазерна установка з ініціації термоядерного синтезу **National Ignition Facility (NIF)** Студенти та співробітники НТУУ «КПІ» уважно стежать за прогресом в галузі створення нових експериментальних установок термоядерного синтезу, сподіваються, що десятки мільярдів євро та багато тисяч годин праці вчених світу принесуть позитивний результат у найближчі роки та покладуть початок ери надійної та екологічно чистої термоядерної енергетики.

УДК 621.785

ВПЛИВ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ФАЗОВИЙ СКЛАД СТАЛЕЙ

студент Гаврілов Є. Е., к.ф.-м.н. доц.Ключников Ю. В., ас.Горобець О.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Для досліджень використовувалися зразки сталей X12Ф1. Хіміко-термічна обробка полягала в утворенні на поверхні сталі покриттів на основі карбідів титану та ванадію.

Рентгеноструктурний аналіз зміцнених зразків проводили на дифрактометрі ДРОН-3,0 в монохроматичному мідному випромінюванні при кутовій швидкості $1^\circ/\text{хв}$.

Було проведено розрахунок співвідношення кількостей фаз (в%) в поверхневій зоні зразка. Так як на рентгенограмах було виявлено чітке розділення ліній на дуплет L_1-L_2 , що вказує на співвісність структури, розрахунки виконували за середньою довжиною хвилі випромінювання міді, рівній $1,54178 \text{ \AA}$.

Встановлено, що в процесі поверхневого легування відбувається значна активація поверхні і утворюється енергонасичений шар з безліччю вакансій і дислокацій. Що стосується дислокацій, то в легованому шарі вони рівномірно розподілені, густина яких становить $\rho \approx 7 \cdot 10^9 - 1 \cdot 10^9 \text{ см}^{-2}$, що свідчить про відсутність структурних умов формування концентраторів внутрішніх напружень ($\tau_{\text{вн}} \sim 150-350 \text{ МПа}$). Це характеризує структурний стан поверхні як оптимальне і підтверджується практичною відсутністю тріщин. Це створює сприятливі умови для прямої і зворотної дифузії. У процесі зміцнення поверхні сталі X12Ф1 карбідами (Ti, V) спостерігається звичайна дифузія Ti і V з утворенням їх карбідів, що мають текстуровану кристалічну решітку. При цьому відомо, що між ступенем досконалості аксиальної кристалографічної текстури і робочими властивостями поверхонь існує позитивна кореляція.

УДК 621.785

СТІЙКІСТЬ СТАЛЕЙ X12M І У9 В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ЗНОСУ І СУХОГО ТЕРТЯ КОВЗАННЯ.

студент гр. МЛ-32 Гаврілов Є. Е., к. ф-м. н., доц. Ключников Ю. В.,

к. т. н., доц. Сердітов О. Т.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Для збільшення стійкості виробів в умовах абразивного зносу найчастіше використовують карбідні покриття, зносостійкість яких в основному визначається їх твердістю. Нами досліджувалась зносостійкість покриттів з карбідів титану і ванадію на сталях X12M та У9. Представлені в роботі дані показали, що зносостійкість сталей, зміцнених покриттями, підвищилася і в свою чергу залежить від складу сталі і виду покриття.

При зіставленні результатів дослідження мікротвердості і зносостійкості покриттів слідує, що їх стійкість вище, чим вище його мікротвердість. Одним з етапів роботи було визначення ефективності зміцнення сплавів покриттями при роботі в умовах сухого тертя ковзання.

Результати досліджень впливу питомого тиску на поверхні контакту на зношування показали, що характер зносу залежить від питомого тиску. Збільшення навантаження значно впливає на зношування сплавів в процесі сталого зносу, причому при питомому тиску 1,5 Мпа і більш спостерігається різке збільшення вагового показника зносу сплавів без покриття.

На підставі дослідження поверхні зразків, що пройшли випробування в умовах сухого тертя ковзання слідує, що головною причиною зносу є крихке руйнування покриття. Велику увагу заслуговує факт полірування і вигладжування поверхні тертя сплаву, зміцненого дрібнозернистими продуктами зносу, причому подрібнення їх пов'язано з утворенням щільної сітки тріщин.

В роботі показано, що карбідні покриття відрізняються міцними атомними зв'язками і мають малу величину зносу.

УДК 621.9.067

ПРО ГЛОБАЛЬНУ ЕНЕРГЕТИЧНУ НЕБЕЗПЕКУ

студенти ак. гр. МЛ-32 Гаврілов Є. Е., Захарчук А. О.,
старший викладач Дубнюк В. Л.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Чомусь сьогодні дуже мало уваги приділяється проблемі, яка пов'язана з непомірним використанням корисних копалин з метою отримання електричної енергії та палива для транспортних засобів. Вугілля, нафта та природний газ видобуваються у жахливих обсягах та результатами їх використання є лише негативні фактори на людину та навколишнє середовище.

Відбувається забруднення атмосфери речовинами згоряння органічного палива, які призводять до підвищення ризику розвитку онкологічних та інших не менш жахливих захворювань. Підвищується вміст вуглекислого та інших парникових газів у атмосфері, що не миттєво, але призводить до змінення кліматичних умов. Якщо подивитись на інформацію з температурних рекордів будь-якого синоптичного сайту, легко побачити, що рекорди з максимумів температур побиті саме за останні роки двадцять.

Д. І. Менделєєв вже у 1876 році, майже 150 років тому, коли нафту використовували лише для освітлення у вигляді керосину висловився надзвичайно вірно: «Сжигать нефть все равно что топить печку ассигнациями». Природа мільйонами років створювала поклади цих безцінних родовищ органічних матеріалів, а людина усього за 300 років активного розвитку технічної цивілізації зведе нанівець ці титанічні зусилля. 200 років вже позаду, залишилось 100 років активного використання нафтових родовищ, а вугілля закінчиться ще раніше.

