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

Інженерно-хімічний факультет

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

”ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ”

01-04 листопада
Київ 2011

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

Інженерно-хімічний факультет

Збірник тез доповідей IX 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
д.т.н., професор Мікульонок Ігор Олегович
к.т.н., доцент Андреєв Ігор Анатолійович
к.т.н., доцент Швед Микола Петрович
к.т.н., доцент Зубрій Олег Григорович
к.т.н., доцент Степанюк Андрій Романович
ІТТФ НАН України
д.т.н., професор Снєжкін Юрій Федорович
Інститут Газу НАН України
к.т.н., доцент Ільєнко Борис Кузьмич

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

Комп’ютерна верстка: Мельник С

Рекомендовано до друку
кафедрою машин та апаратів хімічних
і нафтопереробних виробництв
Протокол № 4
від 9 листопада 2011 р.

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

УДК 661.553:66.08

ВИНОСНИЙ ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ЦИРКУЛЯЦІЙНОГО ГАЗУ

студент Малишев О.Ю., доцент к.т.н. Зубрій О. Г.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Азотовмісні речовини широко використовуються в промисловості, сільському господарстві та інших галузях господарства. Природні запаси таких речовин надзвичайно малі. В водночас в атмосфері міститься величезна кількість азоту, який є інертним газом. Одним з методів зв'язування азоту є процес синтезу аміаку. Аміак використовується для виробництв добрив, полімерів, лаків, фарб, вибухівки, лікарських препаратів та інші. Синтез аміаку відбувається під високим тиском у відповідному обладнанні.

Таке обладнання з'явилось на початку XX ст. Синтез аміаку відноситься не тільки до найбільш старих, але і до найбільш розповсюджених крупнотонажних виробництв, які працюють під тиском від 10 до 100 МПа.

У проекті застосовується схема синтезу аміаку (рис. 1) з тиском 30 МПа.

Метою даного проекту є розробка виносного теплообмінника в якому відбувається процес теплообміну між гарячим циркуляційним газом, що йде по трубам і холодним циркуляційним газом, що йде міжтрубним простором за рахунок різниці температур

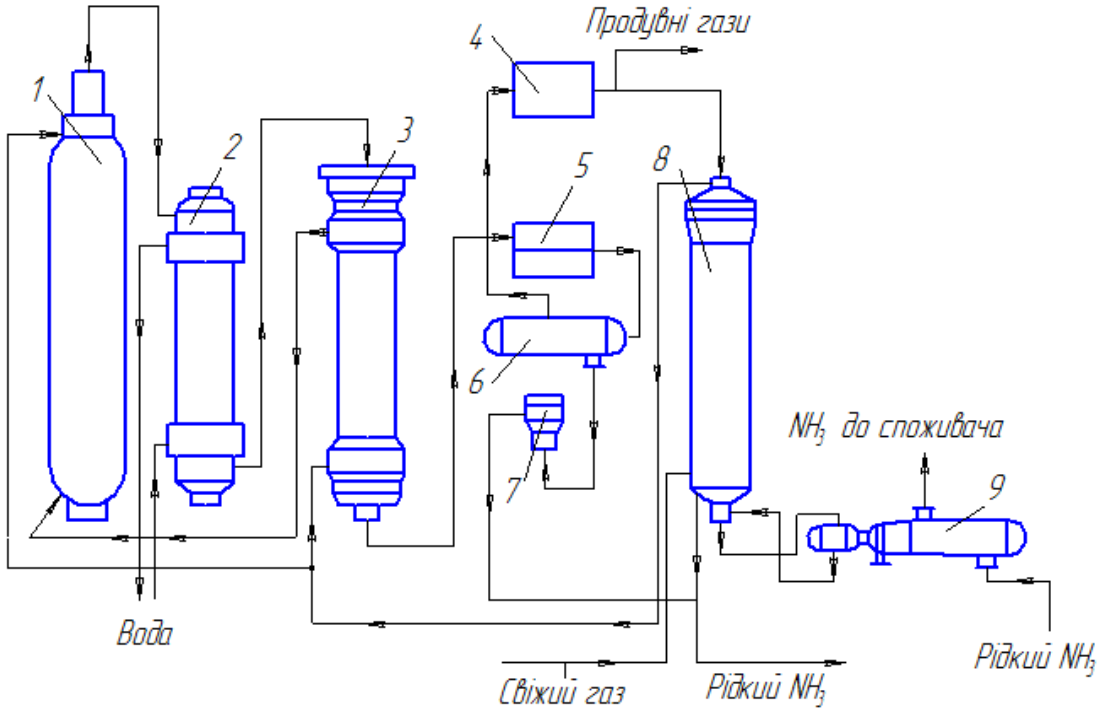
Установка працює наступним чином: свіжа азотоводнева подається у нижню частину конденсаційної колони, де змішується з циркуляційним газом і проходить по трубам теплообмінника конденсаційної колони 8, після чого направляється в міжтрубний простір виносного теплообмінника 3, де вона нагрівається до 190-200°С. З виносного теплообмінника циркуляційний газ поступає в колону синтезу 1, де додатково нагрівається до температури реакції. В теплообміннику газ нагрівається до 400-440°С, поступово проходить через шари каталізатору, на якому відбувається синтез аміаку.

