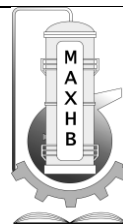




Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Інженерно-хімічний факультет



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

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

25-26 листопад
Київ 2019

УДК 66

ББК 35.11-5я43

О 16

Збірник тез доповідей XXV всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв підприємств будівельних матеріалів" (25-26 квітня 2019 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019. – 72 с

Збірник тез доповідей XXV 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

к.т.н., с.н.с., пр.н.с. Корінчук Д. М.

к.т.н., с.н.с., пр.н.с. Коник А.В.

Інститут Газу НАН України

к.т.н., доц. Ільєнко Борис Кузьмич

к.т.н., с.н.с., пр.н.с. Собченко Віктор Васильович

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 № 4

від 23 жовтня 2019 р.

СЕКЦІЯ 1

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

УДК 661.727.4

МОДЕРНІЗАЦІЇ УСТАНОВКИ КУМОЛЬНОГО МЕТОДУ ОТРИМАННЯ АЦЕТОНУ

студент Айтубаєв І.І., к.т.н. ст. викл. Гулієнко С.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Ацетон (диметилкетон) – найпростіший аліфатичний кетон – є одним з найбільш широко застосовуваним розчинників. Ацетон широко використовують у лакофарбовій, хімічній, фармацевтичній промисловості та в багатьох інших процесах.

Перевагою ацетону серед альтернативних речовин – скипидару, гасу або уайт-спіриту є його відносна висока безпечність.

Ацетон отримується при сухій перегонці деревини разом з оцтовою кислотою. Довгий час його отримували бродінням вуглеводів у присутності особливих бактерій. В даний час цей спосіб швидко витісняється синтетичними методами отримання ацетону, де в якості сировини використовуються продукти переробки нафти, нафтових газів та кам'яного вугілля.

Промислових методів отримання синтетичного ацетону досить багато. Найчастіше виробництво з отримання ацетону працює основі окисного дегідрування, дегідруванню ізопропілового спирту або кумольному способі (отримання ацетону спільно з фенолом).

При використанні останнього з вище наведених методів отримання ацетону, за технологічною схемою (рисунок 1) його відганяють в ректифікаційній колоні 12, з продуктів реакції які містять 8% ацетону, 14% фенолу, 76% непрореагованого ізопропілбензолу та до 2% домішок. В колоні пари ацетону мають температуру близько 110 – 130°C і для його конденсації встановлюють холодильник 16 в якому температура речовини зменшується до температури 50°C

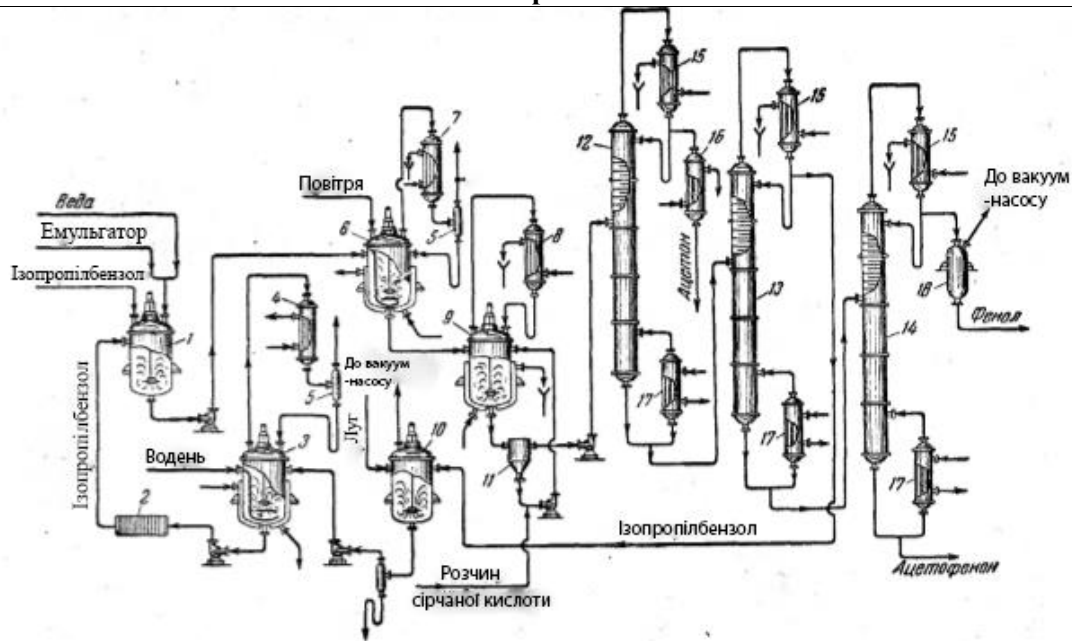


Рисунок 1 – Схема установки з виробництва фенолу та ацетону з гідроперекису ізопропілбензолу

Суть модернізації полягає в модернізації кожухотрубного теплообмінника (холодильника) для інтенсифікації теплообмінного процесу.

Перелік посилань:

1. Ацетон, основные особенности и сферы применения [Электронный ресурс] : [Интернет-портал] - Режим доступа: <http://www.reakor.ru/acetone-osnovnye-osobennosti-i-sfery-primeneniya.html> (дата звернення 29.09.2019 р.) –

Назва з екрана.

2. Юкельсон И.И. "Технология основного органического синтеза" М., Издательство "Химия", 1968 г. 848 стр. (стр.437-446)

УДК 628.5.66.002.08

ВИРОБНИЦТВО ДИМЕТИЛКЕТОНУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОВПАЧКОВОЇ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ

студент Бобровіцький Д.Д., к.т.н., ст. викл. Сачок Р.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Диметилкетон (ацетон) – це безбарвна летка рідина з характерним запахом, що змішується з водою та органічними розчинниками [1].

Для виробництва диметилкетону зазвичай використовують ректифікаційні колони. Окиснення проводиться в тарілчастій ректифікаційній колоні, оснащій холодильниками, за допомогою яких підтримують температуру рідини верхньої тарілки від 120 °С до 105 °С, рисунок 1.

Підігріте повітря, попередньо очищене від забруднених та механічних домішок, подається в нижню частину колони 1 під тиском більше 0.4 МПа, рисунок 1. Свіжий та оборотний ізопропілбензол, до якого додано гідропероксид, ініціює початкову стадію окиснення в збірнику 5 та потрапляє в теплообмінник 4, звідти на верхню тарілку реактора. Повітря рухається проти течії рідини, барботує через неї на тарілки колони, при цьому захоплює з собою пари ізопропілбензолу та летючих залишкових продуктів, які конденсуються в холодильнику 2. Залишкове повітря виводиться в атмосферу, конденсат очищається в промивному сепараторі 3. Шар вуглеводню зливається в збірник 5, водяний шар рециркулюється в промивку, й зливається в каналізацію. Оксид з нижньої частини колони 7 містить до 30% гідропероксиду. Він віддає своє тепло ізопропілбензолу в теплообмінник 4, дрослює до залишкового тиску більше 4 кПа та поступає на вакуум-ректифікацію для концентрації гідропероксиду.

Відгін ізопропілбензолу вводиться в насадково-ректифікаційну колону 6 безперервної дії шляхом постачання компенсатора-дефлектора. Використання вакуума обумовлене термічною нестабільністю гідропероксиду. [2]

Частина конденсованого ізопропілбензолу повертається з конденсатора-дефлектора на ректифікаційну колону 6, а залишок відводиться до сепаратора 3,

промивається лугом і знову направляється на окислення. Кубова рідина з колони 6 містить 70-75% гідропероксиду, а також залишкові продукти окиснення та залишки ізопропілбензолу. Шляхом додаткової вакуумної ректифікації при залишковім тиску більше 665 Па збільшується концентрація гідропероксиду до 88-92% [2].

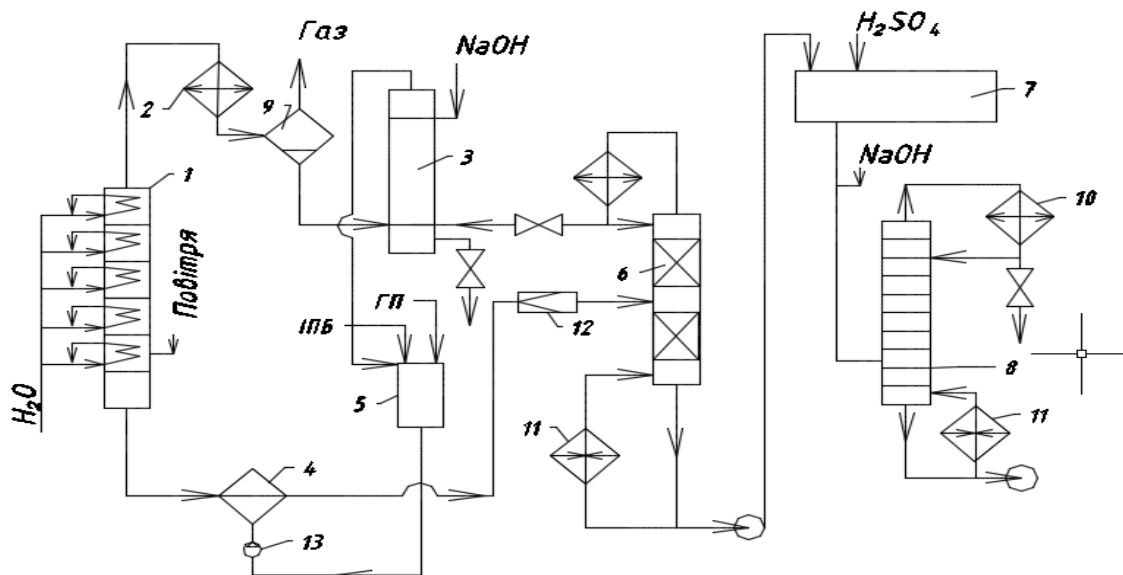


Рисунок 1 – Технологічна схема методу отримання диметилектенону

Недоліком даної ректифікаційної колони є недостатньо ефективне конструктивне рішення за розділенням фаз, що знижує інтенсифікацію процесу масообміну, тому необхідно вирішити задачу підвищення інтенсифікації процесу масообміну. Ця проблема може бути вирішена через збільшення поверхні контакту фаз, тобто підвищення коефіцієнту корисної дії тарілки без зменшення продуктивності колони.

Перелік посилань:

1. wikipedia.org [Електронний ресурс] : [Інтернет-портал] - Режим доступу:<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%86%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%BD> (дата звернення 20.10.2019 р.)
2. Теддер Дж., Нехватал А., Джубб А., Промышленная органическая химия, пер. с англ., М., 1977.(стр.157-160)

УДК 66.045

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА В СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА УДАРОМІЦНОГО ПОЛІСТИРОЛУ

студент Бурлай Є.К., к.т.н., доц. Швед М.П., к.т.н., пров. інж. Швед Д.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Полістирол—продукт полімеризації стиролу (вінілбензолу) відноситься до полімерів класу термопластів. Широке застосування полістиролу і пластиків на його основі базується на його невисокій вартості, простоті переробки і величезному асортименті різних марок. Найбільш широке застосування (понад 60% виробництва полістирольних пластиків) отримали удароміцні полістироли, що представляють собою сополімери стиролу з бутадієн-стирольним каучуком. З нього отримують пластичні маси, які широко застосовуються в електротехнічній промисловості, для виготовлення предметів побутового призначення, посуду, лінз тощо.

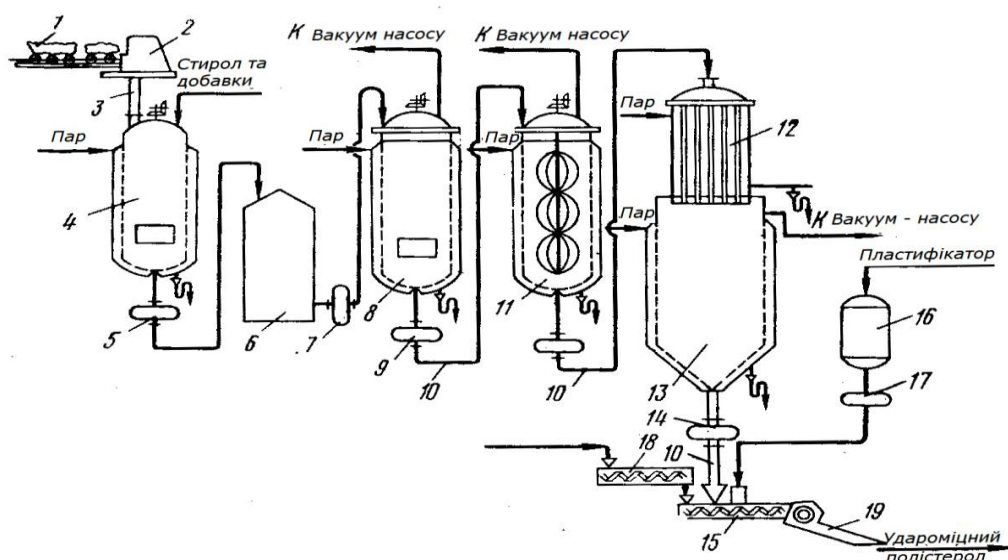
Обсяги споживання та виробництва полістиролу збільшуються з кожним днем, тому з'являється необхідність в удосконаленні обладнання для його виробництва. Модернізація теплообмінних процесів, які є суттєвою частиною в виробництві полістиролу, дозволить інтенсифікувати процес виробництва полістиролу в цілому.

Найпоширенішим виробництвом удароміцного полістиролу є спосіб перемішуванням каучукового латексу та полімеру, схема якого приведена на рисунку 1.

Вихідний продукт являє собою розчин каучуку в стиролі, отриманий періодичним способом в апараті 4, який оснащений мішалкою. Для цього зважені брикети каучуку привідним рольгангом 1 подаються в дробарку 2, звідки крихти каучуку по трубопроводу 3 поступають в апарат 4 заповнений стиролом. Розчин каучуку в стиролі перекачують насосом 5 до видаткової ємності 6, звідки дозувальний насос 7 подає його до форполімеризатору 8. В апараті підтримується вакуум, внаслідок чого частина стиролу випаровується, що дозволяє зняти тепло, що виділяється в процесі попередньої полімеризації. Далі форполімер дозувальним насосом 9 подається через обігріваний трубопровід 10 в полімеризатор 11, який також працює під вакуумом. В цьому апараті при 160-170°C ступінь конверсії стиролу доводиться до 80%. Продукт з полімеризатора 11 насосом подається далі в кожухотрубний підігрівач 12. За

час проходження по обігріваному трубопроводу ступінь конверсії розплаву підвищується до 90%. В кожухотрубному підігрівачу 12 розплав перегрівається та поступає до вакуум-камери 13, де підтримується вакуум залишковий тиск 10-12 мм рт. ст. В цих умовах мономер, що міститься в продукті, інтенсивно кипить, а розплав, звільнений від мономера, збирається в нижній частині вакуум-камери, звідки спеціальним дозувальним насосом 14 подається в екструдер.

Парові рубашки форполімеризатора 8, полімеризатора 11 та вакуум-камери 13 слугують для попереднього нагріву апаратів перед запуском їх в роботу.



1-рольган привідний, 2-дробарка для каучуку, 3-тічка, 4-апарат для розчинення каучуку в стеролі, 5-шестеренчастий насос, 6-видаткова ємність, 7-дозувальний насос, 8-апарат попередньої полімеризації, 9-дозувальний насос для форполімеру, 10-трубопровід з паровою рубашкою, 11-полімеризатор, 12-кожухотрубний підігрівач, 13-вакуум камера для відводу мономера, 14-дозувальний насос для розплаву, 15-екструдер для фарбування і грануляції продукту, 16-ємність для пластифікатора, 17-дозувальний насос для пластифікатора, 18-екструдер для концентрату барвника, 19-гранулюючий ножовий пристрій

Рисунок 1.– Схема процесу виробництва удароміцного полістиролу блочним методом.

Перелік посилань:

1.Пик И.Ш., Азерский С.А. Технология пластических масс М. Высшая школа, 1975г. 375с.илл

УДК 661.725.852

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ СУМІСНОГО ВИРОБНИЦТВА ФЕНОЛУ І АЦЕТОНУ

студент Калиновський А.С., к.т.н, ст.викл. Гулієнко С.В.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Фенол – цінна хімічна сировина для різноманітних органічних синтезів.

В медицині та фармацевтиці фенол використовується для створення популярних медикаментів, в яких діючі речовини є похідними фенольної кислоти. Це, насамперед, аспірин, чи ацетилсаліцилова кислота – засіб для зниження жару. Це також салол – дезинфікуючий препарат, що застосовується при хворобах кишечника.

Фенол у великих кількостях використовується для виробництв барвників та при виробництві синтетичних волокон, зокрема нейлону, капрону, проте найважливіша галузь його застосування – виробництво фенолформальдегідних смол.

Одним з основних методів виробництва є отримання фенолу сумісно з ацетоном через гідроперекис ізопропілбензолу (кумольний метод). В якості сировини в даному методі використовується бензол. Промисловий процес виробництва включає три стадії:

- 1) отримання ізопропілбензолу;
- 2) окислення ізопропілбензолу в гідро перекис;
- 3) розкладання гідроперекису.

Технологічна схема спільного виробництва фенолу та ацетону показна на рисунку 1.

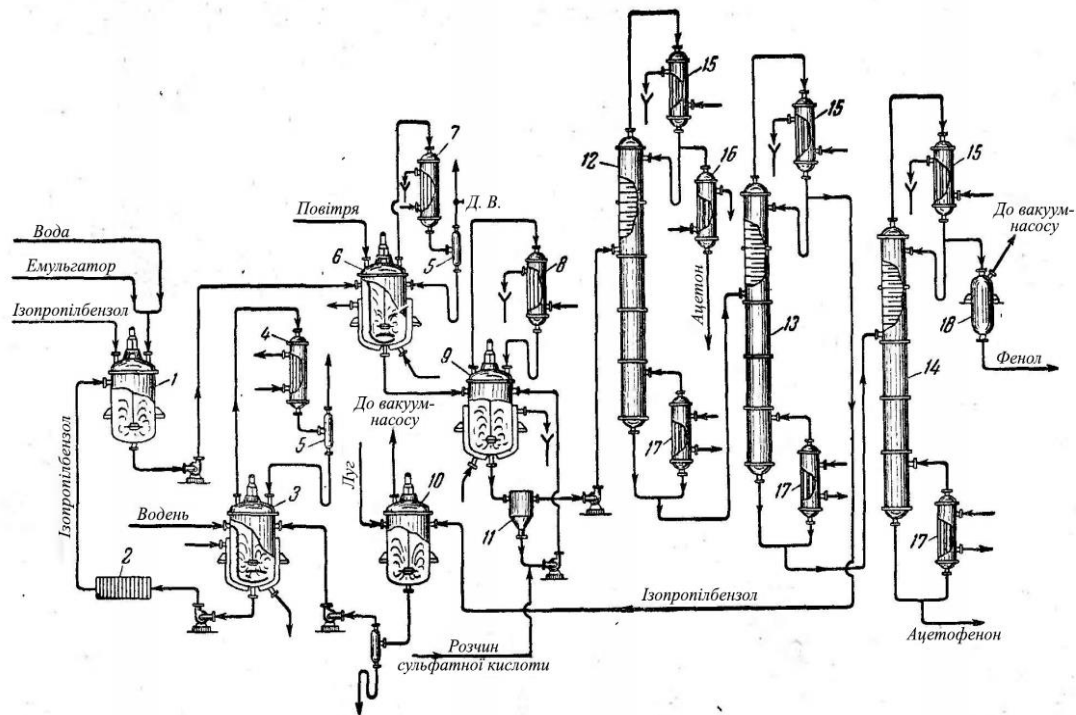


Рисунок 1 – Схема виробництва фенолу та ацетону через гідроперекис ізопропілбензолу

В даній схемі холодильник 15 використовується для кристалізації парів фенолу, які відводяться від верхньої частини ректифікаційної колони 14.