А що далі? У людства є два шляхи. Перший – коли закінчиться електрика і усе благополуччя із ним пов'язане, повернутись у печери. Але це буде важке повернення у «минуле», тому що переживуть його одиниці. Зупиниться

транспорт та підприємства, загинуть великі міста. З 6 (ні мабуть більше) мільярдів залишаться 10?...50? мільйонів людей, які будуть змушені важко працювати, щоб забезпечити себе шматком хліба...

Є й інший шлях. Залишилось 100 років за які можна багато зробити. Може у природі усе точно продумано та розраховано?! Й саме цього століття вистачить щоб знайти нові невичерпні джерела енергії.

Пол Маккреді (**Paul MacCready**), американський конструктор, який створив перші у світі літальні апарати на м'язовій та сонячній тязі, прекрасно розуміє до чого призведе нераціональне використання покладів нафти та вугілля: «Ваші онуки просто не повірять, що ви спалювали галон бензину лише для того, щоб купити пачку цигарок!». Саме тому він прикладав максимум зусиль для розробки пристроїв, що використовують альтернативні джерела енергії (http://oralhistories.library.caltech.edu/128/1/ОН_MacCready.pdf).

Для нас – теперішніх та майбутніх науковців це надзвичайно важливий приклад. Усе людство повинно направити зусилля на розробку та впровадження нетрадиційних методів отримання енергії. Багато користі від вітряної, сонячної, припливної енергій не варто чекати.

Найбільш перспективним напрямом розвитку енергетики майбутнього слід вважати термоядерний синтез. Нажаль Україна зараз знаходиться у стані спостерігача за дослідженнями та успіхами на шляху до чергового тріумфу людства. Нам залишається із захопленням дивитись за новими кроками, створенням надпотужних лазерних систем, будівництвом величких енергетичних комплексів та дивуватись новими досягненнями.

УДК 621.9.048.7

ЛАЗЕРНІ СИСТЕМИ У БОРОТЬБІ З БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

студенти ак. гр. МЛ-32 Хаєцька М. Є., Коваленко Д. Б.,
старший викладач Дубнюк В. Л.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Активне застосування безпілотних літальних апаратів (unmanned aerial vehicle – UAV) на полях бойових дій змушує військових шукати нові ефективні методи боротьби з ними. На даний час зазвичай використовується вогнестрільна зброя, артилерійські зенітні комплекси та системи встановлення електронних завад.

Наприкінці минулого року Пентагон провів навчання «**Чорний дротик**» (**Black Dart**) (www.nationaldefensemagazine.org), метою яких зокрема були демонстрація та випробування засобів протидії безпілотникам. Навчання проводились у режимі підвищеної секретності та про більшість використаних "високих" технологій інформація повністю відсутня. Відомо лише те, що з завданням знешкодження безпілотників успішно впорались наземна автоматична зенітна гармата, вертоліт з крупнокаліберним кулеметом та снайпер. Вони змогли вразити безпілотник з розмахом крил 2 метри з досить великої відстані.

Ефективність застосування «традиційних» методів знешкодження, по-перше, недостатньо висока з причини малих розмірів об'єктів атаки, по-друге, є морально застарілими тому, що у майбутніх війнах все вирішуватимуть швидкість та автоматичність обробки даних та виконання. Військові вимагають більш надійні методи ураження ворожих літальних апаратів, відповідно перед вченими постає завдання розробляти нові високотехнологічні системи.

Вже достатньо давно пропонуються методи «променевої» боротьби з літальними апаратами, основою яких є потужні лазерні системи. Наприклад, компанія **Boeing** розробляє «**Потужно Енергетичний Контрударний Лазерний Мобільний Демон-руйнівник**» (**ПЕКЛ МД**) (**High Energy Laser Mobile Demonstrator – HEL MD**) (рис. 1), який базується на мобільних засобах (автомобіль, корабель,

літак), оснащений твердотільним лазерним випромінювачем потужністю 10 кВт та здатний знищувати ракети, артилерію, міномети та безпілотні літальні апарати (boeing.mediaroom.com). На базі мобільного комплексу **HEL MD** компанія розробила компактну систему лазерного озброєння "**Compact Laser Weapons System**" (рис. 2) (www.boeing.com).



Рис. 1. Мобільний комплекс **HEL MD** компанії **Boeing**

Рис. 2. Компактна система лазерного озброєння "**Compact Laser Weapons System**"

Завданням лазерних бойових систем є порушення робоздатності літального апарату, а саме потужний світловий промінь лазера нагріває поверхню цілі, що може призвести до утворення отвору та виведення з ладу якоїсь життєво важливої системи або виникнення пожежі. Система управління лазерною системою може направляти промінь на найбільш вразливу частину апарату – на хвостове оперення, крило, ніс тощо. В залежності від потужності лазерної системи та місця впливу час опромінення може сягати від мілісекунд до десятків секунд. Але завдяки безшумності, невидимості та точності впливу навіть такий великий час дозволяє виводити з ладу системи безпілота.

Зараз робота над створенням вітчизняних систем лазерного озброєння, з використанням найсучаснішого досвіду передових виробників, відновлено у підрозділах Університету. Проводяться дослідження та визначаються найоптимальніші параметри комплексів у цілому та лазерних компонентів зокрема. Значну увагу приділяється автоматизації систем – виявлення потенційної цілі, ідентифікація, прийняття рішення про знешкодження, визначення методу впливу та знищення.

УДК 621.539.376.

ОЦІНКА ЗАПАСУ МІЦНОСТІ ДЕТАЛЕЙ ПРИ АСИМЕТРИЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

студент Лаюк О. М., к.ф-м.н., доц. Ключников Ю. В.,
к. т. н., доц. Сердітов О. Т., к.т.н., с.н.с. Желдубовський О.В.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Робота присвячена оцінці запасу міцності деталей при асиметричному навантаженні з мінімальним використанням експериментальної інформації.