Після останнього шару каталізатору, азотоводнева суміш із вмістом аміаку ~15% і температурою 500–515°С, входить у трубки внутрішнього теплообмінника, охолоджуючись до температури 330°С. Далі газова суміш послідовно проходить повітряний конденсатор 5, конденсаційну колону 8 та аміачний холодильник-конденсатор 9, в яких конденсується аміак.

Для компенсації гідравлічних втрат використовується турбокомпресор 4.

Для запобігання накопичення інертних газів у циркуляційній суміші використовується відведення продувних газів.

Метою даною роботи є удосконалення розрахунок, розробка конструкторської документації виносного теплообмінника.



1 – колона синтезу аміаку; 2 – підігрівач води;
3 – виносний теплообмінник; 4 – турбокомпресор; 5 – блок апаратів повітряного охолодження; 6 – сепаратор рідкого аміаку; 7 – магнітні фільтри; 8 – конденсаційна колона; 9 – випарник рідкого аміаку.
Рис.1 – Схема синтезу аміаку

Теплообмінник є апаратом який працює під високим тиском. Найбільш відповідальною частиною є корпус апарату, який сприймає значні навантаження. В проекті передбачається спроектувати рулонований корпус, який забезпечує меншу матеріалоємність в порівнянні з монолітним і як результат має меншу собівартість

Література:
1. Жаворонков Н.М, Справочник азотчика. Синтез аммиака – 2е узд., перераб., М.: Химия, 1986. – 512 с. – ил.
2. Кузнецов Л.Д, Дмитренко Л.М., Рабина П.Д. Синтез аммиака. – М.: «Химия», 1982. – 296 с., ил.
3. Производство аммиака под. ред. В.П.Семенова – М.:«Химия», 1985, 368 с. – ил.

УДК 66.041.491:62-111.3

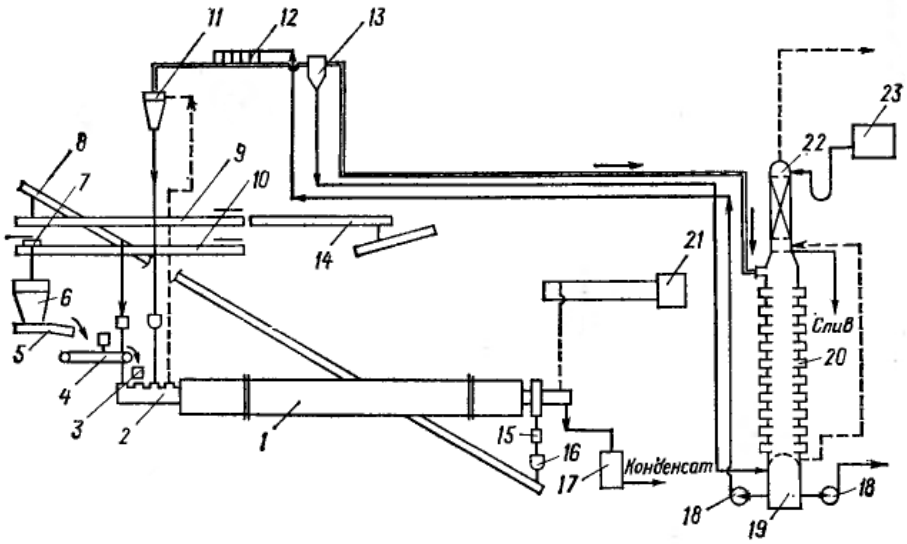
ПАРОВИЙ КАЛЬЦИНАТОР ІЗ РЕТУРНИМ ЖИВЛЕННЯМ У СОДОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ.