Оскільки ефективність виробництва залежить від швидкості кристалізації фенолу, пропонується модернізація холодильника 15.

Перелік посилань:

1. systopt.com.ua [Електронний ресурс] : [Інтернет-портал] - Режим доступу: <https://www.systopt.com.ua/ru/chto-takoe-fenol-svoystva-y-prymeneniye/> (дата звернення 14.10.2019 р.) – Назва з екрана.
2. Юкельсон И.И. "Технология основного органического синтеза" М., Издательство "Химия", 1968 г. 848 стр. (стр.437-446)

УДК 621.21

АПАРАТ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

студенти Кирилюк В.О., Подвенцова Д.Д. к.т.н., ст. викл. Гайдай С.С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний університет України імені Ігоря Сікорського»

Агропромисловий комплекс (АПК) за останні роки склав більше 30% фінансових надходжень до бюджету України. Його базовою галуззю є продукція рослинництва, виробництво якої за останні 9 років зросло на 34%, а експорт – на 54%. Порушення науково обґрунтованих норм землекористування при інтенсивній експлуатації сільськогосподарських угідь та дефіцит калію і фосфору призводить до їх стрімкого виснаження та, особливо, зменшення вмісту гумусу, тому вирішення цієї проблеми є надзвичайно актуальним [1].

Одним із заходів, що забезпечує протидію цим негативним факторам є створення нового покоління гранульованих органо-мінеральних добрив (ОМД) які містять б поживні мінеральні, розкислюючі компоненти та гумінові речовини у співвідношеннях, які визначаються агрокліматичними та екологічними умовами регіону їх застосування. Основними вимогами до гранульованого продукту є рівномірність розподілення компонентів по всьому об'ємі, сфероподібна форма, міцність більше 10 Н на гранулу та заданий дисперсний склад. Наведені вимоги досягаються саме при пошаровому механізмі грануляції [1-3].

Попередніми дослідженнями [1-3] встановлено, що досягнення цієї умови можливе за рахунок застосування техніки псевдозрідження при зневодненні та грануляції рідких систем. При цьому відбувається суміщення низки технологічних стадій в одному апараті із тепловим ККД більше 50%.

Для цього в камері гранулятора, рисунок 1, [2, 3] необхідно забезпечити циклічне проходження гранул через відповідні технологічні зони: висхідну (II) зрошення (III), релаксації (IV) та інтенсивного тепломасообміну (I).

При грануляції органо-мінеральних добрив згідно запропонованої фізичної моделі конструкція камери гранулятора повинна забезпечити гідродинамічний режим, при якому відбувається усунення застійних зон на поверхні ГРП, активне об'ємне перемішування зернистого матеріалу з одночасним переміщенням через технологічні зони в камері гранулятора та інтенсифікацію процесів тепло-масообміну при грануляції.

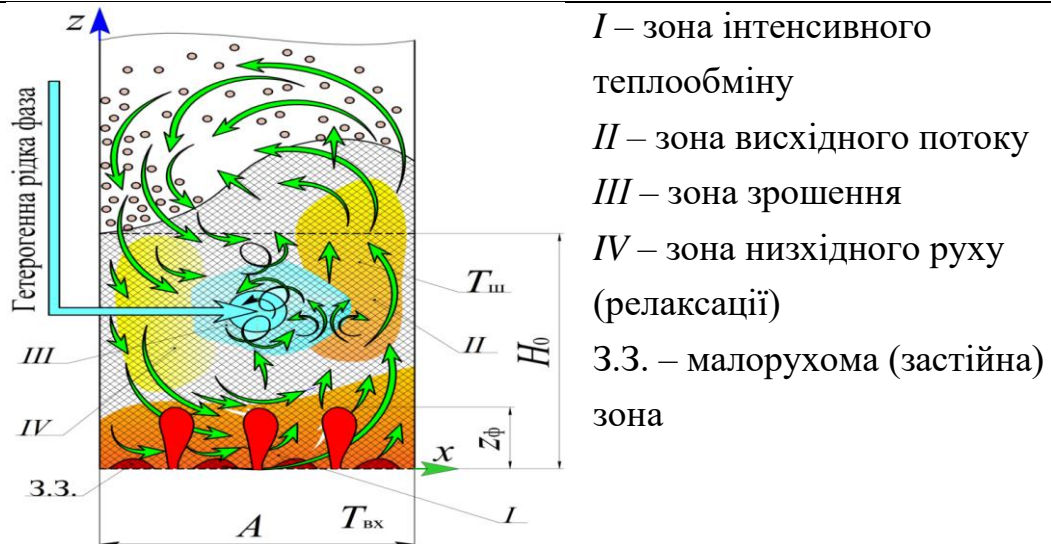


Рисунок 1 – Схема проходження зернистого матеріалу через технологічні зони в апараті

Тому мета роботи полягає у розробці гранулятора із псевдозрідженим шаром, в якому забезпечується одержання органо-мінеральних добрив нового покоління із забезпеченням поставлених вимог до гідродинамічного режиму.

Перелік посилань:

1. Корнієнко Я. М. Гранульовані гуміново-органомінеральні добрива. Спосіб одержання / Я. М. Корнієнко, С. С. Гайдай, О. В. Мартинюк, А. М. Любека // Хімічна промисловість України. – 2015. – №1. – С. 44-48.
2. Kornienko Y. Kinetic laws of the process of obtaining complex humic-organic-mineral fertilizers in the fluidized bed granulator / Y. Kornienko, S. Hayday, A. Liubeka, O. Martynyuk // Ukrainian Food Journal. – 2016. – Vol. 5. – Issue 1. – PP. 144-154.
3. Korniyenko Y. Modelling of pulsating mode of fluidization when obtaining organic-mineral fertilizers / Y. Korniyenko, S. Haidai, A. Liubeka, S. Turko, O. Martynyuk // Ukrainian Food Journal. – 2016. – Vol. 5. – Issue 4. – PP. 781-794.

УДК 66.048.3

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ УДОСКОНАЛЕННЯ ТАРИЛОК МАСООБМІННИХ КОЛОН

студенти Ковальов Р.В., Поліщук Д.М., к.т.н., доц. Андреев І.А.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Тарілчасті колони є найбільш поширеними масообмінними колонними апаратами, які використовуються для проведення процесів ректифікації, абсорбції, десорбції, екстракції в хімічній, нафтопереробній, харчовій та багатьох інших виробництвах. Конструкція тарілок залежить від особливостей протікання робочого процесу, типу колони і т. ін.

Основні напрямки удосконалення тарілок масообмінних апаратів, які мають місце останнім часом, наведено на прикладі розробок спеціалістів, які працюють у цій галузі.

Значна кількість пропозицій спрямована на спрощення конструкцій масообмінних тарілок.

Так, автори патенту України № 120491 U (МПК (2006.01) B01J 19/32, B01D 3/16, B01D 3/20, опубл. 10. 11. 2017) пропонують в нижній частині газового патрубку виконувати наскрізні канали трикутної форми з певним кроком один від одного, а ковпачок робити з можливістю переміщення вздовж газового патрубку. Така конструкція забезпечує відкриття наскрізних каналів патрубку в разі підвищення тиску газової фази і запобігає утворенню малоефективного струминного режиму руху газового потоку в шарі рідини на тарілці, забезпечуючи високоефективний бульбашковий режим.

При виконанні парового патрубку у вигляді циліндра і клапана у вигляді циліндра з сферичною кришкою (Пат. України № 106719 U, МПК (2006.01) B01D 3/00, опубл. 10. 05. 2016) відбувається більш рівномірне барботування пари на тарілці і забезпечується створення високорозвиненої поверхні контакту фаз, що підвищує інтенсифікацію масообміну.

Компактність і зменшення металоємності перфорованої тарілки з двома зонами контакту фаз вирішується за рахунок встановлення у верхній частині перегородки кришки із наскрізним патрубком, висота якого перевищує висоту газорідинного шару на тарілці. Це дозволяє збільшити зону барботажу на тарілці, а відтак і зменшити діаметр тарілки (Пат. України № 108863 U, МПК (2006.01) B01D 53/14, опубл. 10. 08. 2016).

Багато пропозицій було направлено на збільшення ефективності процесу масообміну.

Автори патенту РФ № 182047 U1 (МПК (2018.05) B01D 3/20, B01D 3/324 опубл. 01. 08. 2018) пропонують переливні труби рівномірно розподілити на тарілці між паровими патрубками і забезпечити у нижній частині розпилювачами рідини. Така конструкція забезпечує стабілізацію роботи ковпачків і додаткову тепло- і масо передачу між фазами, при цьому відпадає необхідність в приймальних і переливних карманах,

Розташування на ковпачках в горизонтальній площині пластинчатих ребер збільшує у контактному елементі довжину шляху суміші і поверхню газового контакту, що призводить до підвищення ефективності масообмінного процесу за рахунок інтенсифікації взаємодії газу і рідини (Пат. РФ № 2602113 C1, МПК (2006.01) B01D 3/00, опубл. 10. 11. 2016).

Підвищення ефективності розділення компонентів за рахунок зменшення перемішування рідини на суміжних тарілках під час перетоку рідини з тарілки на тарілку та розширення діапазону роботи тарілок по парі забезпечується установкою над масообмінними контактними пристроями барботажного полотна (Пат. України № 104905 C2, МПК (2006.01) B01D 3/16, B01D 3/30, опубл. 25. 03. 2014).

Перспективним у напрямку удосконалення масообмінних контактних пристроїв є проведення подальших дослідних робіт з метою поліпшення умов масообміну між фазами, а також збільшення діапазону їх стійкої роботи.

УДК 661.53

**УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВИНОСНОГО
КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА
АМІАКУ ВИСОКОГО ТИСКУ**

студент Корюкаєв О.С., к.т.н. доц., Зубрій О.Г.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Аміак - безбарвний газ, який дуже добре розчинний у воді, який під тиском або при охолодженні перетворюється в безбарвну рідину.

Сполуки азоту мають винятково велике значення для всього народного господарства. У зв'язку з цим азотна промисловість за темпами розвитку випереджає інші галузі хімічної промисловості.

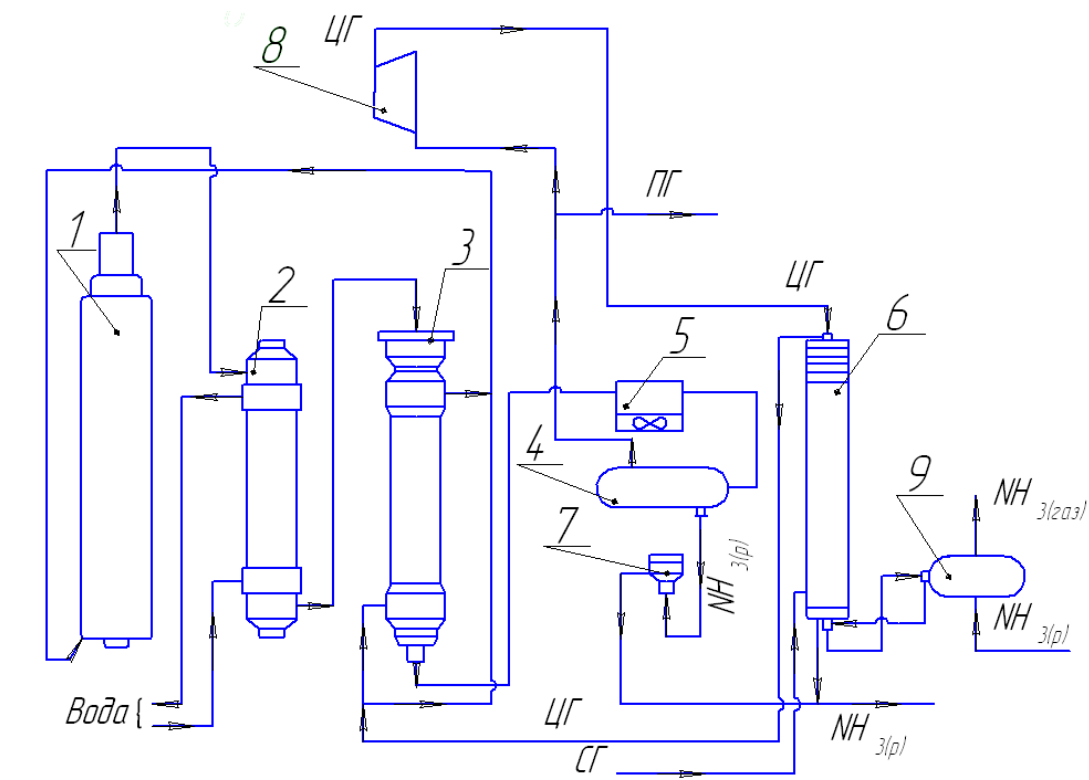
Аміак є найважливішим хімічним продуктом, так як служить вихідною сировиною для отримання різноманітних азотовмісних сполук. Найбільш крупними споживачами св'язного азоту, а саме аміаку є: промисловість мінеральних добрив; виробництво барвників; виробництво вибухових і горючих речовин; холодильна техніка; виробництво пластичних мас; медицина.

Сучасне виробництво синтетичного аміаку складається з ряду послідовних технологічних стадій, зосереджених в окремих блоках: сіркоочистки природного газу, конверсії метану, конверсії СО, очищення синтез-газу від СО₂, метанування, компресії, синтезу аміаку, об'єднаних за технологічним принципом і, крім того, з енергетичного - єдиною системою парового циклу.

Характерною особливістю блоку відділення синтезу аміаку

є те, що тут утворюється і виділяється рідкий аміак - товарний продукт. Від інших стадій виробництва синтезу аміаку відрізняється застосуванням високого тиску, наявністю циркуляційного газового контуру, використанням холоду. На цій стадії виділяється і утилізується найбільша кількість реакційного тепла.

Найбільшого поширення у вітчизняній промисловості отримав агрегат синтезу аміаку з використанням тепла реакції, продуктивністю 1360 т NH_3 на добу. Технологічна схема блоків синтезу аміаку цього агрегату описана на рисунку 1.



- 1 - колона синтезу аміаку, 2 - підігрівач води, 3 - виносний теплообмінник;
4 - сепаратор рідкого аміаку; 5 - блок апаратів повітряного охолодження;
6 - конденсаційна колона; 7 - магнітний фільтр; 8 – циркуляційний компресор; 9 – випарник; ЦГ – циркуляційний газ; ПГ – продувний газ;
СГ – свіжий газ

Рисунок 1 – Технологічна схема виробництва аміаку

Мета роботи: модернізація конструкції виносного кожухотрубного теплообмінника аміаку високого тиску.

Перелік посилань:

1. Кузнецов Л.Д. «Синтез аммиака» Химия, 1982. – 296 с.

УДК.624.21

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ЗАСТОСУВАННЯ ОРТОТРОПНИХ ПЛИТ

к.т.н., доц. Рубльов А.В

Національний транспортний університет

Розвиток суспільства потребує змін у підходах до будівництва металевих мостів, які спрямовані на економію металу та зниження трудовитрат при виготовленні та монтажі прогонових будов. Це може бути досягнуто використанням легованих сталей підвищеної міцності, застосування зварювання при монтажі, застосування ефективних типів монтажних з'єднань, впровадження новітніх, прогресивних, економічних систем прогонових будов.

Одним з напрямів в проектуванні та будівництві прогонових будов металевих мостових споруд є ортотропні плити, які є надзвичайно ефективними для міських та комбінованих мостових систем транспортного будівництва. Такі конструкції одночасно виконують декілька функцій: є несучим настилом мостового полотна; повністю або частково виконують функцію поясів головних балок або ферм; дозволяють виключити необхідність застосування в рівні їх розташування поздовжніх зв'язків прогонової будови.

При конструюванні та проектуванні, особлива увага приділяється зміні умов їх застосування протягом часу експлуатації, або навіть при зміні розрахункової схеми об'єкту, враховуються процеси розвитку деформацій що залежать від зміни фізико-механічних властивостей матеріалу, зміна проектних навантажень при експлуатації. Сучасні нормативні документи, які приходять на зміну морально застарілим нормам, надають лише принципову концепцію. Крім того використання сучасних програмних комплексів потребують більш ретельного підходу до формування вихідних умов та розрахункових схем. Важливо відмітити, що поняття перспективної зміни несучої здатності транспортних споруд в часі, стає все більш пріоритетним напрямом сучасної науки.

УДК 631.417:547.992

**АПАРАТ ІЗ ПЕРЕМІШУЮЧИМ ПРИСТРОЄМ
ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

студенти Подвенцова Д.Д., Кирилюк В.О., к.т.н., ст.викл. Гайдай С.С.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Упродовж останніх 25 років в Україні зростає дефіцит каліє-, кальціє- і, особливо, фосфоровмісних добрив. У той же час активна комерційна експлуатація сільськогосподарських угідь під час вирощування ефірно-олійних культур, кукурудзи та інших технічних культур призвела до інтенсивного виснаження ґрунтів.

Для усунення цих негативних факторів виникає гостра необхідність у виробництві багатокомпонентних органо-мінеральних добрив, які містять азот, калій, кальцій, магній, фосфор, сірку та гумінові речовини, які сприяють покращенню процесів ґрунтоутворення.

Азот – це складова частина рослинних протеїнів, хлорофілу, ензимів і багатьох інших компонентів, необхідних для росту рослин [1]. Внаслідок дефіциту калію відбувається порушення метаболічних процесів, що призводить до пониження продуктивності культур та якості урожаю. Інтенсивне засвоєння кальцію рослинами пришвидшує ріст коріння та листя, забезпечує утворення корневих ворсинок, запобігає ослизненню та гноїнню кореня, побілінню верхівок рослин та молодого листя, а також появі хлоротичної плямистості, після якої воно жовтіє та завчасно опадає. Магній сприяє підвищенню вмісту хлорофілу в зелених частинах рослин, який поглинає сонячну енергію і з її допомогою перетворює вуглекислий газ і воду в складні органічні речовини, також запобігає розвитку хлорозу між жилками листків. У зв'язку з тим, що фосфор відіграє важливу роль у обмінних процесах, його застосування підвищить ранню врожайність сільськогосподарських культур та покращить його якісні показники [1].