Рішення базується на розробленому авторами підході - використанні запропонованих моделей граничного стану. Використовуючи цей метод, здійснюємо розрахунки граничних амплітуд напружень ряду різних конструкційних сталей і сплавів стосовно до циклічного розтягування - стиснення в широкому діапазоні зміни ступеня асиметрії навантаження. На відміну від трудомістких і тривалих експериментальних методів оцінки граничних напружень при асиметричному навантаженні, розроблений метод дозволяє визначити шукані характеристики в широкому діапазоні зміни ступеня асиметрії циклу з мінімальним обсягом експериментальних досліджень.

Даний метод оцінки запасу міцності, який базується на ефективній методиці розрахунку граничних напружень, апробований співставленням результатів розрахунку з широким спектром власних і запозичених експериментальних даних і підтвердив свою працездатність.

Таким чином, авторами запропонована методика оцінки запасу міцності невживана в розрахунковій практиці елементів конструкцій, підданих асиметричному циклічному навантаженню з урахуванням концентрації напружень, характерним для створюваних конструкцій. В основу розробленої методики закладені моделі граничного стану, що базуються на степеневих трансцендентних функціях. Моделі забезпечують досить коректний опис експериментальних даних при мініальному обсязі попередніх досліджень.

УДК 621.875

ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ ІЗ ЗАХИСНИМ ПОКРИТТЯМ

студент Лаюк О. М., к.т.н., доц. Сердітов О. Т., ас. Горобець О. І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

У роботі вивчені механічні та термодіативні властивості сталей 10, 50 і У10 зміцнених покриттями з карбідів титану TiC, карбідів ванадію VC і взаємного поєднання карбідів титану та ванадію (Ti, V) C.

Найбільш істотними факторами, що визначають твердість покриттів, є сили хімічного зв'язку в кристалах, симетрія решітки, дефектність структури, гальмування дислокацій. Характер зміни мікрокрихкості обумовлений як зміною відмінностей між коефіцієнтами термічного розширення (КТР) покриттів і серцевини, так і їх питомими об'ємами, що призводить до зміни напруги. Так, серед досліджуваних покриттів TiC має найбільший питомий об'єм, і його КТР значно відрізняється від КТР заліза, що призводить до утворення високих напруг і найбільшої мікрокрихкості в покритті. Методика оцінки мікрокрихкості базується на кількісному вивченні зони крихкої пошкоджуваності в районі відбитка, що включає в себе всілякі порушення цілісності матеріалу від впливу на нього зосередженого навантаження.

Показник мікрокрихкості характеризує співвідношення площ крихкого руйнування і самого відбитка при мікромеханічних випробуваннях втискуванням на приладі ПМТ-3, обладнаному пристроєм для автоматичного навантаження індентора. Про міцність хімічного зв'язку в решітці карбідів можна судити, крім температури плавлення, енергії дисоціації, теплоти утворення, і по термодіативним властивостям покриття (робота виходу електронів з карбідних шарів).

Як показали виробничі випробування, застосування сталей з покриттями замість легованих, є перспективним для інструментів, що працюють в спокійних безударних умовах і зазнають значного стирання.

УДК 621.9.048.7

БЕЗПЛОТНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ З ЛАЗЕРНИМ ОЗБРОЄННЯМ

студенти Морозюк Я.В., Лаюк О.М., ст.викл.Дубнюк В.Л.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Для забезпечення надійної та довгострокової експлуатації безпілотних літальних апаратів (БЛА) під час бойових дій вони повинні мати підвищену аеродинаміку, високий запас льоту, потужну енергетичну установку, бути невидимим для систем протиповітряної оборони, максимальну оглядовість, високоінтелектуальну систему управління, а головне, високоенергетичне озброєння, зокрема, лазерне.

Наземні бойові системи вже достатньо давно застосовують лазерний промінь для знищення технічних засобів супротивника та інших рухомих цілей, зокрема, для знешкодження БЛА. Нещодавно розміщення потужних лазерних систем на БЛА було неможливим з причин великих розмірів та низької енергетичної ефективності. Але така ситуація не буде залишатися вічною завдяки тому, що відома американська оборонна компанія **General Atomic Aeronautical Systems (GA-ASI)** (www.ga-asi.com) розробляє потужну лазерну систему, яка призначена для встановлення на БЛА.

Розроблюваний твердотільний лазер **High Energy Laser System (HEL)**, який матиме імпульсну потужність 50, 75, 150, або 300 кВт, призначений для озброєння великого безпілотного літака **Avenger** (рис. 1), а в перспективі й на безпілотник меншого класу типу **Reaper**.

Основою майбутньої розробки має стати лазер, який є результатом п'ятнадцятирічних досліджень та розробок та вже пройшов випробування на полігоні **White Sands Missile Range** (www.wsmr-history.org/Vandal.htm). Потужності цієї лазерної системи достатньо для ураження ракет, артилерійських снарядів, малих швидкісних суден та БЛА. Вона вже встановлена на морському військовому судні **Ponce** (США).

Габарити лазера вражають своєю мініатюрністю – 1,3*0,4*0,5 м (рис. 2). Проблеми енергетичного забезпечення вирішені за рахунок компактної та

потужної літій-іонної батареї, яка повністю заряджена перед стартом та постійно заряджатиметься під час польоту. Така енергетична система дозволить зробити до п'яти-шести лазерних пострілів. Спеціалісти вважають, що такого бойового запасу достатньо для виконання більшості бойових завдань, а на виконання завдань, що вимагають більшої військової потужності,



Рис. 1. Безпілотний літак **HEL Avenger** компанії **General Atomics**



Рис. 2. Бойова лазерна система «Тризуб» (Trident)

можна посилати кілька БЛА або виконувати їх в кілька заходів.

На даний час фахівці **General Atomics** намагаються ще зменшити розміри розробленої ними лазерної системи. Згідно з планами компанії перші безпілотники з лазерним озброєнням повинні вперше піднятися в повітря вже в 2017 році.