студент Мельник С.В. к.т.н. доц. Ракицький В.Л.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Кальцинована сода застосовується в багатьох галузях промисловості. Зокрема найбільшого поширення вона набула в харчовій, шкіряній промисловостях, виробництві скла, целюлозо-паперовому виробництві, виробництві мила, хімічній промисловості та чорній металургії.

Виробництво даного продукту нині відбувається за методом Ернеста Сольве, де після хімічної реакції продукт відфільтровують та кальцинують.

Для здійснення процесу кальцинації на заводах використовують содові печі з ретурним, або безретурним живленням, та парові кальцинатори. На рис.1 представлена технологічна схема процесу кальцинації гідрокарбонату натрію з використанням парових кальцина торів, що обертаються [1].



1 – паровий кальцинатор; 2 – живильний змішувач; 3,15 – коміркові живителі; 4,10 – стрічкові транспортери; 5 – віброживитель; 6 –бункер; 7 – плужковий відкидач; 8,9,14,16 – транспортери; 11 – циклон; 12 – колектор газу кальцинації; 13 – сепаратор; 17 – збірник конденсату; 18 – відцентрові насоси; 19 – збірник слабкої рідини; 20 – холодильник газу кальцинації; 21 – редукційна охолоджувальна установка; 22 – промивач газу кальцинації; 23 – збірник промивної рідини.

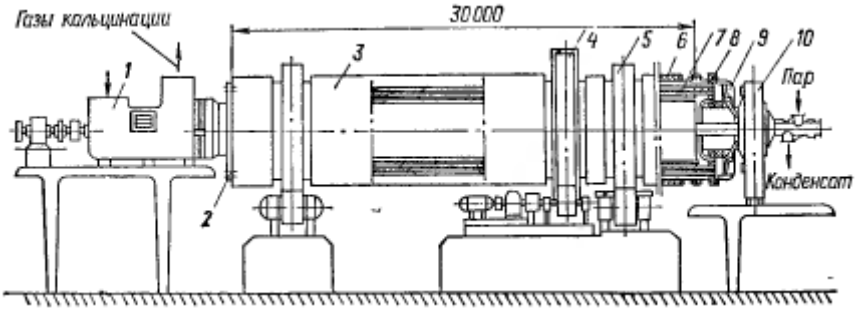
Рис.1 Схема відділення кальцинації

Вологий гідрокарбонат натрію стрічковим транспортером 10 та плужковим відкидачем 7 подається в бункер 6 віброживильника 5, звідки

віброживильником і смужковим транспортером 4 через комірковий живитель 3 подається в змішувач 2. Також в змішувач поступає ретурна сода, та сода, яку відділяють від газів кальцинації в циклоні 11.

Підготовлену суміш направляють в міжтрубний простір барабанного кальцинатору 1. За рахунок обертів і нахилу барабану суміш рухається проміж оребрених труб в напрямку вивантаження продукту. Тепло витрачається на випарювання вологи гідрокарбонату, хімічні реакції розкладу та підігрів продуктів реакції. В результаті теплової обробки трони получають кальциновану соду та гази кальцинації ($CO_2 + H_2O + NH_3$). Кальцинована сода через комірковий живитель 15 виводиться з кальцинатору та потрапляє на систему транспортерів 8,9,16. З транспортеру 8 через живильник мода відбирається в змішувач. Вся інша сода транспортерами 9 і 14 подається на склад.

Для обігріву кальцинатора подають водяну пару високого тиску. Перед подаванням до апарату пара проходить редукційну охолоджувальну установку, де її температура понижується до 270 оС, а тиск до 3 МПа. В трубках кальцинатора пар конденсується, віддаючи тепло матеріалу, що кальцинується. Конденсат з кальцинатору виводиться в збірник конденсату 17 і далі перетворюється в пар низького тиску.