Разом з тим, всі вищезазначені компоненти містяться у відходах хімічної та харчової промисловостей, а саме: сульфат амонію з виробництва капролактаму в рідкому виді, а також нерозчинні у воді компоненти соняшникової золи з відходів при переробці соняшникового насіння та кісткового борошна з відходів кісток тварин м'ясо-молочного виробництва [2].

Сульфат амонію має високий вміст азоту та сірки, соняшникова зола багата калієм, кальцієм, магнієм та фосфором, а також містить необхідні рослинам мікроелементи, а кісткове борошно складається з фосфору, кальцію та містить невелику кількість азоту.

Нині у світовій практиці широко використовують гумінові речовини, як стимулятори росту, разом із мінеральними добривами. Тому підвищення ефективності виробництва гуміново-органомінеральних добрив, які містили б задану кількість поживних речовин органічного, мінерального походження та гуматів є актуальним.

Утилізацію вище зазначених відходів виробництв запропоновано проводити за технологією одержання багатоконпонентних органо-мінеральних добрив [2, 3], де вище зазначені компоненти перед грануляцією перемішуються в окремому апараті до гетерогенної рідкої системи.

Основними вимогами до апарату з перемішуючим пристроєм є забезпечення ефективності та інтенсивності при перемішуванні.

Метою роботи є обґрунтування вибору апарату із перемішуючим пристроєм та робочого елементу мішалки для забезпечення найбільш енергоефективного і якісного перемішування багатоконпонентних рідких систем, що містять зважені дрібнодисперсні компоненти.

Перелік посилань:

4. Корнієнко Я. М. Гранульовані гуміново-органомінеральні добрива. Спосіб одержання / Я. М. Корнієнко, С. С. Гайдай, О. В. Мартинюк, А. М. Любека // Хімічна промисловість України. – 2015. – №1. – С. 44-48.

5. Kornienko Y. Kinetic laws of the process of obtaining complex humic-organic-mineral fertilizers in the fluidized bed granulator / Y. Kornienko, S. Hayday, A. Liubeka, O. Martynyuk // Ukrainian Food Journal. – 2016. – Vol. 5. – Issue 1. – PP. 144-154.

6. Korniyenko Y. Modelling of pulsating mode of fluidization when obtaining organic-mineral fertilizers / Y. Korniyenko, S. Haidai, A. Liubeka, S. Turko, O. Martynyuk // Ukrainian Food Journal. – 2016. – Vol. 5. – Issue 4. – PP. 781-794.

УДК 628.5.66.002.08

РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА В СХЕМІ ОТРИМАННЯ ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ

студентка Полякова В. І., к.т.н., ст.викл Сачок Р.В.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Оцтова кислота CH_3COOH – безбарвна рідина з їдким запахом. Має систематичну назву – етанова кислота, яка характеризує цю сполуку, як похідну етану. З водою, спиртом, ефіром, ацетоном, хлороформом та з багатьма іншими розчинниками – розчинюється необмежено, а також сама є сильним розчинником для великої кількості органічних з'єднань [1].

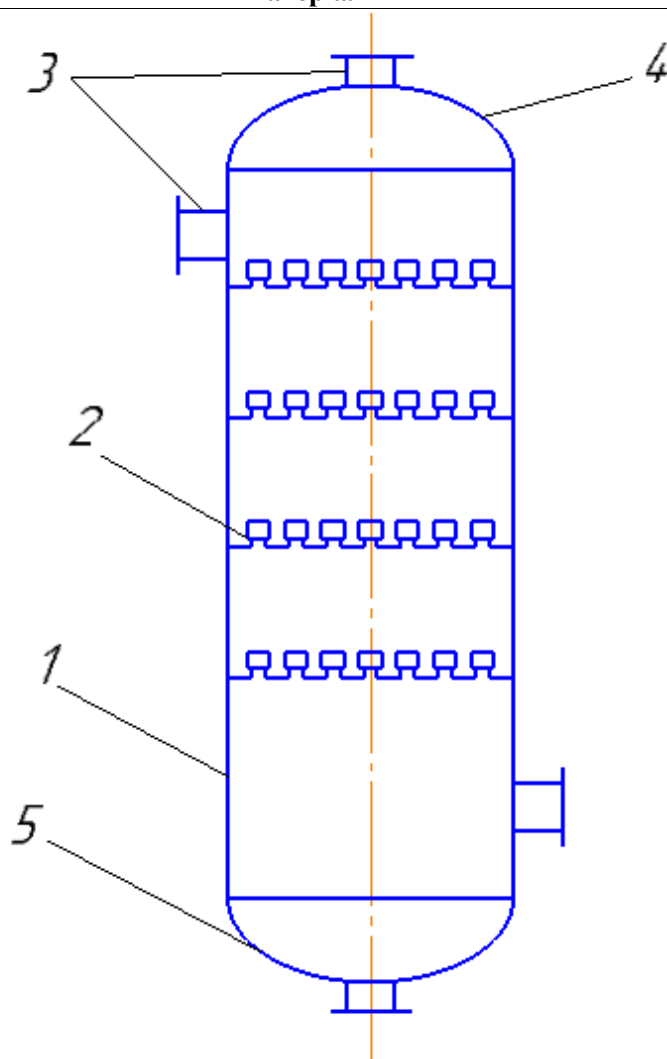
Більш ніж 65% світового виробництва оцтової кислоти використовується для виготовлення полімерів, похідних целюлози та вінілацетату. Найбільш широке використання оцтова кислота знайшла у хімічній, харчовій та текстильній промисловості, у виробництві пластмас тощо.

До недавнього часу головним джерелом для виготовлення оцтової кислоти була лісохімічна промисловість, зараз оцтову кислоту виробляють синтетично [1].

Одним із основних апаратів технологічної лінії виробництва оцтової кислоти є ковпачкова ректифікаційна колона, рисунок 1.

В колоні пара, що перегоняється, протікає знизу вгору, а назустріч парам зверху вниз протікає рідина, що подається у верхній елемент колони. Між рідинною і паровою фазою виникає масообмін, внаслідок якого пари під час їх проходження по колоні збагачуються легколетючим компонентом, а рідина – менш летючим компонентом [2].

Пропонується модернізувати базову конструкцію ректифікаційної колони через збільшення поверхні контакту фаз для усунення недоліку, що полягає у недостатньо ефективному конструктивному рішенні по розділенню рідкої фази, яке знижує інтенсифікацію процесу масообміну.



1 – корпус, 2 – ковпачкова тарілка, 3 – штуцери підводу та відводу,
4 – кришка, 5 – днище.

Рисунок 1 – Ректифікаційна колона з ковпачковими тарілками

Література:

1. Фролов Г.М., Шабуров М.А. – «Производство уксусной кислоты», 1978 – 240 с.
2. Касаткин А.Г. – «Основные процессы и аппараты химической технологии», 1961 – 831 с.

УДК 661.715.2

ПОКРАЩЕННЯ УСТАНОВКИ З РІДКОФАЗНОГО

АЛКІЛУВАННЯ БЕНЗОЛУ ПРОПІЛЕНОМ

студент Сацердотов О.О., к.т.н., ст.викл. Гулієнко С.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Пропан – органічна речовина класу алканів. Чистий пропан не має запаху, однак до технічного газу можуть додаватись компоненти, що володіють сигнальним запахом. Як представник вуглеводневих газів – пожежо- та вибухонебезпечний. Малотоксичний, але має шкідливий вплив на центральну нервову систему (отруєння, блювота, можливий летальний результат) [1].

Не дивлячись на більш високу вартість, пропан багато у чому зручніший за природний газ (метан), так як на відміну від метану зріджується при кімнатній температурі та порівняно невисокому тиску (12-15 атм.). Тому балони для пропану значно легші та дешевші ніж для метану, і містить набагато більше газу (наприклад, 50-літровий метановий балон важить 55 кг і вміщує 9 кг газу, а пропановий також об'єму важить 19 кг і вміщує 22 кг газу, крім того, балон для метану в 3-4 рази дорожчий; композитні балони в 2-3 рази легші, але ще у декілька разів дорожчі). Це робить пропан набагато зручнішим, для зберігання та транспортування, тому пропан широко застосовується для підключення переносного газового обладнання (переносні газові плити, газові пальники для кровельних робіт і т.д.), в якості автомобільного палива, а також для газифікації невеликих віддалених населених пунктів чи окремих будинків, для котрих будівництво газопроводу природного газу недоцільно [1].

У хімічній промисловості використовується для отримання пропілену, сировини для виробництва поліпропілену. Також він є вихідною сировиною для виробництва розчинників. Використовується як пропелент. У харчовій промисловості пропан зареєстрований у якості харчової добавки [1].

Зазвичай пропан міститься у природному газі, утворюється при крекінгу нафтопродуктів, при розділенні супутнього нафтового газу «жирного» природного газу як побічний продукт при різних хімічних реакціях [1].

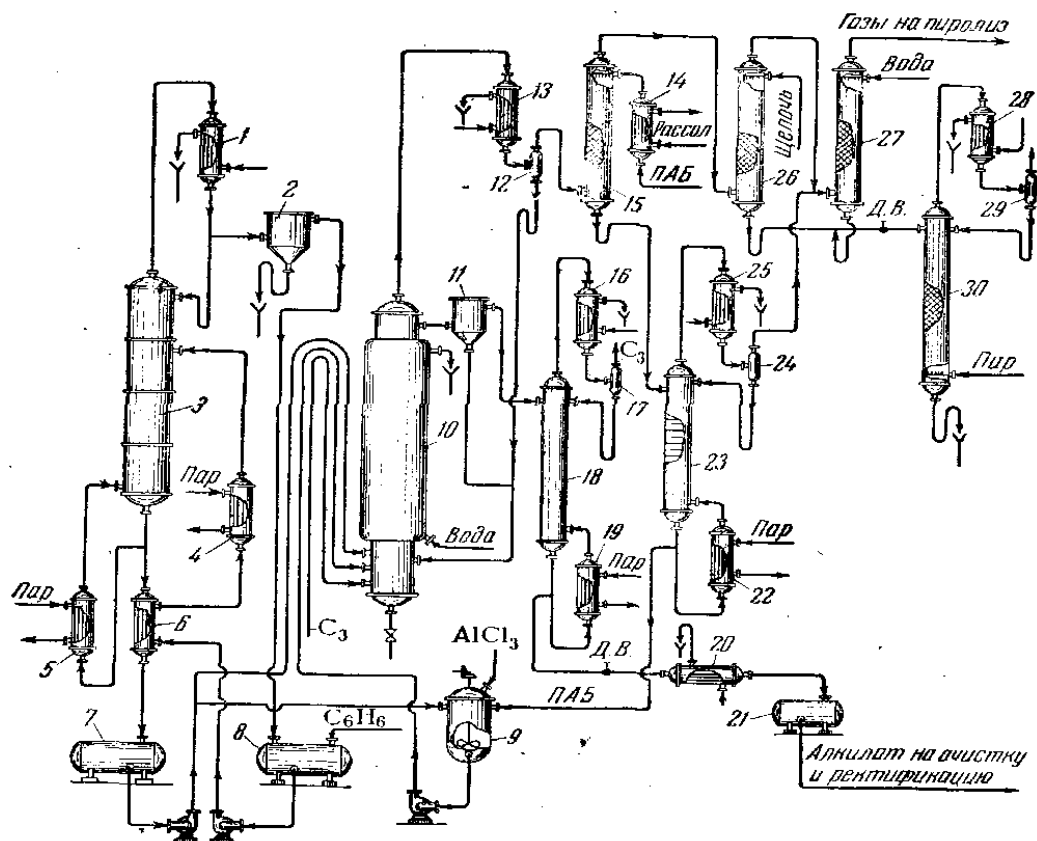


Рисунок 1 – Схема рідкофазного алкілування бензола пропіленом

У наведеній схемі представлено процес рідкофазного алкілування бензолу пропіленом. Пропан відганяється з реакційної рідини у колонні 18. Він із колони 18 відділяється у сепараторі 17 від рідини і поступає на промивку, а після – у цех піролізу [2].

Суть модернізації полягає в модернізації конденсатора 16 (холодильника) для інтенсифікації процесу теплообміну.

Перелік посилань:

2. wikipedia.org [Електронний ресурс] : [Інтернет-портал] - Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пропан> (дата звернення 03.10.2019 р.) – Назва з екрану.

3. Юкельсон И.И. "Технология основного органического синтеза" М., Издательство "Химия", 1968 г. 848 стр. (стр.437-446)

УДК 661.715.7

ПРОЦЕС НАГРІВУ БЕНЗОЛУ У КОЖУХОТРУБНОМУ ТЕПЛООБМІННИКУ

студент Супруненко М.І., к.т.н., ст.викл. Гулієнко С.В.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Бензол (бензен) – це хімічна сполука органічної природи у вигляді безбарвної рідини, якій характерний дещо різкий солодкий запах. Це компонент бензину, який активно використовують у різних промислових галузях.

Бензен належить до найпоширеніших хімічних продуктів й ароматичних сполук. Бензол є вкрай важливим для хімічної галузі, оскільки є вихідним реактивом для синтезу безлічі різних сполук: етилбензолу, кумолу, циклогексану, нітробензолу, хлорбензолу та ін. Він здатний розчиняти майже всі органічні сполуки. Велика кількість отриманих за участю цієї субстанції напівпродуктів далі використовується при виробництві пластмас, синтетичних волокон і каучуку, інсектицидів та ліків. Також бензен вводять до складу моторного пального з метою збільшення октанового числа.

Бензол може бути виготовлений за допомогою дегідрогенізації циклогексану, полімеризації ацетилену, а в промислових масштабах за допомогою каталітичного риформінгу. Ще до середини ХХ ст. основним джерелом ароматичних вуглеводнів була коксохімічна промисловість.

На рисунку 1 показана технологічна схема алкілування бензолу пропіленом в рідкій фазі із застосуванням в якості каталізатора хлористого алюмінія. Вихідний бензол і зворотній бензол з збірника 8 через кожухотрубний теплообмінник 6 та підігрівач 4 подають на ректифікацію в колону 3.

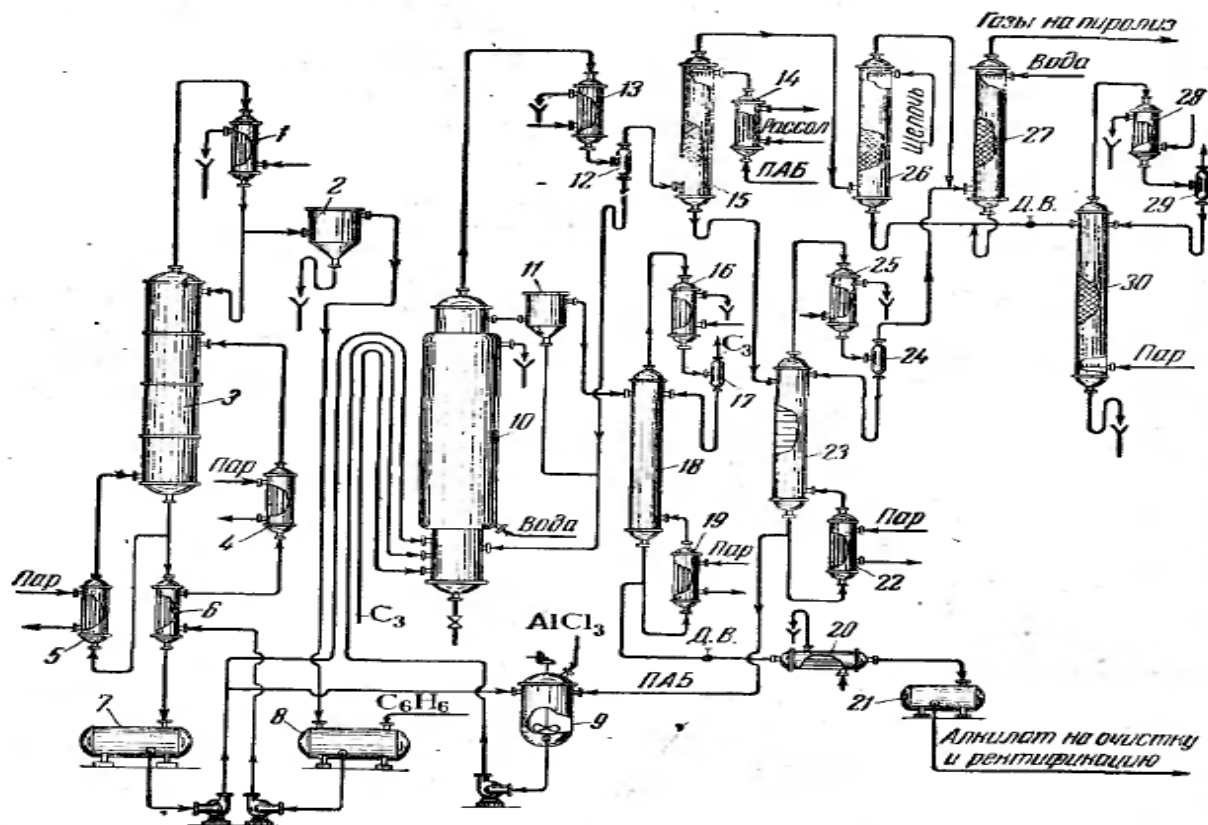


Рисунок 1 – Технологічна схема алкілювання бензолу пропіленом в рідкій фазі із застосуванням в якості каталізатора хлористого алюмінію.

Для покращення роботи та підвищення продуктивності даної схеми потрібно удосконалити кожухотрубний теплообмінник 6.

Перелік посилань:

Юкельсон И.И. «Технология основного органического синтеза» М.:ГХИ, 1959. – 528 с.

УДК 66.045

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНИКА РЕГЕНЕРОВАНОГО
ВІНІЛХЛОРИДУ В СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА В МАСІ ПОЛІВІНІЛХЛОРИДУ**

студент Туз Д.О., доц., к.т.н. Швед М.П., пров. інж., к.т.н. Швед Д.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Вінілхлорид – це органічна сполука, хлоропохідна етилену. Його отримують шляхом термічного розкладу дихлоретану при температурі близько 500°C. В присутності органічних пероксидних сполук при 40 °C і тиску 5 атмосфер вінілхлорид легко полімеризується в еластичну масу – полівінілхлорид. Застосовується для електроізоляції проводів та кабелів, виробництва листів, труб (переважно хлорований полівінілхлорид), плівок, плівок для натяжних стель, штучних шкір, лінолеума, взуттєвих пластикатів, меблевої кромки тощо.

З кожним днем збільшуються темпи росту виробництва полівінілхлориду, тому з'являється необхідність в удосконаленні обладнання для його виробництва. Модернізація теплообмінних процесів дозволить інтенсифікувати процес виробництва.