Фахівці НТУУ «КПІ» в даний час не можуть залишатися в стороні від вирішення аналогічних завдань для підвищення обороноздатності країни. Тому зараз проводяться дослідження з метою визначення параметрів та характеристик лазерних бойових систем для встановлення на БЛА, які вже починають серійно випускати на підприємствах країни, та спроможних знешкоджувати військову техніку супротивника.

**СЕКЦІЯ 7
«ФІЗИКА»**

УДК: 521, 523

ВНЕСОК УКРАЇНСЬКОГО ВЧЕНОГО У ДОСЛІДЖЕНІ МІСЯЦЯ

студент Євзютін П.Ю., ст. викл. Печерська Т. В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Перший в історії старт космічного апарата «Луна-1» в бік місяця було здійснено з космодрому Байконур 2 січня 1959 р. У вересні цього самого року «Луна-2» здійснила жорстку посадку на його поверхню. Усього до Місяця стартувало 24 станції «Луна» різних поколінь і керовані із Землі «Луноходи». Американські вчені з 1964 р. почали отримувати реальні результати від своїх місячних автоматів «Рейнджер».

Але особливою подією в освоєнні Місяця стала перша висадка людини на місячну поверхню в рамках програми «Аполлон», на яку було витрачено 25 млрд доларів.

Політ людини на Місяць став реальним завдяки створенню потужного ракети-носія «Сатурн-5» з киснево-гасовими двигунами в 1-му ступені та киснево-водневими двигунами у 2-му і 3-му ступенях. Ця ракета виводила на навколоземну орбіту до 139 т, що в 7-8 разів більше, ніж інші ракети-носії того часу.

Для польоту на Місяць була вибрана схема, яку, як зазначали американські вчені, ще в 1918 р. запропонував Ю.В. Кондратюк у своїй праці «Тим, хто буде читати, щоб будувати». Основна ідея українського вченого, розвинута ним у книжці «Завоювання міжпланетних просторів» (видана в Новосибірську в 1929 р.), полягала в тому, що апарат для посадки на Місяць вигідніше направляти не із Землі, а з навколомісячної бази, виведеної на орбіту штучного супутника Місяця. Юрій Кондратюк увійшов до історії науки і техніки як автор багатьох оригінальних ідей, реалізованих його послідовниками в практиці розвитку ракетно-космічної галузі. Наприкінці 1960-х років журнал «Лайф» познайомив читачів з деякими деталями підготовки американської програми «Аполлон». У

Головному управлінні пілотованих польотів при Національному управлінні з аеронавтики та дослідження космосу (NASA) під час обговорення варіантів польоту на Місяць виникла суперечка між групою Вернера фон Брауна і групою Джона Хуболта, яка пропонувала вивести корабель на навколomisячну орбіту, потім відокремити й спустити на Місяць спеціальну кабіну. Цю ідею, з котрою пізніше погодилися всі керівники американської програми, взяли з книги Юрія Кондратюка «Завоювання міжпланетних просторів».

21 липня 1969 р. була здійснена перша місячна експедиція на кораблі «Аполлон – 11» у складі трьох астронавтів: Нейла Армстронга, Едвіна Олдріна і Майкла Коллінза.

На місячній поверхні астронавти встановили наукові прилади, телекамеру, лазерно-радарний відбивач, зібрали 22 кг місячних порід, залишили п'ять пам'ятних моделей із зображеннями загиблих космонавтів і астронавтів: Ю.Гагаріна, В.Гріссом, В.Комарова, Е.Уайта, Р.Чаффі.

Після експедиції «Аполлона – 11» на Місяці побувало ще 5 експедицій — «Аполлон – 12, -14, -15, -16, -17». «Аполлон – 13» зазнав аварії, висадка астронавтів була відмінена і, здійснивши політ навколо Місяця, екіпаж майже через 6 діб після старту повернувся на Землю. Остання експедиція відбулася в грудні 1972 р. Всього в районі Місяця побувало 26 астронавтів.

Першою людиною, яка ступила на місячну поверхню, став Нейл Армстронг. Це ім'я стоїть поряд з іменем Юрія Гагаріна, першої людини Землі, яка 12 квітня 1961 р. зробила крок у загадковий космос. Вони символізують сміливість і рішучість людини, її потребу пізнавати Всесвіт. Ступивши на місячну поверхню, Н. Армстронг сказав відомі тепер усьому світу слова: «Маленький крок людини, великий крок людства». І в цьому немає перебільшення: через кам'яну сокиру і перше колесо, парову машину і літак, через першу друковану книжку, гальванічний елемент і електричну лампу людство впевнено прийшло до освоєння космічних просторів і польотів до інших космічних тіл.

Перелік посилань:

1. Сиротюк В., Людина на Місяці//Фізика та астрономія в школі, №5, 2003.

УДК: 537

МАГНІТНА РІДИНА

студент Коваль В. О., ст. викл. Печерська Т. В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Майже до 60-х років ХХ ст. невід'ємною характеристикою магнітних матеріалів вважалася твердість, хоча ще у ХVIII ст. виникло уявлення про «магнітну рідину», за допомогою якої намагалися пояснити магнітні властивості речовини. Подібно до «теплороду» магнітну рідину ототожнювали з носієм магнетизму. Цю міфічну рідину так і не виявили, однак було встановлено, що деякі рідини дійсно мають парамагнітні властивості.

На сьогодні не відомі природні гомогенні рідини, що мають феромагнітні властивості. Але понад сорок років досліджуються рідкі дисперсні системи, що містять малі частинки феромагнетика, кожна з яких має сталий магнітний момент.

Після того як у 1969р. у рамках американської програми «Аполлон» було здійснено посадку космічного апарата на поверхню Місяця і висадку астронавтів, серед обговорюваних науковцями технічних новин була й магнітна рідина. Приводом для цього стало використання магніторідинного вакуумного герметизатора в шоломі скафандра астронавта, що забезпечував вільне обертання шолома [3].