1 – змішувач; 2 – торцьові ущільнювачі; 3 – барабан; 4 – вінцьова шестерня; 5 – обід; 6 – теплоізоляція; 7 – оребрені труби; 8 – трубна решітка; 9 – кільцьова камера; 10 – розвантажувальна камера.

Рис.2 Паровий кальцинатор

Паровий кальцинатор працює з ретурним живленням. Змішування вологого гідрокарбонату натрію з ретурною содою проходить в змішувачі 1. Сода вивантажується через вивантажувальну камеру 10, а гази кальцинації виводяться через штуцер змішувача. Герметизація барабану здійснюється з допомогою торцевих ущільнювачів. Зовні барабан кальцинатору вкритий термоізоляцією.

Метою роботи є модернізація кальцинатора шляхом вдосконалення його конструкції та зменшення витрат на його виробництво.

Список літератури:

1. Зайцев И.Д., Ткач Г.А., Стоев Н.Д. Производство соды. – М.: Химия, 1986. – 312 с.

УДК 665.334.93

ТЕПЛООБМІННИК НАГРІВАННЯ НЕЙТРАЛІЗОВАНОЇ ОЛІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ РАФІНУВАННЯ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ

студент Вигівський М. П., асистент Гатілов К. О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

За останні роки світове щорічне виробництво насіння ріпаку перевищує 53 млн т. Основні посівні площі ріпаку розташовані в Китаї, Індії, Канаді, США, Австралії, країнах Європи. Збільшення майже в 8 разів обсягів виробництва ріпаку за останні 30 років зумовлено придатністю продуктів його переробки до харчування, кормового виробництва, виготовлення біопалива та інше.

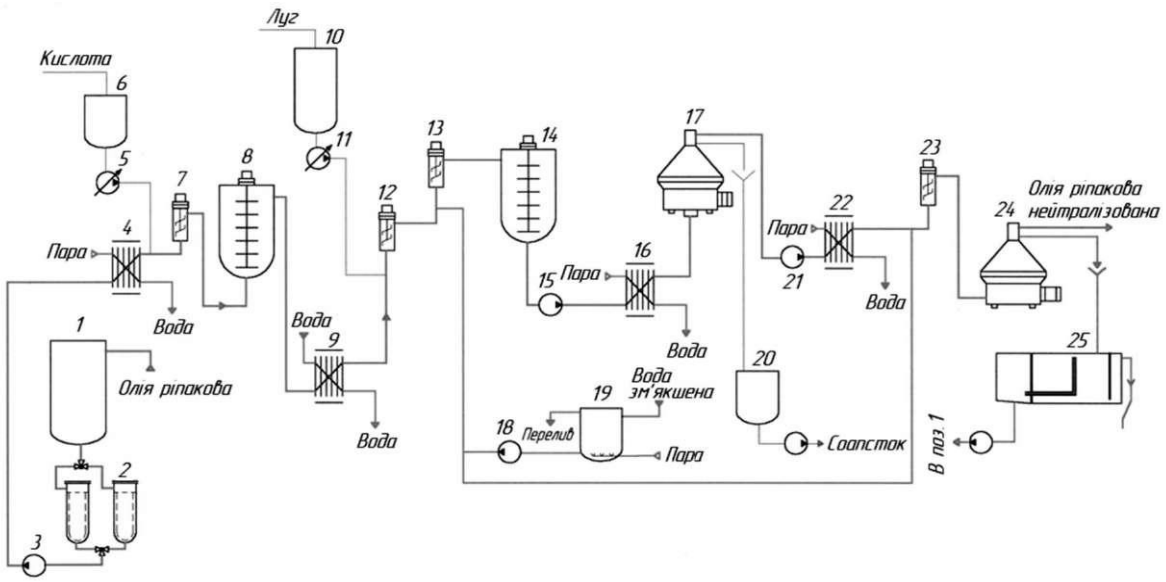
За даними ДКС України у 2010/11 МР посівні площі під ріпак становили 1,9 тис. га (28% посівів), при цьому валовий збір насіння ріпаку склав 3990 тис. т, внутрішня переробка ріпаку становила 600 тис. т, а інша частина насіння (біля 85%) експортувалась, як сировина.

Тому для більш ефективного використання природного потенціалу, доцільно впроваджувати в Україні підприємства комплексної й завершеної переробки цієї культури на харчові, технічні та побутові потреби.