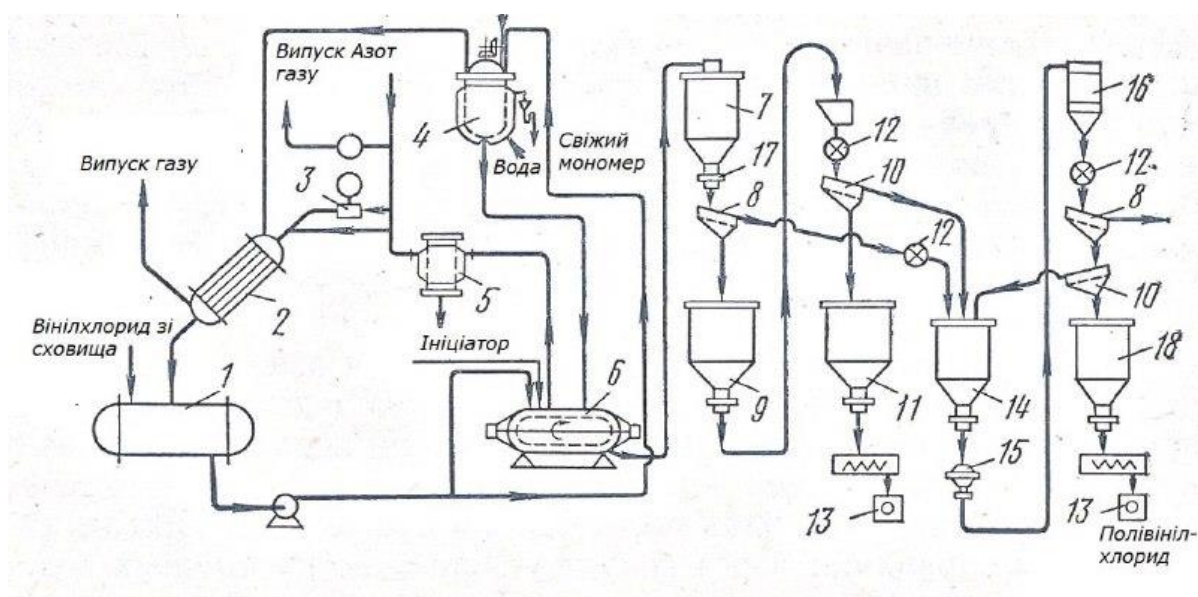
Технологічний процес отримання полівінілхлориду в масі, рисунок 1, можна розділити на наступні стадії: підготовка до проведення попередньої полімеризації; попередня полімеризація полівінілхлориду; основна полімеризація полівінілхлориду; відділення полімеру та його розсівання.

Перед початком процесу оглядають реактор 4, всі комунікації та прибори, після чого в реактор через люк заливають дозовану кількість розчину ініціатора. Після перевірки на герметичність в реактор подається насосом з резервуара 1 через фільтр рідкий вінілхлорид, а в кожух реактора поступає вода з температурою 60-75°C.

Попередня полімеризація вінілхлориду відбувається у вертикальному циліндричному реакторі 4, який має кожух, комбіновану мішалку (лопатову турбінну та пропелерну), що обертається від верхнього приводу. Отриманий полімер разом з вінілхлоридом самопливом поступає в реактор 6 основної полімеризації; при зливі мішалку перемикають на малу кількість обертів.

Основна полімеризація вінілхлориду проходить в реакторі 6 – горизонтальному циліндричному апараті з кожухом. До реактору подається додаткова кількість вінілхлориду з резервуару 1 та ініціатори.

Отриманий полівінілхлорид вивантажують до бункер-циклону 7 в вигляді пиловидної суміші з азотом. З бункера 7 через живильник 17 полівінілхлорид поступає на розсіювання в грохот 8. Грудки та великі частинки полівінілхлориду направляються в приймач 14 та на млин 15, а дрібна фракція – в бункер 9, яка потім подрібнюється на дробарці 12 та просіюється на ситі 10. Порошок полівінілхлориду, що пройшов сито, подається в збирач 11 та приймач готового продукту 13. Крупна фракція з сита 10 направляється в приймач 14 та проходить другий цикл подрібнення та розсіву. Хвостова частина процесу при блоковій полімеризації не потребує фільтрації та сушки полівінілхлориду, що полегшує процес його отримання.



1-резервуар вінілхлориду. 2-холодильник регенованого вінілхлориду. 3-компресор. 4-реактор попередньої полімеризації вінілхлориду. 5- фільтр.

6-реактор основної полімеризації вінілхлориду. 7-бункер-циклон. 8-грохоти. 9-бункер полівінілхлориду. 10-сито. 11-збирач. 12-дробарки. 13-приймач готового полівінілхлориду. 14-приймач полівінілхлориду з нестандартним розміром частинок. 15-млин. 16-повітряний фільтр. 17-барабанний живильник. 18-приймач подрібненого продукту.

Рисунок 1 – Схема процесу виробництва полівінілхлориду в масі

Перелік посилань:

Пик И.Ш., Азерский С.А. Технология пластических масс. М. Высшая школа 1975г. 375с.илл.

УДК 66.023.23

РОЗРОБЛЕННЯ ВИПАРНОЇ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ УСТАНОВКИ СЕЛЕКТИВНОГО ОЧИЩЕННЯ МАСТИЛА

студент Хоменко М.В., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

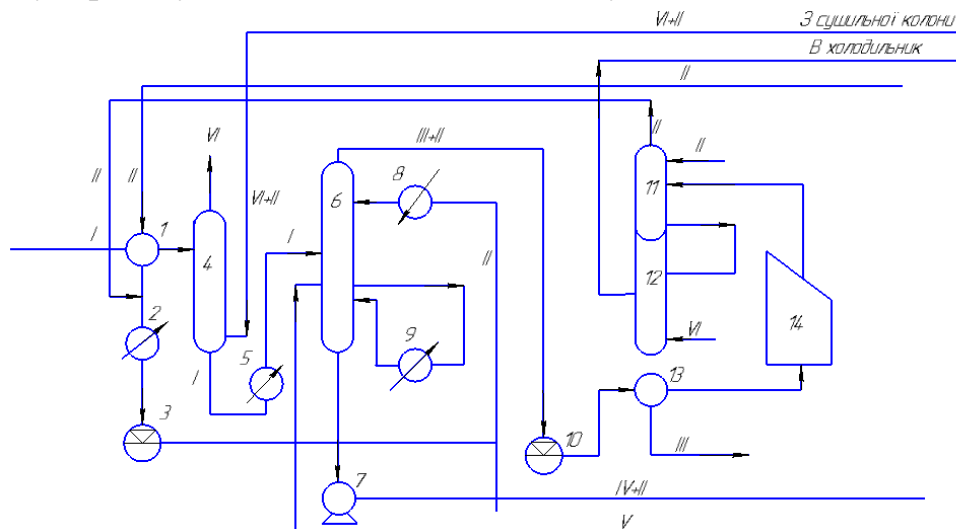
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського»

Для більшості видів техніки мастила є невід'ємною частиною, без них неможлива нормальна експлуатація, тому з кожним роком збільшується необхідність у високоякісних маслах.

Установка селективного очищення фенолом та крезолом складається з наступних основних секцій: абсорбції сировини фенолом та крезолом з парів азеотропної суміші фенолу, крезолу і води, екстракції, регенерації фенолу та крезолу з рафінадного розчинів, «водяний контур». [1, 2]

При роботі по схемі (рисунок 1) сировина через теплообмінник 1 потрапляє на верх абсорбера 4, де протікає контактує з парами азеотропної суміші фенолу, крезолу та води, які надходять з сушильної колони 16.



1, 2, 5, 8, 9, 13 – теплообмінники; 3 – посудини розчину фенолу і крезолу;
4 – абсорбер; 6 – екстракційна колона; 7 – насос відкачування екстракційного розчину; 10 – посудина рафінадного розчину; 11, 12 – колони регенерації фенолу та крезолу з рафінадного розчину; 14 – піч.

Рисунок 1 - Технологічна схема селективного очищення масляної сировини фенолом та крезолом:

I – сировина; II – фенол та крезол; III – рафінад; IV – екстракт; V – фенольна вода; VI – водяна пара.

Пари води через верх абсорбера 2 відводяться в атмосферу або направляються в систему «водяного контуру» (на схемі відсутній).

Сировина з абсорбера 4 через холодильник 5 надходить в екстракційну колону 6 (у середню частину). У верхній частині колони 6 з ємкості 3 через підігрівач 8 подається фенол і крезол. З ємкості, де міститься фенольна вода у нижню, а при необхідності у верхню і середню частини колони 6 подається фенольна вода. Температура в колоні 6 визначається температурами фенолу і крезолу та сировини, що надходять. Для регулювання температури знизу передбачена циркуляція частини екстрактного розчину через холодильник 9.

Регенерація рафінадного розчин відбувається в два етапи. Виходячи самотоком з верхньої частини колони 6, рафінадний розчин збирається в ємкість 10, звідти через теплообмінник 13 подається в піч 14 і після випарювання надходить в колону 11. Виходячи з верху колони 11 пари фенолу та крезолу охолоджуються і конденсуються в теплообміннику 1 і холодильнику 2, конденсат збирається в ємкість 3. Розчин рафінаду, що містить 5-6% фенолу та крезолу, з низу колони 11 перетікає в випарну колону 12, у низу якої вводиться водний пар. Пари фенолу, крезолу та води з верхньої частини колони 12 конденсується в холодильнику 22, конденсат збирається в ємкість 23. Рафінад через теплообмінник 13 і холодильник відкачується з установки.

При селективному очищенні мастил фенолом і крезолом, використовують тарілчасті ректифікаційні колони. Переваги використання тарілчастої ректифікаційної колони: можливість якісного розподілу фракцій; простота виготовлення, монтажу та обслуговування; відносно низькі металоємність і вартість; невисокий гідравлічний опір. Недоліками ж є її габарити; чутливість до зміни навантаження, так як при низькому – рідина провалюється через отвору, а при високому – відбувається підвищений бризковиніс; при подачі забрудненої рідини відбувається забивання отворів.

Покращити роботу ректифікаційної колони можна шляхом встановлення ковпачкових тарілок.

Метою дипломного проекту є модернізація ректифікаційної колони, яка дозволить підвищити ефективність роботи ковпачкового пристрою.

Список літератури

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

Чаплюк Е. А., И. А. Горбунов. Анализ установки селективной очистки масел фенолом // Наука и образование сегодня, 2018. №5 (28). С. 12-13.

УДК661.333.3

**МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ З ОЧИСТКИ РОСОЛУ
ВАПНЯНО-СОДОВИМ МЕТОДОМ**

студент Шарипов Я.М., к.т.н., ст.викл. Гулієнко С.В.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Кальцинована сода (карбонат натрію) є одним з найважливіших продуктів хімічної промисловості. У найбільших кількостях продукт застосовується в якості компонента шихти при виробництві скла, при випуску мила та інших миючих засобів, емалей, для отримання ультрамарину, а також в процесах виробництва каустичної соди і інших натрієвих солей.

Існує 2 основних способи отримання кальцинованої соди: спосіб Леблана (з солі та крейди) та спосіб Сольве (аміачний).

В аміачному способі виробництва соди застосовують не тверду сіль, а розсіл, що є великою перевагою, так як видобуток ропи шляхом підземного вилуговування солі водою значно дешевше видобутку твердої солі звичайним шахтним способом. Використання для приготування розсолу твердої солі, піднятої на поверхню землі, можливе лише у тих випадках, коли кухонна сіль є відходом виробництва.

На содових заводах розсіл очищають від домішок вапняно - содовим способом. У цьому випадку для осадження солей кальцію використовують соду, для осадження солей магнію - вапняну суспензію. В основі вапняно-содового способу лежать реакції іонного обміну, що призводять до утворення важкорозчинних карбонату кальцію і гідроксиду магнію. Основними труднощами першій стадії очищення розсолу є низька швидкість згущення суспензії гідроксиду магнію і незадовільна швидкість фільтрування згущеної суспензії.

На схемі (рисунок 1) зображений процес очистки розсолу вапняно-содовим методом, який включає такі апарати: збірник содового розсолу 1, збірник сирого розсолу 2, шнековий змішувач 3, шнековий живильник 4, бункер для кальцинованої соди 5, бак для слабкої рідини 6, бак для очищеного розсолу 7,

теплообмінник 8, напірний бак для очищеного розсолу 9, напірний бак для содової суміші 10, змішувач 11, реактор 12, відстійник 13, збирач шламу 14, змішувальний жолоб 15, збирач слабого вапняного молока 16, збірник міцного вапняного молока 17, збірник очищеного рослу 18.

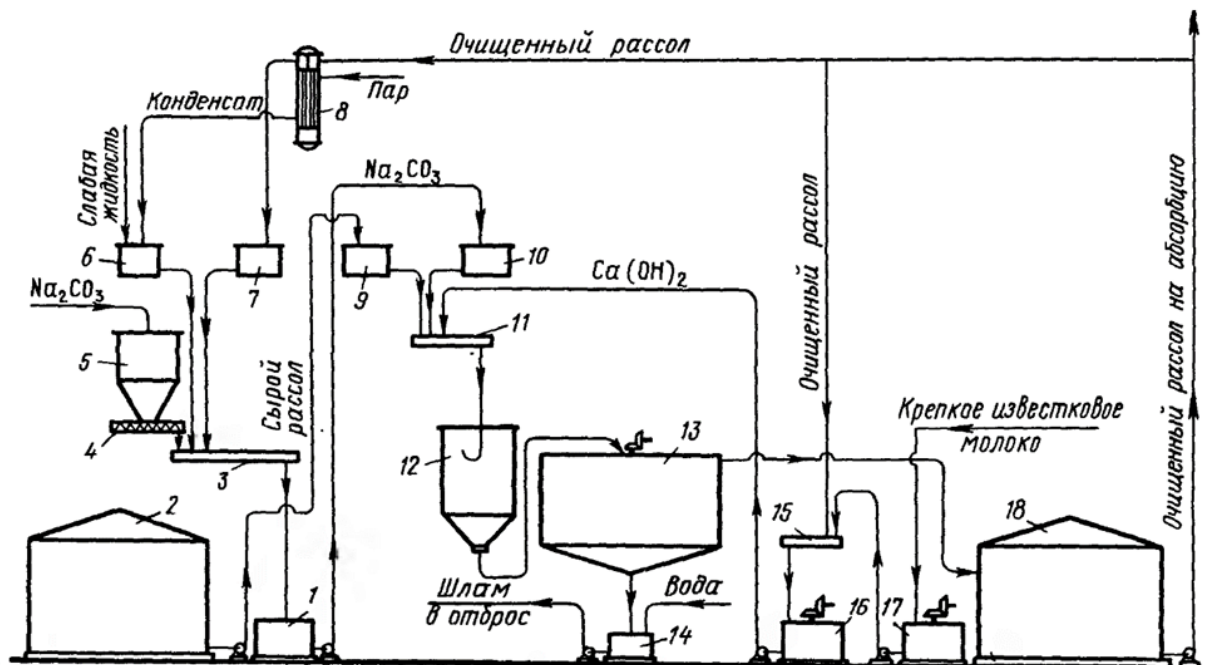


Рисунок 1 – Схема виробництва соди

Роль кожухотрубного теплообмінника в очистці розсолу вапняно-содовим методом є в підігріванні суміші для інтенсифікації реакції розсолу з реагентами. Планується модернізацію направити на вдосконалення конструкції теплообмінника 8.

Перелік посилань:

1. С. А. Крашенинников «Технология кальцинированной соды и очищенного бикарбоната натрия», Издательство «Вышшая школа», 1985 г. 284 стр. (стр.83-89)

**СЕКЦІЯ 2
«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»**

УДК 676.026.52

ВИБІР ТИПУ СУШИЛЬНОЇ ЧАСТИНИ СУЧАСНОЇ ПАПЕРОРОБНОЇ ТА КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ

студент Данчишен І.А., к.т.н., ст.викл. Новохат О.А.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

На сучасному етапі розвитку промисловості України целюлозно-паперове виробництво (ЦПВ) є однією з перспективних галузей, що спрямоване на забезпечення стабільного економічного розвитку держави.

Вітчизняна целюлозно-паперова промисловість має переважно переробний характер [2]. А існуючі потужності підприємств галузі з виробництва паперу і картону розраховані здебільшого на вторинну переробку целюлозної сировини та макулатури. Крім того на даний час виробництво целюлози занепало і вона завозиться із-за кордону. Це пов'язано з рядом факторів, насамперед з браком деревини та виробничий потужностей.

Однією з найбільш енергозатратних стадій виробництва паперу і картону є процес сушіння. Воно вимагає великі витрати грійної пари та значної кількості сушильних циліндрів.

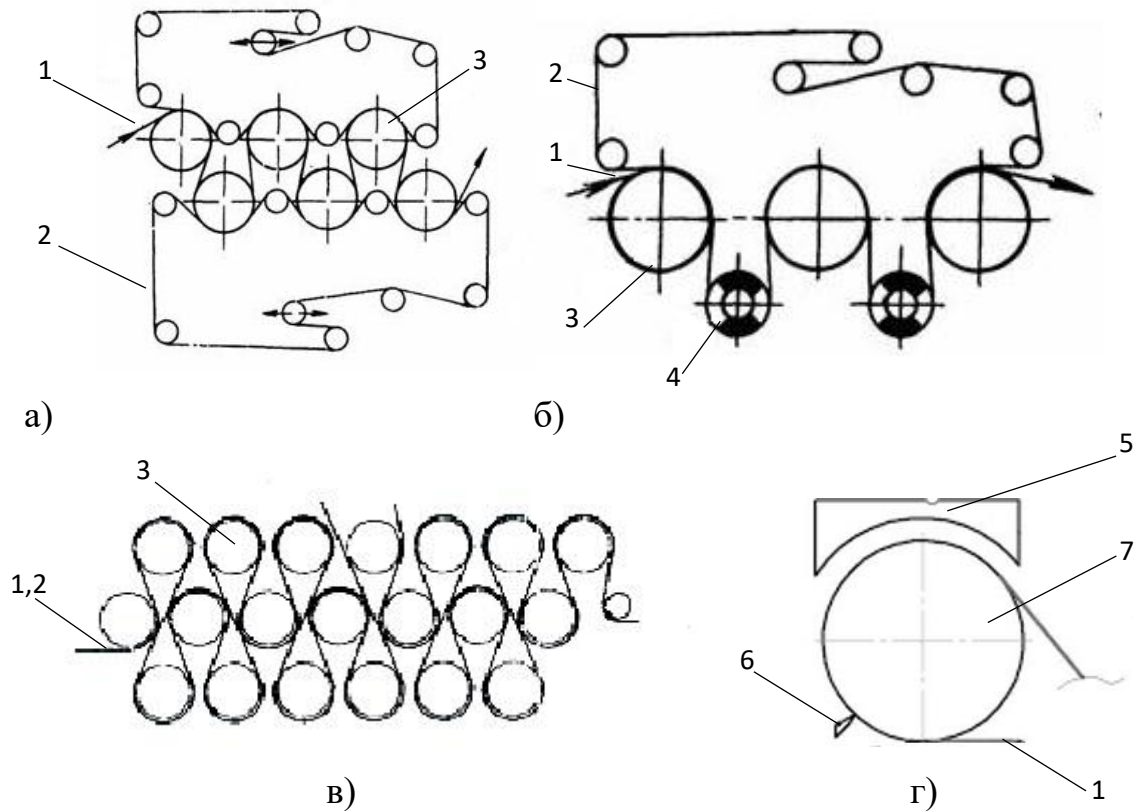
Сушильна частина для виготовлення картону та щільного паперу, зазвичай, складається з сушильних циліндрів діаметром 1,5-1,8 м за різного компонування (рисунок 1).