Магнітна рідина (МР) – це штучне маслоподібне рідке середовище чорного кольору, якому властиві феромагнітні властивості, а як наслідок цього – унікальне поєднання властивостей текучості та здатності відчутно взаємодіяти з магнітним полем. Вона є стійким колоїдним розчином твердих феромагнітних частинок у рідкому носії, яким може бути практично будь-яка рідина – вода, вуглеводні, мінеральні масла, силікони тощо. Колір рідини зумовлений високим умістом у рідині дрібнодисперсних часточок магнетиту чорного кольору.

Дисперсна фаза складається із часточок феромагнітних матеріалів (магнетиту, феритів, заліза, нікелю, кобальту) розміром 3-10 нм. Унаслідок малих розмірів часточки навіть беруть участь у броунівському русі й тому не коагулюють одна з одною. Для запобігання активізації цього процесу під час

накладання магнітного поля використовуються поверхнево-активні речовини, що й пояснює дуже високу седиментаційну стійкість у магнітній рідині. Аби підкреслити, що цей розчин може зберігатися протягом десятиліть не розкладаючись, у фаховій літературі інколи вживають термін «немов колоїдний розчин»[1].

За звичайних умов подрібнити будь-яке тверде тіло до такої міри можливо лише в колоїдних кульових млинах, але це дуже трудомісткий, тривалий і дорогий процес. Першу МР у 1965 р. Отримав С. Пайпелл шляхом розмелу магнетиту в кульовому млині із застосуванням розчину олеїнової кислоти в магнетиті. Знадобилося близько трьох місяців для одержання стійкої колоїдної системи з магнітними властивостями. Альтернативною щодо зниження витрат і суттєвого підвищення продуктивності виявилася технологія одержання МР унаслідок хімічної конденсації високодисперсного магнетиту. Чорного кольору магнітній рідині на різних основах надає саме магнетит.

Характерним для МР є зберігання властивостей основи, на якій її виготовлено. Якщо це машинне масло, то й рідина буде 100 %-м машинним маслом, яке при цьому ще й набуває властивості намагнічення [2]. Таку унікальність рідини науковці застосовують для створення магніторідинних ущільнень замість нині існуючих сальників: у корпусі вузла, що потребує ущільнення, розміщують набірну систему з постійних магнітів, а зазори між деталями заповнюються МР. Ущільнення, що їх виготовлено на «Ферогідродинаміці», встановлюють на двигунах вентиляторних градирень і апаратів повітряного охолодження на великих заводах хімічної, нафтопереробної, металургійної та інших галузей промисловості; у вуглевидобувній галузі в поворотних редукторах вугільних комбайнів.

Перелік посилань:

1. Магнитные жидкости / Б. М. Борковский, В. Ф. Медведев, М. С. Краков. – М.: Химия, 1989 – 240 с.
2. Систематизація найбільш доцільних галузей використання магніторідинних ущільнень / О. В. Родіонов, О. М. Виноградов // Вісті Акад. інженер. Наук України. – 2003. - №1 – С. 3 – 8.
3. P a p e r S. S. Low Viskosity Magnetic Fluid obtain by the Colloidal Suspension of Magnetic Particles. US Pat. 3215572, US CI. 149-2, 1965/10.

УДК: 372.853

КЛАСИФІКАЦІЯ АНАЛОГІЙ. ЗВ'ЯЗОК МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛОГІЙ

студент Крамар О. В., ст. викл. Печерська Т. В.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Одним з методів, який полегшує усвідомлення суті багатьох фізичних процесів та їх закономірностей, розвиває логічне мислення і тим самим поглиблює та систематизує знання студентів з фізики, є метод аналогій. Під аналогією слід розуміти перенесення закономірностей, здобутих на основі знань з вивчення якогось об'єкта (моделі) на інші, які є менш вивченими або менш доступними для дослідження. З аналогією тісно пов'язане моделювання. Моделювання – це дослідження об'єктів пізнання (реально існуючих предметів і явищ) за допомогою їхніх моделей. Це стосується як процесу пізнання в науці, так і процесу пізнання у навчанні.

Під моделлю розуміють відображення реального об'єкта дослідження, під якою розуміють уявну або матеріально реалізовану систему, яка, відображаючи або відтворюючи об'єкт дослідження, здатна замінити його так, що її вивчення дозволяє отримати нову інформацію про цей об'єкт. Тобто модель перебуває у певному відношенні до іншої системи, яка називається оригіналом. При цьому виконуються такі умови:

відображення – між моделлю й оригіналом існує відношення подібності;

репрезентації – модель у процесі наукового пізнання є заміником досліджуваного об'єкта;

екстраполяції – вивчення моделі дозволяє одержати інформацію про оригінал.

Щодо методів аналогії та моделювання у науці як ефективних та активізуючих методів модельно-наочного з'ясування суті фізичного явища, розкриття його істотних ознак або відношень без урахування деталей його протікання існує цілий ряд методичних розробок, статей і монографій. Так, моделі з уявних об'єктів стали для англійського фізика Джеймс-Клерк Максвелла зручними формами вираження теорії електромагнетизму. У своїх роботах він неодноразово підкреслював ілюстративну та евристичну функції аналогії. «Під фізичної аналогією,– писав вчений, – я розумію ту часткову

схожість між законами двох яких-небудь галузей науки, завдяки якій одна являє собою ілюстрацію іншої».

У 1855 році швейцарському фізику А. Фіку «спала на думку аналогія» між рухом речовини внаслідок дифузії і поширенням теплоти за рахунок теплопровідності. «Достатньо, – вказує А. Фік, – замінити у законі Фур'є слова «кількість теплоти» словами «кількість речовини» і слово «температура» словом «концентрація». Так з'явився на світ дифузійний закон Фіка. Вчений фізик і відомий лікар Жан Пуазейль, на честь якого названа одиниця в'язкості, вивчав закономірності руху рідин у тонких трубах (1840 р.) і результати порівнював з циркуляцією крові у серцево-судинній системі. Встановлені ним відмінності руху рідин і крові були пояснені значно пізніше, коли з'ясувалося, що частинки крові при збільшенні швидкості руху орієнтуються так, що, на відміну від звичайних рідин, опір потоку і в'язкість крові зменшуються. Тобто аналогія привела до пошуку нових закономірностей у природі явища.