Дана культура не вимагає ніяких особливих умов для росту. В її склад входять ненасичені жирні кислоти, що володіють лікувальними властивостями. Насіння ріпаку містить 35–52% рослинного жиру, 19–31% збалансованого за амінокислотами білка, 5–12% клітковини. Ріпакова олія може використовуватись в їжі, в вигляді маргарину, майонезу, кулінарних жирів. Також в промисловості, як біопаливо та мастила.

Технологічна схема лінії рафінування ріпакової олії зображена на рисунку 1.

З ємкості 1 олія насосом 3 прокачується через рукавні фільтри 2 і подається в теплообмінник 4, де відбувається нагрівання до необхідної температури парою низького тиску. У потік нагрітої олії насосом 5 із ємності 6 подається розчин лимонної кислоти. Суміш олії з кислотою подається в змішувач 7, що забезпечує інтенсивне перемішування, а звідти – в ємність 8, у якій відбувається витримка при інтенсивному перемішуванні олії з кислотою. В результаті обробки кислотою відбувається переведення фосфатидів у гідратаційний стан, а також реакція з металами з утворенням цитратів. З ємності 8 суміш олії з кислотою подається в теплообмінник 9, де охолоджується для зменшення омилення при нейтралізації. Потім в потік олії додається розчин лугу для нейтралізації кислоти і вільних жирних кислот олії.



1 – ємність; 2 – рукавні фільтри; 3,5,11,15,18,21 – насоси; 4,9,16,22 – теплообмінники; 6 – ємність кислоти; 7,12,13,23 – змішувачі; 8,14 – реактори; 10 – ємність лугу; 17,24 – сепаратори; 19 – ємність теплої зм'якшеної води; 20 – ємність соапстоків; 25 – жироловушка

Рисунок 1 – Схема лінії рафінування ріпакової олії

Змішування проводиться в змішувачах 12 і 13. Суміш подається в ємність 14, де відбувається реакція. Після реакції з лугом, олія насосом 15 подається в теплообмінник 16 для нагрівання, а потім надходить до відцентрового сепаратора 17 для відділення соапстоків і гідратаційного осаду від олії. З метою отримання соапстоків необхідної концентрації в потік олії насосом 18 з ємності 19 вводиться тепла зм'якшена вода. Соапстоки і гідратаційний осад поступають по лінії виходу важкої фази в ємність 20, а нейтралізована олія – по лінії виходу легкої фази насосом 21 подається в теплообмінник 22, де нагрівається до необхідної температури. Потім, у потік олії подається вода для промивання. Змішування проводиться в змішувачі 23. Суміш олії з водою подається на сепаратор 24, де проводиться їх розділення. Вода подається в жироловушку 25, а олія подається в початкову ємкість ділянки адсорбційної обробки. В даній схемі лінії рафінування ріпакової олії для кожного етапу рафінації потрібна різна температура при якій відбувається процес. Вибір теплообмінних апаратів важливий для заданої лінії рафінування ріпакової олії, а саме після сепаратору для нейтралізованої олії, де необхідно забезпечити інтенсивний теплообмін перед заключним етапом рафінування. Головна задача це інтенсифікація теплообміну шляхом обґрунтування та вибору конструкції апарата та оптимальних режимів роботи. Необхідно розробити й спроектувати теплообмінник, який забезпечить якісну роботу з ріпаковою олією.

УДК 620.92

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОТИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДУ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧОГО МАТЕРІАЛУ (ТАМ) МЕТОДОМ T-HISTORY

студент Воронцов М.Є., к. т. н., с. н. с. Чалаєв Д.М,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України

Найважливішою проблемою розробки нових технологічних процесів та обладнання є енерго- та ресурсозбереження. Одним із самих енергоємних технологічних процесів є теплова сушка матеріалів, тому використання в ній теплових насосів і термоакумуляторів набуває першочергового значення.

При створенні теплових акумуляторів необхідний оптимальний вибір та техніко-економічне обгрунтуваня використання нових теплоакумулюючих матеріалів (ТАМ). Для цього необхідно знати їх теплофізичні властивості, основною з яких є прихована теплота фазового переходу, яка зазвичай визначається доволі трудомістким калориметричним методом.