Папір з малою масою квадратного метра, наприклад санітарно-гігієнічний папір масою 32 г/м², сушиться на лоцильному циліндрі діаметром 4-6 м в поєднанні з ковпаком високоінтенсивного сушіння. За даного виробництва швидкість сушіння становить 600-1250 м/хв. Даний процес супроводжується подачею гарячого повітря, температура якого становить 400 °С.

Швидкість папероробних та картоноробних машин під час сушіння на сушильних циліндрах в Україні, зазвичай, становить 450-600 м/хв, а на лоцильному циліндрі – 800-1250 м/хв.

За результатами літературних джерел також встановлено, що сучасні конструкції сушильних частин папероробних та картоноробних машин для

збільшення інтенсивності процесу оснащують допоміжними обладнанням. Насамперед, це встановлення блоків інфрачервоного випромінювання, конвективних ящиків та локальних вентиляційних систем.



а) двоярусне компонування; б) слаломне сушіння; в) триярусне компонування; г) лоцильний циліндр з ковпаком; 1 – сукно; 2 – сітка; 3,6 – сушильний циліндр; 4 – всмоктувальний вал; 5 – башмак; 6 – шибер; 7 – лоцильний циліндр.

Рисунок 1 – Компонування сушильних частин

Тому модернізацію сушильної частини картоноробної машини доцільно спрямувати на збільшення продуктивності шляхом встановлення додаткового обладнання та заміни старого устаткування новим.

Перелік посилань:

1. <https://studizba.com/lectures/107-himija/1439-tehnologija-bumagi/26633-47-sushka-bumagi.html>

2. <https://books.google.com.ua/books?id=l6xEBQAAQBAJ&pg=PA182&lpg=PA182&dq#v=onepage&q&f=false>

**СЕКЦІЯ 3
«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА»**

УДК 531/534

РІВНЯННЯ ЛАНГРАНЖА II РОДУ ДЛЯ РУХОМОЇ ТОЧКИ В ПОЛІ СИЛ ТЯЖІННЯ

студентка Заболотна Н.В., к.т.н., доц. Штефан Н.І

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Розглянемо запис рівняння Лангранжа, якщо матеріальна точка рухається в полі дії сил тяжіння. Для цього в якості узагальнених координат виберемо декартові координати $q_1 = x$, $q_2 = y$. Кінетична T і потенціальна Π енергії точки відповідно дорівнюють:

$$T = \frac{m}{2} (\dot{x}^2 + \dot{y}^2), \quad \Pi = \frac{-k}{\sqrt{x^2 + y^2}}.$$

Підставимо функцію Лангранжа $L = T - \Pi$ у рівняння Лангранжа II роду, яке має вигляд:

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

і знайдемо диференціальні рівняння руху точки в декартових координатах:

$$m\ddot{x} = -\frac{kx}{\sqrt{(x^2 + y^2)^3}}; \quad m\ddot{y} = -\frac{ky}{\sqrt{(x^2 + y^2)^3}}.$$

Якщо в якості узагальнених координат тепер вибрати полярні координати $q_1 = r$, $q_2 = \varphi$, то кінетична і потенціальна енергії точки будуть визначатися за відповідними виразами:

$$T = \frac{m}{2} (\dot{r}^2 + \dot{r}^2 \varphi^2); \quad \Pi = -\frac{k}{r},$$

а диференціальні рівняння руху точки матимуть вигляд:

$$m(\ddot{r} - r\dot{\varphi}^2) = -\frac{k}{r^2}; \quad \frac{d}{dt} (mr^2\dot{\varphi}) = 0.$$

Той факт, що координата φ не входить у вираз для функції Лангранжа, дає можливість отримати з рівнянь руху перший інтеграл, що виражає закон збереження моменту кількості руху, у вигляді $mr^2\dot{\varphi} = C_1$.

Таким чином, вигляд рівнянь Лангранжа зберігається незалежно від вибору узагальнених координат, хоча їх вдалий вибір (полярні координати) значно спрощує структуру рівнянь руху, а отже і аналіз руху.

УДК 531/534

ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯНЬ В'ЯЗЕЙ ДЛЯ КУЛІ, ЩО КОТИТЬСЯ ПО ЛОЩИНІ БЕЗ КОВЗАННЯ.

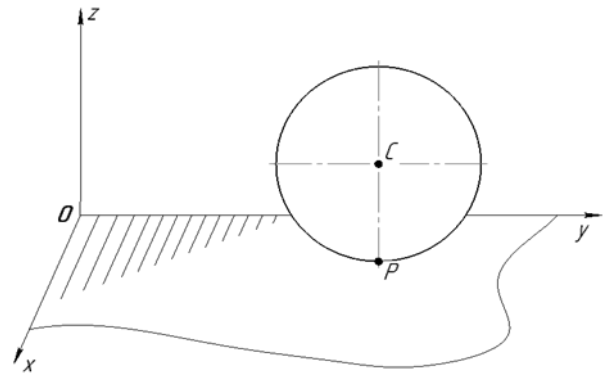
Студент Іванов Д.В., к.т.н., доц. Штефан Н.І

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Отримаємо рівняння в'язей для кулі радіусом r , яка котиться по площині без ковзання.

Положення кулі визначається координатами x_C, y_C, z_C центра мас і трьома кутами його повороту навколо центру мас. Цими кутами можуть бути кути Ейлера. При будь-якому положенні кулі відстань від точки C до площини Oxy дорівнює його радіусу. Тому одне з рівнянь в'язі має вигляд $z_C = r$. Інші рівняння в'язей визначимо із умови кочення без ковзання:



$$\bar{v}_p = \bar{v}_C + \bar{\omega} \times \bar{r} = 0; \quad \bar{r} = \overline{CP},$$

або в проекціях на осі нерухомої системи координат:

$$\dot{x}_C - r\omega_y = 0; \quad \dot{y}_C - r\omega_x = 0; \quad \dot{z}_C = 0.$$

Інтегрування останнього рівняння дає отриману вище геометричну умову $z_C = r$.

Кінематичне рівняння в проекціях на осі нерухомої системи координат:

$$\omega_x = \dot{\varphi} \sin \theta \sin \psi + \dot{\theta} \cos \psi;$$

$$\omega_y = -\dot{\varphi} \sin \theta \cos \psi + \dot{\theta} \sin \psi.$$

Таким чином, рівняннями в'язей для кулі є:

$$\dot{x}_C + r(\dot{\varphi} \sin \theta \cos \psi - \dot{\theta} \sin \psi) = 0,$$

$$\dot{y}_C + r(\dot{\varphi} \sin \theta \sin \psi + \dot{\theta} \cos \psi) = 0,$$

$$z_C = 0.$$

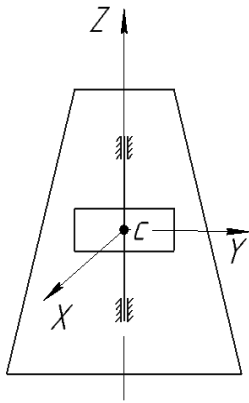
Перші два не інтегруються, так як є рівняннями неголономних в'язей.

УДК 531/534

ВИЗНАЧЕННЯ ВІДНОСНОЇ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ ОРБІТАЛЬНОЇ КОСМІЧНОЇ СТАНЦІЇ

студент Ревун Я. О., к.т.н., доц. Штефан Н. І.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"



Дослідимо питання про визначення відносної кутової швидкості орбітальної космічної станції, яка обертається навколо своєї осі симетрії з кутовою швидкістю ω . Навколо осі CZ розкручується маховик до відносної кутової швидкості $\omega_z^{(r)}$ по відношенню до станції. Нехай відношення моментів інерції станції і маховика $J_c / J_m = 200$. Визначимо $\omega_z^{(r)}$, якщо потрібно погасити кутову швидкість станції в 10 разів.

Очевидно, що сили тяжіння, які діють на космічний апарат, приводяться до рівнодійної, що проходить через його центр мас С. Тоді, за теоремою про зміну кінетичного моменту системи, розуміючи, що $\overline{K_c^{(e)}} = 0$ (тобто, головний момент кількості рухів системи постійний відносно осі CZ, яка поступально переміщується): $K_{CZ} = \text{const}$.

Кінетичний момент системи до розкручування маховика

$$K_{CZ}^{(0)} = (J_c + J_m)\omega,$$

після розкручування

$$K_{CZ} = J_c \frac{\omega}{10} + J_m \left(\frac{\omega}{10} + \omega_z^{(r)} \right),$$

але, в силу існування закону збереження K_{CZ} записуємо:

$$K_{CZ} = K_{CZ}^{(0)}$$

Звідси отримаємо

$$\omega_z^{(r)} = \frac{J_c + J_m}{J_m} \cdot 0,9\omega = 180,9\omega.$$

УДК 531/534

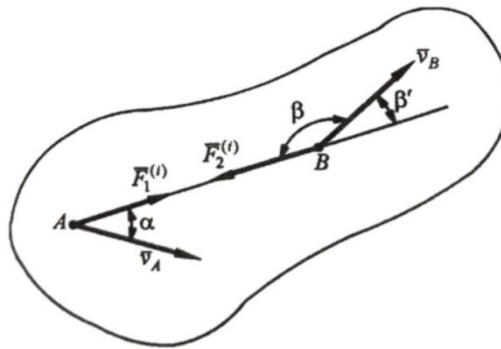
РОБОТА ВНУТРІШНІХ СИЛ ТВЕРДОГО ТІЛА

студент Нікулічев Д. В., к.т.н., доц. Штефан Н. І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Розглянемо дві довільні точки тіла А і В (рис. 1), сили взаємодії між



якими, згідно з третім законом Ньютона,

$$\bar{F}_2^{(i)} = -\bar{F}_1^{(i)}$$

На основі формули : $A(\bar{F}) = \int_0^t \bar{F}v dt$, маємо

$$A(\bar{F}_1^{(i)}) + A(\bar{F}_2^{(i)}) = \int_0^t (\bar{F}_1^{(i)} \cdot \bar{v}_A + \bar{F}_2^{(i)} \cdot \bar{v}_B) dt.$$

Розкриваючи скалярні добутки **Рис 1** двох векторів, отримаємо

$$\begin{aligned} A(\bar{F}_1^{(i)}) + A(\bar{F}_2^{(i)}) &= \int_0^t (F_1^{(i)} \cdot v_A \cdot \cos\alpha + F_2^{(i)} \cdot v_B \cdot \cos\beta) dt = \\ &= \int_0^t (F_1^{(i)} \cdot v_A \cdot \cos\alpha - F_1^{(i)} \cdot v_B \cdot \cos\beta') dt, \end{aligned}$$

оскільки, згідно з теоремою про проекції векторів точок твердого тіла на пряму, що їх з'єднує, в будь-який момент часу

$$v_A \cos\alpha = v_B \cos\beta'.$$

Тверде тіло можна розглядати як систему взаємодіючих пар матеріальних точок (при незмінній формі тіла). Для кожної пари сума роботи внутрішніх сил твердого тіла дорівнюватиме нулю. Якщо форма тіла змінюється (наприклад, тіло деформується), то $\sum_{k=1}^N A_k^{(i)} \neq 0$.

УДК 531/534

ВИЗНАЧЕННЯ РОБОТИ СИЛИ ПРИ ОБЕРТАННІ ТВЕРДОГО ТІЛА НАВКОЛО НЕРУХОМОЇ ОСІ

студент Чернов С.В., к.т.н. доц. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Визначимо роботу сили при обертанні твердого тіла навколо нерухомої осі. Для цього розкладемо силу \bar{F} , прикладену в довільній точці M тіла, по осям τ , n , b тригранника Френе:

$$\bar{F} = \bar{F}_\tau + \bar{F}_n + \bar{F}_b.$$

Роботи складових сили по нормалі та бінормалі дорівнюють нулю, бо вони завжди направлені перпендикулярно до вектора швидкості точки M прикладання сили. Отже, елементарна робота сили \bar{F} відбувається тільки її складовою \bar{F}_τ по дотичній до траєкторії, тобто

$$d'A(\bar{F}) = F_\tau ds.$$

Оскільки $ds = h d\varphi$, то

$$d'A(\bar{F}) = F_\tau h d\varphi,$$

де h – найкоротша відстань від точки прикладання сили до осі обертання.

Враховуючи, що $F_\tau h = M_z(\bar{F})$ – момент сили відносно осі Oz , отримаємо

$$d'A(\bar{F}) = M_z(\bar{F}) d\varphi.$$

Таким чином, елементарна робота сили, прикладеної до будь-якої точки тіла, яке обертається навколо нерухомої осі, дорівнює добутку моменту цієї сили відносно осі обертання на елементарний кут повороту тіла.

Повна робота цієї сили:

$$A(\bar{F}) = \int_0^\varphi M_z(\bar{F}) d\varphi$$

У випадку, коли момент сили відносно осі обертання тіла постійний, повна робота сили:

$$A = M_z \varphi.$$

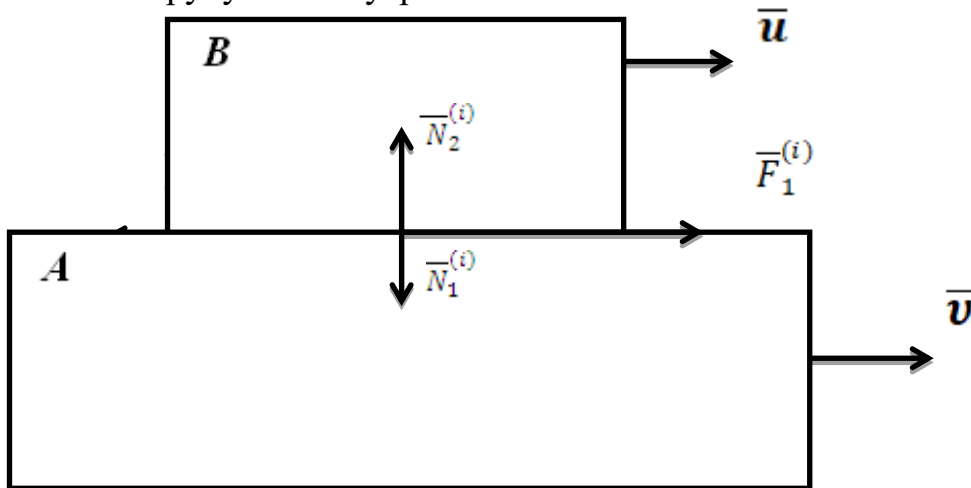
ВИЗНАЧЕННЯ РОБОТИ ВНУТРІШНІХ СИЛ ТЕРТЯ СКЛАДЕНИХ ТІЛ

студент Черниш І.С., к.т.н., доц. Штефан Н. І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

У ряді механічних систем, конструктивні елементи яких можуть рухатися один відносно одного, між рухомими тілами виникають сили тертя ковзання (рис. 1). Ці сили прикладені до різних тіл ($\vec{F}_1^{(i)}$ – до тіла A , а $\vec{F}_2^{(i)}$ – до тіла B), тому при розгляді руху кожного тіла окремо вони будуть зовнішніми, а при розгляді спільного руху тіл - внутрішніми.



Визначимо роботу внутрішніх сил тертя в цьому випадку. Нехай тіло A рухається зі швидкістю \vec{v} , а тіло B ковзає по ньому в тому ж напрямку з відносною швидкістю \vec{u} . Між тілами виникають сили тертя ковзання $\vec{F}_1^{(i)}$ та $\vec{F}_2^{(i)}$, причому, відповідно до третього закону Ньютона, $\vec{F}_1^{(i)} = -\vec{F}_2^{(i)}$. Застосувавши формулу $A(\vec{F}) = \int_0^t \vec{F} \cdot \vec{V} dt$, отримаємо:

$$A = \int_0^t [\vec{F}_1^{(i)} \cdot \vec{v} + \vec{F}_2^{(i)} \cdot (\vec{v} + \vec{u})] dt = \int_0^t \vec{F}_1^{(i)} \cdot [\vec{v} - (\vec{v} + \vec{u})] dt = - \int_0^t \vec{F}_1^{(i)} \cdot \vec{u} dt$$

Оскільки $u dt = ds$, де s – переміщення тіла B відносно тіла A , то

$$A_{1,2}^{(i)} = - \int_{M_1}^{M_2} F_1^{(i)} ds.$$

При постійній силі тертя $A_{1,2}^{(i)} = -F_1^{(i)} s$

ПОЛЕ ЛІНІЙНОЇ СИЛИ ПРУЖНОСТІ

студентка Чорна В.О., к.т.н., доц. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Як відомо, лінійна сила пружності підлягає закону Гука: $\vec{F} = -c\vec{r}$, де c – коефіцієнт пружності; \vec{r} – радіус-вектор точки М, який відраховуємо від точки рівноваги, де сила дорівнює нулю. Тоді елементарна робота цієї сили

$$d'A = \vec{F} \cdot d\vec{r} = -c\vec{r} \cdot d\vec{r} = d\left(-\frac{cr^2}{2}\right), \quad (1)$$

так як $\vec{r} \cdot d\vec{r} = d\frac{1}{2}(\vec{r}^2) = d\frac{1}{2}r^2 = r dr$. Інтегруючи (1), знаходимо, що

$$U = -\frac{cr^2}{2} + C_1;$$

$$\Pi = \frac{cr^2}{2} + C_2; \quad (2)$$

$$A = \int_{M_1}^{M_2} (-c r dr) = -c \int_{r_1}^{r_2} r dr = -\frac{1}{2}(r_2^2 - r_1^2),$$

тобто:

$$U = -\frac{c}{2}(x^2 + y^2 + z^2) + C_1, \text{ а}$$

$$\Pi = \frac{c}{2}(x^2 + y^2 + z^2) + C_2.$$

Таким чином, силова функція та потенціальна енергія лінійної сили пружності є квадратичною формою координат точки М, які відраховуються від положення рівноваги.