У методичній літературі є різні класифікації аналогій. Найбільш узагальнюючим є поділ аналогій за властивостями [2], за характером застосування (аналогії порівняння і прямі аналогії) та за характером наукових висновків [3]. Також аналогії поділяють за властивостями:

- *узагальнюючі* (встановлюють спільності між об'єктами);
- *комунікативні* (встановлюють зв'язок між різними науками та різними аспектами однієї й тієї самої науки);
- *екстраполяційні* (перенесення властивостей однієї системи об'єктів на інші);
- *евристичні* (встановлюють нові аспекти системи об'єктів, що моделюються).

За характером умовиводів розрізняють аналогії індуктивного та дедуктивного типів.

Перелік посилань:

1. Галатюк Ю. М., Самойленко П. И., Сергеев А. В. Моделирование процесса решения творческих учебных задач по физике // Специалист.– 2001.– № 2. – С. 31-33
2. Каменецкий С. Е., Солодухин Н. А. Модели и аналогии в курсе физики. – М.: Просвещение, 1982. – 93с.
3. Редько Г. Б. О методе аналогий в преподавании физики // Физика в школе. 1980. – 54с.

УДК: 372.853

АНАЛОГІЇ МІЖ ПРЯМОЛІНІЙНИМ ТА ОБЕРТАЛЬНИМ РУХАМИ

студент Яцюк І.О., ст. викл. Печерська Т.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Однією з перших аналогій, з якими ви зустрінетесь під час вивчення фізики, є аналогія між прямолінійним та обертальним рухами. Так, наприклад, роль координати під час руху по колу виконує кут, який описує радіус вектор точки, швидкості прямолінійного руху відповідає кутова швидкість при криволінійному русі та ін.

Прямолінійний рух	Рух по колу
Координата - x	Кут повороту - ψ
Швидкість - $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	Кутова швидкість - $\omega = \frac{\Delta \psi}{\Delta t}$
Прискорення - $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	Кутове прискорення - $\varepsilon = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$
Залежність координати від часу для рівномірного руху $x = x_0 + vt$	Залежність кута повороту від часу для рівномірного руху $\psi = \psi_0 + \omega t$
Залежність координати від часу для рівнозмінного руху $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$	Залежність кута повороту від часу для рівнозмінного руху $\psi = \psi_0 + v_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$
Формула взємозв'язку між фізичними величинами $2ax = v^2 - v_0^2$	Формула взаємозв'язку між фізичними величинами $2\varepsilon\psi = \omega^2 - \omega_0^2$
Маса - m	Момент інерції - I
Сила - F	Момент інерції - M
Другий закон Ньютона	Основне рівняння обертального руху

$F = ma$	$M = I\varepsilon$
Імпульс тіла $p = mv$	Момент імпульсу $L = I\omega$
Елементарна робота $A = F\Delta x$	Елементарна робота $A = M\Delta\psi$
Миттєва потужність поступального руху $N = Fv$	Миттєва потужність обертального руху під дією обертового моменту $N = M\omega$
Кінетична енергія поступального руху $E = \frac{mv^2}{2}$	Кінетична енергія обертального руху $E = \frac{I\omega^2}{2}$
Потенціальна енергія деформації стиску (розтягу) $E = \frac{kx^2}{2}$	Потенціальна енергія кручення $E = \frac{k\psi^2}{2}$

Доречно зауважити, що аналогічними є не тільки відповідні формули кінематики та динаміки, що описують ці рухи, але й їх виведення. Знання цих аналогій сприяє більш глибокому розуміння сутності протікання фізичних процесів, об'єднує та систематизує матеріал з різних розділів фізики.

Перелік посилань:

1. Методи розв'язування фізичних задач. Методи моделювання та аналогії / Галатюк Ю. М., Левшенюк Я. Ф., Левшенюк В. Я., Тищук В. І. — Х.: Вид. група «Основа»: «Тріада+», 2007.— 144 с.
2. <http://helpiks.org/3-88617.html>
3. <http://fizmat.7mile.net/KINEMATIKA-MATERIALNOYI-TOCHKI/rivnozminnyi-ruk-h-po-kolu-liniini-i-kutovi-velychyny-ikh-zv-iazok.html>

УДК 62-78

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БЕЗПЕКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

доц., к.т.н. Рубльов А.В.

Національний транспортний університет

Експертні системи дають можливість, на основі професійного досвіду та особливостей технологічних процесів, скласти схему яка б відображала рішення конкретної задачі [1,2]. Така схема дозволяє підготувати серію питань за допомогою яких працівник який немає досвіду або кваліфікації може пройти всі етапи процесу рішення подібних задач. Схематична інтерпретація знань експертів виконуються за допомогою різноманітних методів. Один з яких, існуючий вже довгий час, але є з найбільш прийнятний для задач значного прошарку, полягає в тому, що для розробки ствердження, що підкріплені конкретними фактами та які відносяться до фахової області використовуються конкретні конструкції ЯКЩО ТО що називають правилами.

Основна мета дослідження аналіз підходів у відповідності з якими експертними системами можна маніпулювати набором визначених правил.

Останнім часом основні досягнення в галузі створення систем машинного контролю безпеки, були пов'язані з глибоким розумінням обчислювальних процесів як при безпосереднього розв'язанні задачі та і при організації її алгоритма. Запропоноване вишукування в значній мірі залежать від проміжних факторів, які визначають ієрархію подій у просторі і часі.

Концепція ієрархії була розвинута поза прямого зв'язку подій, пов'язаних з урахуванням випадкових факторів. але саме системи які працюють в режимі реального часу і простору відображають найбільш реальну картину подій і пристосованих для практичного застосування.