Як слідує із формули (2), робота сили пружності не залежить від форми траєкторії, по якій переміщається точка. При переміщенні точки із положення рівноваги робота сили пружності буде від'ємною:

$$A = -\frac{c}{2}r^2.$$

Поверхнями рівня $U(x,y,z)=C$ лінійної сили пружності будуть концентричні сфери з центром на початку координат, а силовими лініями – прямі, які проходять через початок координат, так як із виразу

$$U = -\frac{c}{2}(x^2 + y^2 + z^2) = C$$

слідує, що

$$x^2 + y^2 + z^2 = \text{const}$$

**СЕКЦІЯ 4
«ДЕТАЛІ МАШИН»**

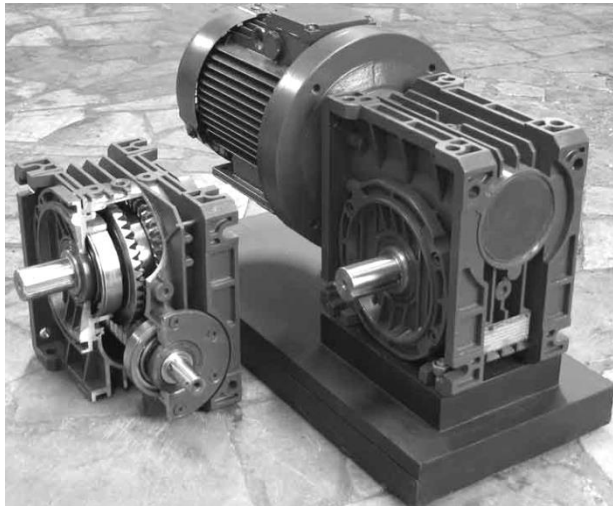
УДК 621.882.55

РЕДУКТОР З ЦИЛІНДРО-ТОРОЇДНОЮ ЧЕРВ'ЯЧНОЮ ПЕРЕДАЧЕЮ

студенти: Кромбет М.О., Печерний Д.В., к.т.н., доц. Скуратовський А.К.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Редуктор з циліндро-тороїдною передачею є суттєвим кроком у розвитку редукторобудування. Особливості геометрії і кінематики зачеплення дозволили отримати ККД і навантажувальну здатність не нижче, ніж у глобоїдної передачі і перевершити за цими параметрами циліндричні передачі з увігнутим профілем витка черв'яка. У порівнянні з відомими видами черв'ячних передач циліндро-тороїдне зачеплення реалізує більш високі коефіцієнти перекриття,



забезпечуючи одночасне зачеплення до 6 і більше зубців. Зазначена особливість призводить до зниження контактних напружень і до збільшення на 50 ... 90% навантажувальної здатності. За рахунок великих кутів між контактними лініями і напрямками векторів швидкості

ковзання забезпечується гарантоване утворення гідродинамічного масляного шару між робочими поверхнями, що виключає можливість виникнення задиру і подальшого інтенсивного зносу зубців, перегріву і виходу з ладу редуктора. Завдяки симетричному розташуванню вінців колеса з обох сторін черв'ячного вала зменшується відхилення колеса від середньої площини при складанні редуктора і різко знижується час припрацювання передачі. Сумарна площа контакту в зачепленні істотно вища, ніж в звичайних передачах, отже, менше контактні напруги. Наведені властивості істотно підвищують надійність, довговічність, ККД і несучу здатність передачі.

УДК 621.882.55

ЛАНЦЮГОВИЙ ВАРІАТОР

студенти Вірич С.І., Трачук Є.В., к.т.н., доц. Скуратовський А.К.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

У ланцюговому варіаторі замість клинового паса застосовується потужний широкий сталевий пластинчастий ланцюг, який контактує зі шківками не бічними поверхнями ланок, а їх осями. Ланка такого ланцюга має кілька пластинок, які між собою об'єднуються циліндричними осями. Ланцюг виготовлений з високоміцної сталі, оскільки при роботі він постійно знаходиться в контакті з конусовидними дисками і зазнає великих навантажень. Така робота супроводжується високими температурами і щоб їх знизити, в



варіаторі передбачено охолодження рідини в примусовому порядку. Ланки ланцюга більш гнучкі, ніж сталеві стрічки, тому при зменшенні радіуса вигину можливо отримувати більший

діапазон передатних чисел. В результаті цього варіатор з ланцюгом значно міцніший, менше боїться пікових навантажень і дозволяє розширити динамічний діапазон трансмісії. Для технічного обслуговування ланцюга варіатора використовується спеціальна масляна суміш. Мастильна рідина здатна змінювати свої характеристики під впливом підвищеного тиску в місцях контакту пластин з поверхнею шківки, в результаті чого ланцюг варіатора передає задані зусилля без прослизання і тертя навіть в умовах малої площі контакту. Незважаючи на меншу пляму контакту, такий варіатор здатний передавати момент не менший, ніж клинопасовий. Ланцюговий варіатор серед інших має найвищий коефіцієнт корисної дії при передачі крутного моменту.

УДК 621.318

МАГНІТНІ ПІДШИПНИКИ ДЛЯ НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ

студенти: Карагодін А.С., Ясеньчук В.В., к.т.н., доц. Скуратовський А.К.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Активні магнітні підшипники, в яких магнітне поле створюється змінними струмами в обмотках сердечників, здійснюють обертання валу без фізичного контакту з поверхнею підшипника. Електромагніти розвивають зусилля в радіальному і осьовому напрямках для левітації валу, що забезпечує його обертання без тертя і дозволяє виключити змазування підшипника. Це спрощує конструкцію турбокомпресорного обладнання, знижує витрати на технічне



обслуговування, підвищує надійність обладнання і термін служби. Система управління активно відстежує і безперервно регулює струм в електромагнітах для підтримки положення валу. Завдяки своїй підвищеній надійності і стійкій роботі,

активні магнітні підшипники розширюють область застосування обладнання в порівнянні зі стандартними підшипниками. При розгляді питання виключення системи змащування, можливо значно знизити габарити і вагу обладнання, що особливо важливо для офшорних і плавучих платформ. Магнітні підшипники виключають можливість замерзання мастила, витoku забруднюючих речовин і виникнення пожежі, дозволяють експлуатацію при більш високих частотах обертання і великих навантаженнях, чим розширюють робочий діапазон обладнання і більш гнучку експлуатацію. Вони також підходять для швидких і частих запусків, та для криогенного застосування. При видобутку підшипники можуть працювати прямо в середовищі природного газу і усувати потребу в сухих газових ущільненнях.

Посилання:

1. Журавлев Ю.Н. Активные магнитные подшипники: Политехника, 2003. – 206 с

УДК 621.882.

ПІДШИПНИКИ З ЗАХИСНОЮ ОКСИДНОЮ ПЛІВКОЮ

студенти: Денисенко Д.О., Яницький В.Я., к.т.н., доц. Скуратовський А.К.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Одним із засобів підвищення номінального ресурсу підшипників кочення за рахунок зменшення поверхневих руйнувань є захисні покриття, до яких відноситься чорна оксидна плівка, яка утворюється на поверхнях кілець і тіл кочення підшипників в результаті хімічної реакції при їх зануренні в лужний



водний розчин солей з температурою від 130 до 150 ° С. В ході реакції між залізом легованої сталі і реагентами на зовнішній поверхні виникає оксидний шар, що містить FeO і Fe₂O₃ в строго визначеному співвідношенні, з утворенням в кінцевому підсумку Fe₃O₄. В результаті утворюється чорна оксидна плівка товщиною близько 1-2

мкм. Весь процес складається з 15 етапів, під час яких відбувається зміна хімічного складу, концентрації, температури з різним часом занурення. Чорна оксидна плівка в певній мірі захищає поверхню деталей від впливу тертя і хімічних реакцій, проникнення атомарного водню, а також сприяє підвищенню стійкості підшипників до впливу високої вологості (наприклад, корозія в періоди простою). Коли починається припрацювання, наявність покриття забезпечує поверхням, що труться, відмінні протизадирні властивості. Крім цього, підшипники з чорною оксидною плівкою підвищують рівень експлуатаційної безпеки і знижують ризик відмови обладнання в результаті адгезійного зносу, появи задирок і поверхневих руйнувань.

УДК 621.882.55

ТОРОЇДАЛЬНИЙ ВАРІАТОР

студенти: Литвин О.В., Куриленко О.С., к.т.н., доц. Скуратовський А.К.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Тороїдальні варіатори є різновидом автоматичної безступінчастої трансмісії з зовнішнім управлінням. Вони застосовуються в пристроях (агрегатах) для передачі обертання (моменту) тертям через проміжне тіло, яке можна переводити в будь-яку точку змінного радіуса ведучого і веденого коліс, отримуючи безступінчасту зміну передавального відношення. У тороїдальному варіаторі між двома колесами, що мають тороїдні робочі поверхні, затискаються ролики.



Безступінчаста зміна швидкості обертання досягається поворотом осей роликів в поперечній площині, що призводить до зміни передатного числа варіатора, рівного відношенню радіусів кіл, які проходять через точки контакту коліс з роликів. Передача крутного моменту забезпечується силами тертя між робочими поверхнями коліс і роликів і чим вище переданий момент, тим більше повинна бути сила тертя, причому при дуже малій площі контакту. Можливість передачі таких зусиль забезпечується застосуванням високоякісних сталей і спеціальних трансмісійних масел. Зусилля стиснення коліс і роликів варіатора можуть досягати 10 тон, тому поворот роликів здійснюється за рахунок певних пристроїв, які здатні регулювати силу притиснення роликів до дисків. Наприклад, компанія Ніссан запропонувала гідравлічний механізм, керований електронікою.

УДК 621.882.55

ВАЛ-ЕКСЦЕНТРИК ДЛЯ КОНУСНОЇ ДРОБАРКИ.

студенти: Самелюк О. В., Данюк С. В., к.т.н., доц. Скуратовський А. К.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Конусні дробарки призначені для дроблення рудних і нерудних корисних копалин (крім пластичних). Дроблення здійснюється стисненням матеріалу в дробильному просторі, утвореному нерухомою бронею регулюючого кільця і рухомою бронею подрібнювального конуса. Корпусом дробарки служить лита



або зварна станина, що має два циліндричні елементи: горизонтальний-для установки приводного вала і вертикальний-для установки-ексцентрика. Приводний вал з насадженою на нього конічною шестернею отримує обертання від електродвигуна через еластичну муфту, потім за допомогою конічного колеса обертання передається валу-ексцентрику, в отвір якого,

розточеного ексцентрично і під певним кутом, встановлена конічна втулка. У втулку вільно сідає хвостовик вала подрібнювального конуса. Ексцентрик виконується з чавуну СЧ 25, іноді зі сталі 35. Колесо конічне виготовлене з виливка сталі 50Л і проходить термообробку до певної твердості. Воно насаджується на ексцентрик і фіксується від провороту шпонкою. Всередину вала-ексцентрика встановлюються верхня і нижня бронзові втулки. Можливий варіант, коли замість двох втулок встановлюється одна подовжена. Матеріал втулок- олов'яниста бронза. При обертанні вала-ексцентрика навколо вертикальної осі дробарки вісь вала описує конічну поверхню, а подрібнювальний конус починає здійснювати просторове качання всередині нерухомої броні. Таким чином, коли рухома броня наближається до нерухомої броні, матеріал стискається і подрібнюється.

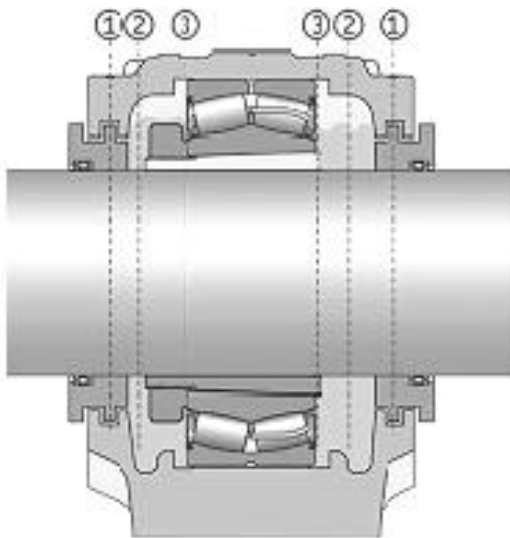
УДК 621.882.55

УЩІЛЬНЕНІ ПІДШИПНИКИ

студенти: Соломонова В.Е., Матвієнко А.А., д.к.т.н., оц. Скуратовський А.К.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Ущільнені сферичні роликові підшипники призначені для тих умов, де потреба в обслуговуванні підшипника повинна бути значно скорочена, особливо в умовах підвищеної запиленості в поєднанні з сильними забрудненнями.



- 1- зовнішнє ущільнення корпусу;
- 2 -пластичне мастило в корпусі;
- 3- вбудоване ущільнення підшипника.

Вони оснащуються зовнішнім ущільненням корпусу, і вбудованими контактними ущільненнями, які утримують мастильний матеріал в підшипнику і виключають потрапляння в нього забруднюючих речовин під час роботи. Застосування таких підшипників замість відкритих дозволяє вирішувати проблеми, пов'язані із забрудненням, викликаним витоком мастила, коли

питання стану довкілля стоять особливо гостро. Використання мастила і його утилізація стають все більш важливими факторами і ущільнені сферичні роликові підшипники можуть допомогти у вирішенні даної проблеми. У машинах і механізмах з використанням великої кількості мастила споживання за рахунок використання ущільнених підшипників може бути знижено на 90% або більше. Змащений підшипник на весь час експлуатації має відмінні екологічні характеристики. У багатьох випадках корпус підшипника заповнюється мастилом, яке розкладається мікроорганізмами що сприяє надійному захисту внутрішньої порожнини підшипника від попадання забруднень навіть у жорстких умовах експлуатації.

**СЕКЦІЯ 5
«ФІЗИКА»**

УДК 378.147

ЧОРНІ ДІРИ І ЇХ ФІЗИЧНА ПРИРОДА

студентки: Вакуліна А.Д., Лозовенко О.С., ст.викл. Печерська Т.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Вперше термін «чорна діра» використав Джон Уїллер у 1983 році. Що є чорною дірою? Що ж є фізичною природою чорних дір? Звідки з'явилася чорна діра? Які є докази існування чорної діри [1]?

Чорна діра - область простору і часу, яку не може покинути жодна речовина у Всесвіті (рисунок 1). Фотон світла на століття залишиться в надрах цієї безодні всесвіту. Навіть час не в силі протистояти їй.



Рис. 1.

Все починається з «невинної» зірочки. Хоча це більше відносний термін, бо зазвичай ця зірка в кілька сотень разів важче нашого сонця, так як для колапсу в чорну діру потрібна гігантська маса. Настільки величезна, що простір провалюється під даною вагою. Але тоді питання: як такі зірки взагалі можуть існувати?

Вони існують, поки їх внутрішньої енергії вистачає для врівноваження сил тяжіння. Це можна довести простим прикладом. Коли зірка добігає кінця свого життєвого циклу, вона стає тьмяніше (всередині починають відбуватися процеси, які змушують світло змінювати свою траєкторію). Стів Хокінг висловився, що у міру стиснення зірки гравітаційне поле на її поверхні посилюється і світлові конуси ще більше відхиляються всередину. Світла стає все важче вислизнути від зірки, і віддаленою спостерігачеві він здається все слабше і червоно.



Рис. 2 Горизонт подій чорної діри

Коли ж енергія вичерпалася, то сила тяжіння робить свою справу і вся матерія стискається в нескінченно щільну точку. Таке явище називають сингулярність. Навколо утворюється горизонт подій [2] (сфера, з-під якої нічого не може вирватися назовні). Але чим більше матерії потрапляє в пастку, тим масивніше стає цей космічний монстр. Якщо повз

пролітаючі зірка торкнеться горизонту подій, то може стати новим супутником

чорної діри. Але, це не найкращий сусід, адже він просто буде пожирати зірку. Але якщо чорна діра насправді така чорна, як можна говорити що вона існує? [2] Адже безпосередньо побачити її ми не можемо. Відповідь теж не змусить себе чекати, адже гамма випромінювання (простіше кажучи - радіація) не дає їй сховатися повністю, та й розпечений диск речовини не допомагає їй залишитися не поміченою. Проходячи перед будь-якої галактикою, зіркою або будь-яким тілом в космосі досить великих розмірів і випромінює світло, вона викривляє його, і ми можемо спостерігати гравітаційне лінзування (рисунк 2).

Що ж таке гравітаційна лінза? Вона являє собою масивне тіло, яке змінює своїм гравітаційним полем напрям поширення електромагнітного випромінювання подібно до того, як звичайна лінза змінює напрямок світлового променя.

У центрі практично всіх галактик можна спостерігати ядро галактики, імовірно чорну діру. Квазар, якщо бути точніше. За сучасними поняттями квазари є активні ядра галактик на початковому етапі розвитку, в яких надмасивна чорна діра поглинає навколишню речовину.

Буквально цього літа була зроблена фотографія чорної діри, після чого теорія заграла новими фарбами і ще більше утвердилася.



10 квітня 2019 року, міжнародна група астрофізиків представила першу в історії фотографію чорної діри, а точніше - її горизонту події. Зображення діри в центрі галактики (рис.3) M87 в сузір'ї Діви - результат кількох років

Рис. 3. обробки даних, отриманих радіотелескопами по всій планеті.

Чому фотографія чорної діри важлива для нас? В першу чергу це нова їжа для роздумів вчених, так само черговий доказ на користь існування цієї загадки всесвіту. Існування даного феномена передбачила ще теорія відносності. Безліч великих вчених то підтримували цю ідею, то навпаки намагалися спростувати. І ось, через стільки років ми отримуємо це довгоочікуване фото[3]. Вказує що в слід за цією фотографією незабаром послідує і інші, адже алгоритм створення вже запущений і зрозумілий. Цілком можливо, що наступною «жертвою» стане чорна діра, що знаходиться в центрі нашої галактики Чумацький шлях. Можна було припустити, що вона могла стати першою на черзі, але на жаль, дуже поступається за розміром і світністю діри в центрі галактики M87.

Багато хто сумнівається, що чорна діра насправді діра в просторі і висувають теорію про центр мас. Тобто це, імовірно, місце в галактиці, де зосереджена вся її маса і простір не прошито наскрізь, а як би прогинається під настільки величезною масою. Але це під сумнівом, бо існують і блукаючі діри. Але їх точно не можна сфотографувати або помітити в телескоп поки вони не захоплять до себе якусь планету або зірку, і тому докази поки можуть бути лише непрямі. Є приклад, який не змусить нас йти далеко в минуле і навіть за межі нашої рідної галактики.

Навколо Чумацького Шляху обертаються так звані зоряні потоки, їх близько 20. Це безперервні потоки з сотень зірок, які залишилися від колишніх величезних галактик, а після втрати рідної домівки, стали частиною нашого під дією сили тяжіння. І ось в одному з таких потоків гіпотетична блукаюча діра масою в 1 мільйон сонць пробила величезну діру і потягла за собою десятки зірок. Більше нічого у всьому всесвіті не могло зробити нічого подібного. Якщо це зробила не чорна діра, то ми стали на шляху нового відкриття та питань стане ще більше, а відповідей, на жаль, не стане більше. Поки всі факти впевнено вказують на існування цього феномена і навіть не зовсім далеко від нас (звичайно, за мірками космосу). Всесвіт це одна велика загадка, на яку ми, думаю, ще не скоро отримаємо всі відповіді. А чорні діри це те, що ставить під питання контроль часу, адже якщо вони і справді можуть його уповільнити, то зможемо і ми. Якщо вона й справді може переміщати матерію в просторі на величезні відстані майже миттєво, то в майбутньому зможуть і люди.

До сих пір всі наші уявлення про чорні діри були виключно теоретичними, а отримавши цифрове зображення настільки загадкового об'єкта, ми вийшли на новий рівень у вивченні цієї теорії.

Перелік посилань

1. Ігнатенко, В.М. Чорні діри - від Мітчела до Хокінга [Текст] / В.М. Ігнатенко, О.В. Ратушний // Тези доповідей науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів та студентів фізико-технічного факультету : 19-26 квітня. - Суми : СумДУ, 2007. - С. 176-178.
2. Краткая история времени. От Большого взрыва до черных дыр / Стивен Хокинг/ Litres, 2019 /5041604894, 9785041604899
3. Хокинг Стивен / АСТ, 2018 г. /Мир Стивена Хокинга
4. <https://www.unn.com.ua/uk/news/1826739-nasa-vdalosya-sfotografuvati-yak-chorna-dira-rozrivaye-zirku>

УДК: 539

БІОНІКА В АРХІТЕКТУРІ

студ. Кузьмич А.В., Матвієнко Д.О.,

к.ф-м.н., доц.Печерська-Громадська К.Ю.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

У 1960 в Дайтоні (США) відбувся перший симпозиум з біоніки, який офіційно закріпив народження нової науки. Отримані відомості про живі організми почали застосовувати для створення нових приладів, механізмів, матеріалів.

Природа вже давним-давно все придумала за нас, нам залишається лише вивчати будову і функціонування живих організмів для подальшого застосування знань в техніці. Біоніка дозволяє вирішувати проблеми економічними та екологічними способами. Ідея застосування знань про живу природу для вирішення інженерних завдань належить Леонардо да Вінчі, який намагався побудувати літальний апарат з крилами, як у птахів. Поява кібернетики, що розглядає загальні принципи управління і зв'язку в живих організмах і машинах, стало стимулом для більш широкого вивчення будови і функцій живих систем з метою з'ясування їх спільності з технічними системами.

Динамічність, надшвидкий розвиток фізичної і біологічної науки, інформаційних технологій і наносистем, значне розширення фронту досліджень і народження все нових розділів наук зі своєю методологічною, інструментальною, теоретичною базою та іншими особливостями і відмінностями, формують і значні ускладнення для практичного застосування набутих знань в техніці і технологіях за відомим гаслом «Живі прототипи – ключ до нових технологій і засобів їх реалізації».

Майбутнє малюється у вигляді екологічно чистих поселень з гнучких матеріалів, які повторюють природні форми, наприклад ДНК. Будинки

майбутнього можуть закручуватися, як раковина равлики, зберігаючи м'якість і гнучкість живої тканини, або приймати форму краплі, змінюючись залежно від обставин.

Використання технологічних методів різноманітних видів живої природи для розробки штучних методів, згідно з прихильниками біоніки, є корисним через те, що живі організми, включаючи флору і фауну, пристосувалися до вузькоспеціалізованих екологічних ніш і під еволюційним тиском розробили дуже ефективні методи використання їх ресурсів.

У своїй творчій діяльності людина постійно, свідомо чи інтуїтивно звертається за допомогою до живої природи. Причини особливої уваги дизайнерів до законів формоутворення в живій природі полягають у тому, що дизайн як особливий вид мистецтва має безпосередній зв'язок з матеріальним середовищем.

Можна виділити один із видів біоніки: сучасний стиль «неорганічного» напрямку в сфері архітектури і інтер'єру, який відрізняється своїми конструкціями, які нагадують природні форми. Цей стиль з'явився нещодавно тому і закріпився тільки на одиницях великих архітектурних витворів. Головною рисою біотеки - це прагнення з'єднати природу та з архітектурою задля розбавлення та додавання яскравості кольорів в будівництві будівель мостів та інших.

Одним із першовідкривачів цього стилю є Антоніо Гауді в ХХ столітті. Він поєднав в своїй роботі надав споруді характер навколишнього середовища, а не елементи природи, які в той час були популярними.

На початку 1920-х років почався тренд з використання біоніки в архітектурних рішеннях. Одна із відомих прикладів біонічної архітектури є хмарочос Аква в Чикаго. Цей величезний 250-метровий гігант здалеку нічим не виділяється із загального чиказького «пейзажу», але варто підійти ближче, як він перетворюється на справжній водоспад, що вражає уяву нереальністю своєї конструкції – здається, ніби серед міста виріс якийсь казковий крижаний колос.



Перелік посилань:

<http://studentam.net.ua/content/view/4220/83/>

<http://eprints.kname.edu.ua/52504/1/%D1%871-318-320.pdf>

<https://studfiles.net/preview/8154402/>

УДК: 539

ФУЛЕРЕНИ

студ. Щербань А., к.ф-м.н., доц. Печерська-Громадська К.Ю.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

В наш час все гостріше стає питання отримання матеріалів які мають особливі властивості або мають кращі властивості ніж існуючі аналоги. Існують тисячі, якщо не сотні тисяч технічних завдань які неможливо розв'язати використовуючи відомі сьогодні матеріали. Вирішити частину цих завдань можуть допомогти відомі в науковому світі, але маловідомі серед загальних мас, цікаві своїми властивостями молекули – фулерени.

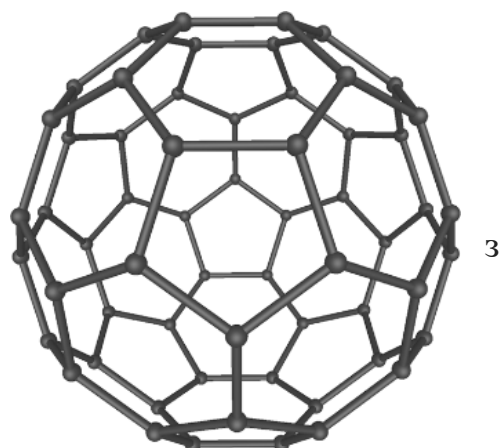
В 1985 році Гарольд Крото з Університету Сассекса та команда Джеймсона Райса з Університету Райсу виявили фулерени в залишках сажі, створених випаровуванням вуглецю в атмосфері гелію. У масовому спектрі продукту з'явилися дискретні піки, відповідні молекулам з масою 60 або 70 атомів вуглецю – C₆₀ і C₇₀ відповідно. Дані молекули дістали назву – фулерени, на честь відомого архітектора Бакмінстера Фулера (структура молекул подібна до структури куполів, які він популяризував)

Фулеренами, в загальному значенні поняття, називають молекули, які складаються найчастіше із атомів Вуглецю (C), з'єднаних за допомогою одинарних і подвійних зв'язків щоб утворити замкнуту або частково закриту сітку. Сітка складається з кілець, що в свою чергу складаються з 5-7 атомів. Молекула може мати вигляд порожнистої сфери, еліпсоїда, трубки, та багатьох інших форм та розмірів. Ізольований атомний шар Графіту (Графен) можна вважати крайнім членом цієї родини молекул.

Фулерени із закритою сітковою топологією неофіційно позначаються їх емпіричною формулою C_n (C – вуглець, n – кількість атомів вуглецю). Для одного значення n може існувати декілька ізомерів.

Існують 2 основні типи фулеренів, що мають чіткі властивості та сфери застосування: Закриті кульки та відкриті циліндричні нанотрубки (існують технології за допомогою яких з сфери можна «витягувати» трубки, з зовнішнім діаметром 0.7 нанометра та внутрішнім 0.5 нанометра. Існують також гібриди, наприклад нанотрубки закупорені півсферичними сітками.

Найпоширеніший фулерен природного походження – Бакмінстерфулерен (емпірична формула – C_{60}). Його структура являє собою усічений ікосаедр, що нагадує класичний футбольний м'яч, що складається 20 шестикутників та 12 п'ятикутників. Діаметр молекули близько 1.1 нанометрів (нм). Молекула Бакмінстерфулерену має дві довжини зв'язку. Кільцеві зв'язки 6:6 між двома шестикутниками можна вважати подвійними, та коротші зв'язки 5:6 між п'ятикутником і шестикутником.



3

Використання фулеренів відкриває для нові можливості в електриці. Так введення фулеренів в метали навіть у невеликих частках (до 1.0 мас.%) суттєво (в деяких випадках в рази і на порядки) змінюють їх фізичні та фізико-хімічні властивості. Так, електричні властивості систем на основі фулеренів та металів керовано можуть змінюватися в широких межах (від 10^{-6} до 10^9 Ом·см). Їх електроопір істотно змінюється при зміні співвідношення числа атомів титану до числа молекул фулерену, що пов'язується з виникненням значних механічних напружень і спотворень решітки. Молекулярні кристали фулеренів – напівпровідники, однак легування твердого C_{60} невеликою кількістю лужного металу призводить до утворення матеріалу з металевою провідністю, який при низьких температурах переходить в надпровідник. Легування C_{60} виробляють шляхом обробки кристалів парами металу при температурах в декілька сотень градусів Цельсія. При цьому утворюється структура типу X_3C_{60} (X - атом лужного металу). Першим інтеркалірованим металом виявився калій. Перехід з'єднання K_3C_{60} в надпровідний стан відбувається при температурі 19К. Це рекордне значення для молекулярних надпровідників.

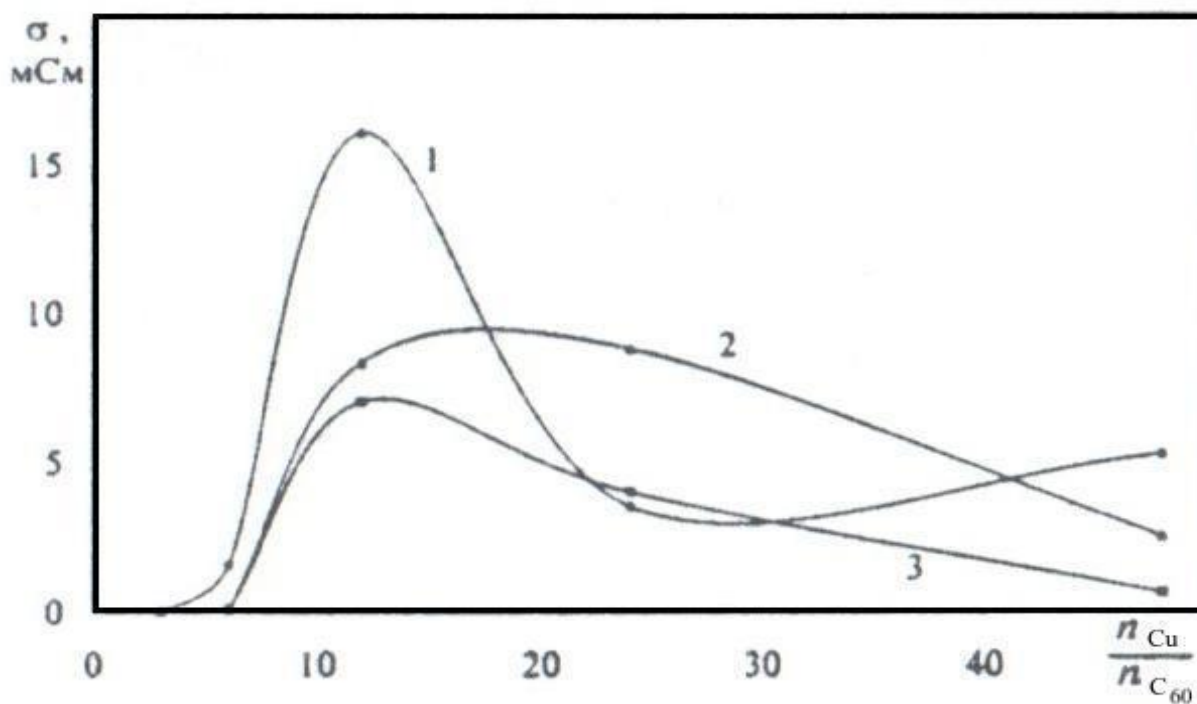
Чистий фулерит при кімнатній температурі являє собою ізолятор з забороненою зоною більше 2 eV або власний напівпровідник з дуже низькою провідністю. Метал-фулеренові плівки можна сформувати з потрібним рівнем питомого електроопору металу та фулерену. Взаємодія молекул фулерену між собою та з атомами металу може призводити до виникнення упорядчених структур. Фазові включення можуть суттєво змінювати вид концентраційної залежості потягом опору.

Електричні властивості плівок з високою концентрацією фулеренів нестабільні. Електричний опір та температурний коефіцієнт опору однієї і тієї ж плівки може змінюватись з температурою та часом зберігання. Зміна електричних властивостей при зміні температури та пропусканні струму вказує на присутність як зворотніх так і незворотніх структурних змін при взаємодії плівок з навколишнім середовищем.

На рисунку зображено залежність електропровідності плівок Cu-C₆₀ на різних частотах змінного струму від розрахункової кількості атомів міді на молекулу фулерену. Електричний опір сплавів при вимірюванні при змінному струмі залежить від частоти що вказує на наявність ємнісної складової опору.

Список використаної літератури:

1. Hirsch, A.; Brettreich, M. Fullerenes: Chemistry and Reactions; WILEY-VCH



Verlag GmbH & Co. KGaA: Weinheim, 2005

2. Ефремкин А. Ф., Иванов В. Б., Романюк А. П., Шибанов В. В.

Структурные особенности диенстирольных термоэластопластов, модифицированных мономерами // Ж. ВМС. А. 1990. Т. 32. № 9, с. 1995–2001.

3. Елецкий А. В., Смирнов Б. М. Фуллерены и структуры углерода //

Успехи физических наук. — 1995. — № 9.

МЕТАМАТЕРІАЛИ

студ. Новікова А.О., к.ф.-м.н., доц. Печерська- Громадська К.Ю.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Метаматеріали – це спеціальні композиційні матеріали, які виходять штучної модифікацією впроваджуваних в них елементів. Зміна структури здійснюється на нанорівні, що дає можливість змінювати розміри, форми і періоди решітки атома, а також інші параметри матеріалу. Роботи в даному напрямку можуть привести до появи абсолютно нових пристроїв і винаходів, які будуть вражати уяву. Це плащі невидимки, суперлінзи і багато іншого. На сьогоднішній день, гостро стає питання про створення нових метаматеріалів, зі специфічними властивостями, з можливістю створення на основі їх нових технологічних розробок і пристроїв.

Метаматеріали, а точніше їх створення, було передбачене радянським вченим В. Веселаго. У 1967 р В. Веселаго теоретично обґрунтував ідею, що матеріал, здатний зробити об'єкт невидимим, повинен володіти рядом характеристик, таких як зворотний ефект Доплера і негативний показник заломлення.

Дослідники в Китаї та Австралії, змогли штучно створити унікальну фотонну суперлінзу, що представляє собою наноструктурний кристал кремнію і експериментально довести можливість спостереження в ній зворотного ефекту Доплера.

Метаматеріали поділяють на одновимірні, двовимірні, тривимірні.

Одновимірні. У них ступінь заломлення постійно змінюється лише в єдиному напрямку простору. Подібні матеріали виконані з шарів елементів, розташованих паралельно і які мають інші ступені заломлення. Вони здатні демонструвати унікальні властивості лише в єдиному напрямку простору.

Двовимірні. У них ступінь заломлення постійно змінюється лише в 2-х напрямках простору. Подібні матеріали в більшості випадків виконані з прямокутних структур, що мають заломлення n_1 , і розташовуються в середовищі з заломленням n_2 . У той же час елементи з заломленням n_1 розташовуються в 2-х мірної решітці з кубічної основою. В результаті подібні матеріали здатні демонструвати свої властивості в 2-х напрямках простору. Але двовимірні матеріали не обмежується тільки прямокутною формою, вони можуть бути створена за допомогою кола, еліпса або іншою довільною формою.

Тривимірні. У них ступінь заломлення постійно змінюється в 3-х напрямках простору. Подібні матеріали умовно можна представити у вигляді

масиву областей в об'ємному значенні еліпс, куб, тощо), розташованих у тривимірній решітці.

Яскравим прикладом метаматеріалу є суперлінза. Такі лінзи мають дозволяють здатність, що в рази перебільшує дифракційну межу. Простіше кажучи, мікроскопи та інші прилади, оснащені такими лінзами, зможуть показати нам такі дрібні частинки, які раніше були недоступні для аналогічних приладів. Наприклад, мікроскопічні бактерій і вірусів, які теоретично існують, але побачити їх не вдалося ще нікому.

Завдяки метарозробкам китайські вчені придумали невидимість навпаки, а саме ілюзорну стіну. Нові метаматеріали створюють ілюзію того, що предмети більше, ніж вони є насправді. З їх допомогою можна візуально збільшити стіну і закрити їй реально існуючий дверний отвір. Ще одна варіація даної технології називається Блеф-стіною. Вона дозволяє створювати стіну або копію неіснуючої військової техніки, для того щоб обдурити радари противника. Наприклад, поряд з однією ракетою може летіти ще з десяток «віртуальних». Такий варіант вже застосовується в ЗС Росії.

Найяскравішим прикладом використання метаматеріалів є казковий плащ-невидимка. Вченим Девіду Сміту, Девіду Шуригу зі школи інжинірингу Пратта університету Дюка і Джону Пендри з Імперського коледжу Лондона вдалося створити щось подібне. Плащ з такого метаматеріалу відхиляє електромагнітні хвилі, так, щоб створити ілюзію, ніби його не існує. Але поки це діє тільки в двовірному просторі при опроміненні об'єкта мікрохвилями, невиразними для людського ока.

У майбутньому застосування метаматеріалів може сприяти створенню нових 3d принтерів, здатних створювати якісні предмети. Поява потужних лазерів і подальший розвиток цієї технології може стати поштовхом до появи лазерної зброї, такої, як показано у фантастичних фільмах. Використання властивостей метаматеріалів ймовірно в недалекому майбутньому стане основою антивідблискової покриття, яке можна буде використовувати у військовій промисловості, щоб зробити невидимими військову техніку для радарів і сенсорів противника. Також, метаматеріали можуть стати ключем до технології, яка дозволить нам бачити через перешкоди.

Перелік посилань:

1. А.Потапов (Метаматериалы – миф или реальность? "Обратный" показатель преломления. <http://thesaurus.rusnano.com/wiki/article1153>

2. Манцызов Б.И. Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов. — М.: Физматлит, 2009. — 206 с. <https://postnauka.ru/video/73758>

УДК:539

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СВІТЛОДІОДА.