Перелік посилань

1. Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта. — М.: Мир, 1991. — 568 с.
2. Mizoguchi - A Step Towards Ontological Engineering.html

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ
І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНОЇ КИСЛОТИ	
Бушма Я.Ю., Зубрій О.Г.	4
МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ОТРИМАННЯ СИРОГО БЕНЗОЛУ З РОЗРОБКОЮ ДИСТИЛЯЦІЙНОЇ КОЛОНИ	
Гридякін О.С., Степанюк А.Р.	6
МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ІЗОЛЯЦІЇ НА КАБЕЛІ	
Гумінська А.О., Степанюк А.Р.	8
МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ АЗОТНОЇ КИСЛОТИ З РОЗРОБКОЮ ПЛАСТИЧАСТОГО ТЕПЛООБМІННИКА, ВИПАРНИКА ТА ДЕСОРБЦІЙНОЇ КОЛОНИ	
Кот Р.О., Двойнос Я.Г.	10
МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВО О-КСИЛОЛУ	
Поленок Р.В., Степанюк А.Р.	12
МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА СИРОГО БЕНЗОЛУ	
Усенко О.В., Степанюк А.Р.	14
ВИРОБНИЦТВО ПОЛІМЕР-БЕНЗИНУ	
Фурс О.В., Степанюк А.Р.	16
МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВЛОВЛЮВАННЯ БЕНЗОЛЬНИХ ВУГЛЕВОДНІВ З КОКСОВИХ ГАЗІВ	
Шеляг А.В., Степанюк А.Р.	18
МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ	
Великоіваненко С.П., Степанюк А.Р.	20
УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИДІЛЕННЯ БЕНЗОЛУ	
А.А.Довгошея; І.А.Андреєв	22
МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЕТАНОВОЇ КИСЛОТИ	
Захарова Д.Р., Степанюк А.Р.	24
МОДЕРНІЗАЦІЯ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ У ЛІНІЇ ПІДГОТОВКИ КАМ'ЯНОГО ВУГІЛЛЯ	
Орленко А.Ю., Новохат О.А.	26
МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИДІЛЕННЯ МЕТАНОЛУ З БЕНЗОЛ–МЕТАНОЛОВОЇ ФРАКЦІЇ	
Осадчий В.О., Двойнос Я.Г.,	28
МОДЕРНІЗАЦІЯ НАСАДКОВОЇ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ БЛОКУ ОЧИСТКИ БЕНЗОЛУ	
Панченко Д.М., Собченко В.В.	30
МОДЕРНІЗАЦІЯ ТРУБЧАТОГО ТЕПЛООБМІННОГО ЕЛЕМЕНТА	

І.А.Андреев, Т.М.Пригорницький	32
МОДЕРНІЗАЦІЯ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ У ЛІНІЇ ЗБАГАЧЕННЯ МАРГАНЦЕВОЇ РУДИ	
Симан І.В., Собченко В.В.	34
МОДЕРНІЗАЦІЯ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ ДЛЯ ТЕРМООБРОБКИ ДЕРЕВИНИ	
Фільова А.Р., Корінчук Д.М.	36
МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОВІТРЯНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА У ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ	
Чепурний Я.Р., Степанюк А.Р.	38

**СЕКЦІЯ 2
«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ
БІОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ УПАРЮВАННЯ ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ	
Бевз Д.О., Швед М.П.	41
МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ НА ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА МЕТАНОВОЇ БРАЖКИ	
Бишко М.А., Дахненко В.Л.	43
МОДЕРНІЗАЦІЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ПІДГРІВУ НАФТОПРОДУКТІВ В ЦИСТЕРНАХ	
Волошин І.Л., Дахненко В.Л.	45
МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРНОГО АПАРАТА ДЛЯ КОНЦЕНТРУВАННЯ ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ	
Гоцький Я. Г., Гулієнко С. В.	47
МОДЕРНІЗАЦІЯ СИТЧАСТОЇ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ РОЗДІЛЕННЯ СУМІШІ ВОДА - ДИМЕТИЛКЕТОН	
Довгаль О.О., Степанюк А.Р.	49
МОДЕРНІЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНИКА МАЗУТУ УСТАНОВКИ ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ НАФТИ	
Драгузя К.В., Дахненко В.Л.	51
МОДЕРНІЗАЦІЯ ФЕРМЕНТЕРА В ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВИХ ДРІЖДЖІВ	
Драгузя О.В., Дахненко В.Л.	53
МОДЕРНІЗАЦІЯ ПЛІВКОВОГО ВИПАРНОГО АПАРАТА З ВИСХІДНОЮ ПЛІВКОЮ ДЛЯ КОНЦЕНТРУВАННЯ РОЗЧИНУ ВІТАМІНУ В12	
Кичак Р. В., Гулієнко С. В.	55
МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИПАРЮВАННЯ ФІЛЬТРАТУ В СХЕМІ ВИГОТОВЛЕННЯ ІТАКОВОЇ КИСЛОТИ	
Ліфан А.М., Швед М.П.	57

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ	
Манастирний М. М., Двойнос Я. Г.	59
МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ЛІЗИНА З РОЗРОБКОЮ ФЕРМЕНТЕРА	
Метліна М.С., Зубрій О.Г.	61
МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРНОГО АПАРАТА ДЛЯ УПАРЮВАННЯ МОЛОЧНОЇ КИСЛОТИ	
Саввіна В.І., Швед М.П.	63
МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИПАРОВУВАННЯ ПІСЛЯСПИРТОВОЇ БАРДИ	
Телестаков Є.А., Дахненко В.Л.	65