ПОРІВНЯННЯ ЙОГО З ІНШИМИ ДЖЕРЕЛАМИ СВІТЛА

студент Любарчук Д. Р., к.ф.-м.н., доц Печерська-Громадська К. Ю.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ім. І. Сікорського

З початку XXI ст. постало питання щодо пошуку альтернативних, енергоефективних джерел освітлення. Із підвищенням урбанізації, розвитку промисловості, та збільшенням ролі техніки в житті людини, збільшився попит на джерела освітлення. Для задоволення людських потреб, змінювалося призначення світла та форма його використання. Саме тому наприкінці XX ст. виник третій вид освітлення – діод випромінюючий світло. Ефективність світлодіодів найбільше проявляється там, де потрібно виробляти потужні кольорові світлові потоки або світлові сигнали. Використовуючи світлодіоди можна одержати світло з високою насиченістю кольору. Світлодіоди застосовують в індикаційній техніці: світлові індикатори, монітори, ліхтарики, інформаційні табло; використовують як елементи дизайну: світлодіодна підсвітка в будівлях, машинах, побутовій техніці; елементи освітлення: світлодіодна стрічка, лампи, фари машин (як прості так і протитуманні), ілюмінація. Розвиток діодів дав можливість використовувати вуличні ліхтарі з живленням від енергії оточуючого середовища (а саме енергія вітру та сонця). Це дало можливість не будувати електро-мережі для живлення ліхтарів, що мінімізує витрати на обслуговування мережі. Напівпровідники відрізняються тим, що електричний струм у них тече в одному напрямку. Завдяки р-п переходу відбувається інжекція носіїв заряду. Після рекомбінації, електрон має надлишок енергії, яку потрібно вивільнити. Саме тому електрон переходить на нижчий енергетичний рівень, випромінюючи квант світла.

При порівнянні джерел освітлення, з'ясувалося, що світлодіод має значні переваги у енергоефективності, терміні експлуатації та міцності. У порівнянні з лампою розжарення, у якої 95% енергії витрачається на нагрівання, і лише 5% на випромінювання світла, діод має високий рівень ККД. Саме тому діод не нагрівається та має низький рівень споживання енергії. Також діод має високу швидкодію, різноманітність та чистоту кольорів, тому може використовуватися в електротехніці для відображення інформації. Завдяки точної спрямованості

світла, діод можна використовувати для декоративного освітлення. На відміну від люмінесцентних ламп (які містять ртуть), діод не містить шкідливих речовин, та не потребує утилізації. Проте діод завдяки своїй конструкції та принципу дії має свої недоліки. Головні з них: висока вартість, потреба у використанні спец приладів для подачі постійного струму, високопотужні діоди виходять з ладу швидше, ніж малопотужні, завдяки швидкому розвитку технологій, діоди швидко старішають технологічно, не відпрацювавши свій ресурс (100 тис годин).

Таблиця 1. Порівняння діодів з іншими джерелами світла. Переваги та недоліки кожного виду освітлення.

Параметр	Світлодіод	Люмінесцентна лампа	Лампа розжарення
Енергоефективність	Висока	Середня	Мала
Термін служби	До 100 тисяч годин	До 10 тисяч годин	До 1 тисячі годин
1) ІЧ 2)УФ випромінювання	Відсутнє	1 мінімальне 2 високе	1 високе 2 середнє
Робоча температура	Від -30 до +70 °С	Від +10 до +50 °С	Не має значення
Світловіддача	Середня	Висока	Низька
Вартість	Висока	Середня	Низька
Міцність	Ударостійкі та вологостійкі	—	—

Він займає провідне місце у техніці, а саме є незамінним джерелом кольорового світла. Діод є конкуренто-спроможним у побуті в порівнянні з іншими джерелами освітлення. Отже, світлодіод має великий потенціал у подальшому технологічному розвитку та вдосконаленні.

Перелік посилань:

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki>
2. <https://uk.wikipedia.org/wiki>
3. <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-svetodiodov-dlya-sistem-osvescheniya-obzor>
4. <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-sredney-rasseivaemoy-moschnosti-svetodiodnym-modulem>

УДК:537.539

ФІЗИКА НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР. НАДПРОВІДНІСТЬ

студент Щоголь А.О., к.ф.-м.н., доц. Печерська-Громадська К.Ю.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

В сучасному світі, побудованому на компютерних технологіях і мобільному зв'язку, стає зрозуміло, як глибоко людина залежить від електрики, а разом з тим і від електричних явищ, матеріалів, на основі яких утворюються електричні прилади, та процесів, що в них протікають.

Надпровідність – явище протікання електричного струму без втрат, тобто відсутність опору.

Явище надпровідності було відкрито у 1911-му році голландським вченим Камерлінг-Оннесом, який проводив експерименти на ртуттю, та довів її до температури 4,2 К, після чого помітив відсутність опору в ній, при пропусканні струму. Це стало початком пошуку досягнення стану надпровідності у інших матеріалах, при кімнатній температурі.

Одне з останніх відкриттів було зроблено нещодавно [1], при експериментуванні над матеріалом $MgB_2:La_{0,67}Sr_{0,33}MnO_3$ (LSMO). Досліджували залежність опору та температури від об'ємних характеристик матеріалу, і було зафіксовано, що різниця у геометричних розмірах перерізів відіграє не останню роль. Також було помічено, що опір чутливий до високо-частотного опромінювання.

У роботі [2] було досліджено вплив високотемпературного оджигу на температурну залежність псевдощілин монокристалів $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$, опромінених високоенергетичними електронами. Внаслідок чого було встановлено зсув T_c (з 86,8 К до 89,2 К), що дає можливість в подальшому «підняти» її до кімнатної температури.

Нещодавно, журнал Nature Communications [3] опублікував статтю, про синтезування «неможливого», з точки зору класичної хімії матеріалу CeH_9 . Але є один суттєвий недолік – таке з'єднання можливе тільки при тиску більшому за 5 млн атмосфер (В центрі Землі 3.6 млн атмосфер). Тому, нажаль

використання даного з'єднання не є доцільним з-за своєї складності та високої вартості.

Також вчені з МФТІ [4] відкрили можливість керувати джозефсоновськими вихора. Джозефсоновські вихори виникають унаслідок існування між двома надпровідниками діелектрика або металу. Унаслідок цього виникає зв'язок, який називають слабким, і встановлюється макроскопічна квантова когерентність. Якщо у таку систему помістити магнітне поле, то воно буде виштовхане надпровідниками.

Було зроблено припущення про можливість створення матеріалу, що здатний до надпровідності при 200 градусах Цельсія ($\text{Li}_2\text{MgH}_{16}$). Однак дане з'єднання можливе при тиску у 2.5 млн атмосфер. Це, знову-таки, значно ускладнює використання даного сплаву.

Отже, на даний момент часу відкриття в даному сегменті все сильніше наближають нас до досягнення основної мети цих дослідів – надпровідність при кімнатній температурі, без значних зовнішніх впливів. Можливість створення зручних надпровідників дасть величезний поштовх у розвитку комп'ютерних технологій, енергозберіганні та енергопостачанні.

Використані джерела:

1. А.И. Дяченко, В.Ю. Таренков, В.Н. Криворучко: «Переход Березинского–Костерлица–Таулесса в объемных нанокompозитах сверхпроводник–ферромагнетик $\text{MgB}_2:(\text{La},\text{Sr})\text{MnO}_3$ »

2. Г.Я. Хаджай, Р.В. Вовк, З.Ф. Назыров: «Влияние высокотемпературного отжига на температурную зависимость псевдощели монокристаллов $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$, облученных высокоэнергетическими электронами»

3. https://ko.com.ua/sintezirovan_nevozmozhnyj_sverhprovodnik_130387

4. Nature Communications: «Local Josephson vortex generation and manipulation with a Magnetic Force Microscope Viacheslav» - V. Dremov, S. Yu. Grebenchuk, A. G. Shishkin, D. S. Baranov

УДК: 53.043

Використання гетероструктур для створення найновіших світлодіодів.

студ. Тригубець Б., Солом'янюк Д.О., ст. викл. Печерська Т.В.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Гетероструктури — це складові найсучасніших напівпровідникових приладів, що розробляються та виробляються. Вони є найважливішими елементами оптимізованих джерел та детекторів найвищої продуктивності та використовуються у високошвидкісних та високочастотних цифрових та аналогових пристроях. Використання гетероструктур полягає в тому, що вони пропонують точний контроль над станами та рухами носіїв заряду в напівпровідниках. Гетероструктура визначається як напівпровідникова структура, в якій хімічний склад змінюється з шаром. Найпростіша гетероструктура складається з єдиного гетеропереходу, який є інтерфейсом всередині напівпровідникового кристала, через який змінюється хімічний склад. Більшість пристроїв та експериментальних зразків містять більше одного гетеропереходу. Гетероструктури виготовляються за допомогою процесу епітаксialного росту. [1] Більшість перевірених епітаксialних методів були застосовані для росту гетероструктур. До них відносяться молекулярно-променева епітаксія (МВЕ) та металорганічне хімічне осадження парів (МOCVD). Рідка фаза епітаксія (LPE) - це стара технологія гетероструктури, яка була витіснена МВЕ та МOCVD, оскільки не дозволяє точно контролювати виготовлену структуру.[2]

Значна частина сучасних складних напівпровідникових пристроїв тепер включає досить складні та точні структури, що містять багато гетеропереходів. Наявність високоякісних багатошарових гетероструктур призвело до нових ефектів, що мають широке застосування, таких як двовимірні транспортні ефекти, квантові свердловини, допінг модуляції, дельта-допінг, обмеження носіїв та фотонів тощо.[3]

Яскравий приклад, світлодіод, який виготовлений з гетероструктури на основі твердого розчину GaInAsSb із зустрічним p-n переходом. Запропонована гетероструктура містить підкладку, яка містить GaSb, активний шар, що у свою

чергу містить твердий розчин GaInAsSb і розташований над підкладкою, обмежувальний шар для локалізації основних носіїв, що містить твердий розчин AlGaAsSb і розташований над активним шаром, контактний шар, що містить GaSb і розташований над обмежувальним шаром, причому додатково гетероструктура містить буферний шар, що містить твердий розчин GaInAsSb і розташований між підкладкою й активним шаром, і цей буферний шар містить індію менше, ніж активний шар. Використання зазначеного буферного шару дозволяє локалізувати неосновні носії в активній області, завдяки цьому збільшується частка випромінювальної рекомбінації, і відповідно збільшується квантова ефективність гетероструктури.[4] Крім того, використання зазначеного буферного шару дозволяє мінімізувати вплив дефектів, що проростають з підкладки в активну область, що призводить до зменшення глибоких акцепторних рівнів і, відповідно, частки безвипромінювальної рекомбінації Shockley-Read-Hall і до збільшення квантової ефективності гетероструктури. Світлодіоди, виготовлені на основі запропонованої гетероструктури, випромінюють в середньому інфрачервоному діапазоні 1,8-2,4 мкм[5].

Перелік літератури:

1. V.G. Streetman: MBE growth of multilayer heterostructures with applications to optoelectronic and electronic devices URL:<https://ieeexplore.ieee.org/document/771097/authors#authors>
2. Алферов Ж.И. Двойные гетероструктуры: концепции и применения в физике, электронике и технологии // УФН. 2002. Т. 172, №9. С. 1072–1086.
3. Борковська Л.В., Печерська К.Ю., Стара Т.Р., Корсунська Н.О., Гермаш Л.П.// Вплив термічних відпалів на люмінесцентні характеристики гетероструктур CdSe/ZnSe з квантовими точками //SEMICONDUCTOR PHYSICS, QUANTUM ELECTRONICS AND OPTOELECTRONICS, 2009.
4. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. — М.: Физматлит, 2007. — 416 с.
5. Didem Dede, Nima Taghipour, Ulviyya Quliyeva: Highly Stable Multicrown Heterostructures of Type-II Nanoplatelets for Ultralow Threshold Optical Gain URL: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.chemmater.9b00136>

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»	3
МОДЕРНІЗАЦІЇ УСТАНОВКИ КУМОЛЬНОГО МЕТОДУ ОТРИМАННЯ АЦЕТОНУ Айтубаєв І.І., Гулієнко С.В.	4
ВИРОБНИЦТВО ДИМЕТИЛКЕТОНУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОВПАЧКОВОЇ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ Бобровіцький Д.Д., Сачок Р.В.	6
МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА В СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА УДАРОМЦНОГО ПОЛІСТИРОЛУ Бурлай Є.К., Швед М.П., Швед Д.М.	8
МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ СУМІСНОГО ВИРОБНИЦТВА ФЕНОЛУ І АЦЕТОНУ Калиновський А.С., Гулієнко С.В.	10
АПАРАТ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ Кирилюк В.О., Подвенцова Д.Д., Гайдай С.С.	12
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ УДОСКОНАЛЕННЯ ТАРІЛОК МАСООБМІННИХ КОЛОН Ковальов Р.В., Поліщук Д.М., Андреев І.А.	14
УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВІНОСНОГО КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА АМІАКУ ВИСОКОГО ТИСКУ Корюкаєв О.С., Зубрій О.Г.	16
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ЗАСТОСУВАННЯ ОРТОТРОПНИХ ПЛИТ Рубльов А.В.	18
АПАРАТ ІЗ ПЕРЕМІШУЮЧИМ ПРИСТРОЄМ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ Подвенцова Д.Д., Кирилюк В.О., Гайдай С.С.	19
РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА В СХЕМІ ОТРИМАННЯ ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ Полякова В. І., Сачок Р.В.	21
ПОКРАЩЕННЯ УСТАНОВКИ З РІДКОФАЗНОГО АЛКІЛУВАННЯ БЕНЗОЛУ ПРОПІЛЕНОМ Сацердотов О.О., Гулієнко С.В.	23
ПРОЦЕС НАГРІВУ БЕНЗОЛУ У КОЖУХОТРУБНОМУ ТЕПЛООБМІННИКУ Супруненко М.І., Гулієнко С.В.	25
МОДЕРНІЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНИКА РЕГЕНЕРОВАНОГО ВІНІЛХЛОРИДУВ СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА В МАСІ	

ПОЛІВІНІЛХЛОРИДУ	
Туз Д.О, Швед М.П., Швед Д.М.	27
РОЗРОБЛЕННЯ ВИПАРНОЇ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ УСТАНОВКИ СЕЛЕКТИВНОГО ОЧИЩЕННЯ МАСТИЛА	
Хоменко М.В., Степанюк А.Р.	29
МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ З ОЧИСТКИ РОСОЛУ ВАПНЯНО-СОДОВИМ МЕТОДОМ	
Шарипов Я.М., Гулієнко С.В.	31
СЕКЦІЯ 2	
«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»	
ВИБІР ТИПУ СУШИЛЬНОЇ ЧАСТИНИ СУЧАСНОЇ ПАПЕРОРОБНОЇ ТА КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ	
Данчишен І.А., Новохат О.А.	34
СЕКЦІЯ 3	
«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА»	
РІВНЯННЯ ЛАНГРАНЖА II РОДУ ДЛЯ РУХОМОЇ ТОЧКИ В ПОЛІ СИЛ ТЯЖІННЯ	
Заболотна Н. В., Штефан Н. І	37
ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯНЬ В'ЯЗЕЙ ДЛЯ КУЛІ, ЩО КОТИТЬСЯ ПО ЛОЩИНІ БЕЗ КОВЗАННЯ.	
Іванов Д.В., Штефан Н.І	38
ВИЗНАЧЕННЯ ВІДНОСНОЇ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ ОРБИТАЛЬНОЇ КОСМІЧНОЇ СТАНЦІЇ	
Ревун Я. О., Штефан Н.І.	39
РОБОТА ВНУТРІШНІХ СИЛ ТВЕРДОГО ТІЛА	
Нікулічев Д. В., Штефан Н.І.	40
ВИЗНАЧЕННЯ РОБОТИ СИЛИ ПРИ ОБЕРТАННІ ТВЕРДОГО ТІЛА НАВКОЛО НЕРУХОМОЇ ОСІ	
Чернов С.В., Штефан Н.І.	41
ВИЗНАЧЕННЯ РОБОТИ ВНУТРІШНІХ СИЛ ТЕРТЯ СКЛАДЕНИХ ТІЛ	
Черниш І.С., Штефан Н. І.	42
ПОЛЕ ЛІНІЙНОЇ СИЛИ ПРУЖНОСТІ	
Чорна В.О., Штефан Н.І.	43
СЕКЦІЯ 4	
«ДЕТАЛІ МАШИН»	
РЕДУКТОР З ЦИЛІНДРО-ТОРОЇДНОЮ ЧЕРВ'ЯЧНОЮ ПЕРЕДАЧЕЮ	
Кромбет М.О., Печерний Д.В., Скуратовський А.К.	45
ЛАНЦЮГОВИЙ ВАРІАТОР	
Вірич С.І., Трачук Є.В., Скуратовський А.К.	46

МАГНІТНІ ПІДШИПНИКИ ДЛЯ НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ	
Карагодін А.С., Ясеньчук В.В., Скуратовський А.К.	47
ПІДШИПНИКИ З ЗАХИСНОЮ ОКСИДНОЮ ПЛІВКОЮ	
Денисенко Д.О., Яницький В.Я., Скуратовський А.К.	48
ТОРОЇДАЛЬНИЙ ВАРІАТОР	
Литвин О.В., Куриленко О.С., Скуратовський А.К.	49
ВАЛ-ЕКСЦЕНТРИК ДЛЯ КОНУСНОЇ ДРОБАРКИ.	
Самелюк О.В., Данюк С.В., Скуратовський А.К.	50
УЩІЛЬНЕНІ ПІДШИПНИКИ	
Соломонова В.Е., Матвієнко А.А., Скуратовський А.К.	51
СЕКЦІЯ 5	
«ФІЗИКА»	
	52
ЧОРНІ ДІРИ І ЇХ ФІЗИЧНА ПРИРОДА	
Вакуліна А.Д., Лозовенко О.С., Печерська Т.В.	53
БІОНІКА В АРХІТЕКТУРІ	
Кузьмич А.В., Матвієнко Д.О., Печерська-Громадська К.Ю.	56
ФУЛЕРЕНИ	
Щербань А., Печерська-Громадська К.Ю.	59
МЕТАМАТЕРІАЛИ	
Новікова А.О., Печерська - Громадська К.Ю.	62
ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СВІТЛОДІОДА.	
ПОРІВНЯННЯ ЙОГО З ІНШИМИ ДЖЕРЕЛАМИ СВІТЛА	
Любарчук Д. Р., Печерська-Громадська К. Ю.	64
ФІЗИКА НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР. НАДПРОВІДНІСТЬ	
Щоголь А.О., Печерська-Громадська К.Ю.	66
ВИКОРИСТАННЯ ГЕТЕРОСТРУКТУР ДЛЯ СТВОРЕННЯ	
НАЙНОВІШИХ СВІТОДІОДІВ.	
Тригубець Б., Солом'янюк Д.О., Печерська Т.В.	68

Підписано до друку 18.11.2019 р. Формат 60x90 1/16.
Папір офсетний. Умовн. др. арк. 3,0.
Друк різнограф. Тираж 200 прим. Зам. № 2511/01.

Надруковано ФОП Гузік О.М.
Реєстраційний номер №2705814113
м. Київ, вул. Б. Гаврилишина, 16
Тел.: 338-16-61.