СЕКЦІЯ 3 «ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ЛОЩИЛЬНОГО ЦИЛІНДРА ДЛЯ СУШІННЯ ТОНКИХ ВИДІВ ПАПЕРУ	
Ващук С.М., Мельник О.П.	68
МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРЕСУ ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНОГО ПАПЕРУ	
Ковальчук В.В., Мельник О.П.	70
УДОСКОНАЛЕННЯ ФЛОТАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ	
Косенко В.В., Зайцев С.В.	72
МОДЕРНІЗАЦІЯ НАКАТУ ПОВЗДОВЖНЬО-РІЗАЛЬНОГО ВЕРСТАТУ	
Молодцов В.В., Зайцев С.В.	74
МОДЕРНІЗАЦІЯ МАШИННОГО КАЛАНДРУ	
Олійник А.Р., Новохат О.А.	76
МОДЕРНІЗАЦІЯ ВАЛУ ІЗ ПОРИСТИМ ПОКРИТТЯМ КОМБІНОВАНОГО ПРЕСУ КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ	
Гробовенко Я. В., Онищенко Д. М.	78
УСТАНОВКА ТРЬОХВАЛЬНОГО ПРЕСА КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ	
Зайцев С.В., Процак А.С.	80
МОДЕРНІЗАЦІЯ НАКАТУ ПОЗДОВЖНЬО-РІЗАЛЬНОГО ВЕРСТАТУ	
Рисич О.В., Мельник О.П.	82
МОДЕРНІЗАЦІЯ ВАЛУ ПРЕСОВОГО	
Телестакова В.В., Новохат О.А.	84
МОДЕРНІЗАЦІЯ НАКАТУ ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ	
Шкут М.А., Мельник О.П.	86

СЕКЦІЯ 4

«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

**ВИБЛЮВАННЯ ЛЛЯНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ РОЗЧИНАМИ
ПЕРОКСИДУ ВОДНЮ**

Івченко О.А, Дейкун І.М 89

СЕКЦІЯ 5

«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА»

**ЗАСТОСУВАННЯ АНАЛОГІЙ «СИЛА-СТРУМ»
У МЕХАНІЦІ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЦІ**

Калюжний Д.В., Штефан Н.І. 92

УМОВИ ДИНАМІЧНОГО ЗРІВНОВАЖУВАННЯ ТВЕРДОГО ТІЛА

Крестошина О.П., Штефан Н.І. 94

ДИНАМІЧНІ РІВНЯННЯ РУХУ ТІЛА ЗМІННОЇ МАСИ

Кушнірук В.М., Штефан Н.І. 96

УМОВИ СТАТИЧНОГО ЗРІВНОВАЖУВАННЯ ТІЛА

Нурадінов І.А., Штефан Н.І. 97

**СТІЙКІСТЬ ОБЕРТАННЯ ТВЕРДОГО ТІЛА НАВКОЛО
ГОЛОВНИХ ОСЕЙ ІНЕРЦІЇ**

Пінчук А.Є., Штефан Н.І. 98

ІНТЕГРАЛ ЯКОБІ (УЗАГАЛЬНЕНИЙ ІНТЕГРАЛ ЕНЕРГІЇ)

Ткачук М.В., Штефан Н.І. 99

**ДИНАМІКА МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ ЗА НАЯВНОСТІ
НЕСТАЦІОНАРНОЇ В'ЯЗИ**

Шевченко Я.М., Штефан Н.І. 100

СЕКЦІЯ 6

«ДЕТАЛІ МАШИН»

**ПІДВИЩЕННЯ НАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ
ЛАНЦЮГОВИХ МУФТ**

Скуратовський А. К., Радько О. В. 103

ТЕРМОЯДЕРНИЙ СИНТЕЗ – ЕНЕРГЕТИКА МАЙБУТНЬОГО

Дячук В. Г., Дідковський Д. В., Рудь С. С., Сапура І. М., Дубнюк В. Л. 104

**ВПЛИВ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ
НА ФАЗОВИЙ СКЛАД СТАЛЕЙ**

Гаврілов Є. Е., Ключников Ю. В., Горобець О.І. 108

**СТІЙКІСТЬ СТАЛЕЙ Х12М І У9 В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО
ЗНОСУ І СУХОГО ТЕРТЯ КОВЗАННЯ.**

Гаврілов Є. Е., к. ф-м. н., доц. Ключников Ю. В., Сердітов О. Т. 109

ПРО ГЛОБАЛЬНУ ЕНЕРГЕТИЧНУ НЕБЕЗПЕКУ

Гаврілов Є. Е., Захарчук А. О., Дубнюк В. Л.	110
ЛАЗЕРНІ СИСТЕМИ У БОРОТБІ З БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ	
Хаєцька М. Є., Коваленко Д. Б., Дубнюк В. Л.	112
ОЦІНКА ЗАПАСУ МІЦНОСТІ ДЕТАЛЕЙ ПРИ АСИМЕТРИЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ	
Лаюк О. М., Ключников Ю. В., Сердітов О. Т., Желдубовський О.В.	114
ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ ІЗ ЗАХИСНИМ ПОКРИТТЯМ	
Лаюк О. М., Сердітов О. Т., Горобець О. І.	115
БЕЗПЛОТНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ З ЛАЗЕРНИМ ОЗБРОЄННЯМ	
Морозюк Я.В., Лаюк О.М., Дубнюк В.Л.	116

**СЕКЦІЯ 7
«ФІЗИКА»**

ВНЕСОК УКРАЇНСЬКОГО ВЧЕНОГО У ДОСЛІДЖЕНІ МІСЯЦЯ	
Євзютін П.Ю., Печерська Т. В.	119
МАГНІТНА РІДИНА	
Коваль В. О., Печерська Т. В.	121
КЛАСИФІКАЦІЯ АНАЛОГІЙ. ЗВ'ЯЗОК МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛОГІЙ	
Крамар О. В., Печерська Т. В.	123
АНАЛОГІЇ МІЖ ПРЯМОЛІНІЙНИМ ТА ОБЕРТАЛЬНИМ РУХАМИ	
Яцюк І.О., Печерська Т.В.	125
ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БЕЗПЕКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	
Рубльов А.В.	127

Підписано до друку 10.04.2016 р. Формат 60x90 1/16.
Папір офсетний. Умовн. др. арк. 5,5
Друк різнограф. Тираж 200 прим. Зам. № 1004/02.

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