У 1998 р. китайським вченим Жаном Інпінгом був запропонований[1] та у 2003 р. модернізований іспанським вченим Жозе Маріном метод «T-History» [2].

Метою даної роботи було вивчення та апробація цього методу на новому вітчизняному матеріалі «ТАМ - 1». Для цього був створений експериментальний стенд.

Перед проведенням експерименту обидві пробірки з «ТАМ - 1» та еталонною рідиною (вода) нагріваються до однакової температури, яка вище температури плавлення термоакумулюючого матеріалу, і розміщуються в повітряному термостаті. В процесі експерименту проводиться запис температур пробірок та повітряного середовища у термостаті. Експеримент закінчується після охолодження обох пробірок до температури нижче температури кристалізації термоакумулюючого матеріалу.

За отриманими даними в процесі проведення експерименту будується графік зниження температур обох пробірок у часі (рис.1). Отримані криві охолодження використовуються для розрахунку теплоти фазового переходу термоакумулюючого матеріалу.

Методика розрахунку теплоти фазового переходу термоакумулюючого матеріалу заключається в порівнянні отриманих кривих (рис.1) , використовуючи математичний опис теплопередачі, що дозволяє визначити ентальпію h, досліджуваного матеріалу при відомій теплоємності еталонної речовини [3] .

Для автоматизації процесу обробки експериментальних даних та графічного представлення результатів дослідження була розроблена програма «NikVor_T-History» (рис.1) на мові програмування Delphi 2007.

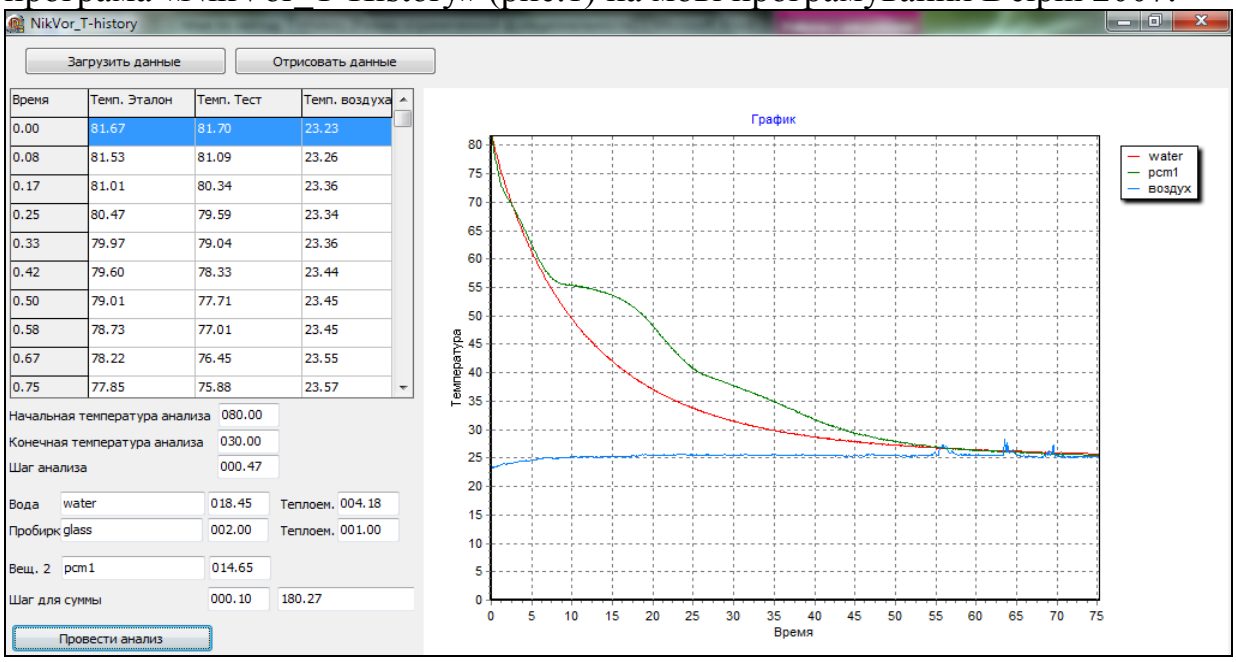


Рис.1: Результати експерименту у числовому та графічному вигляді за програмою «NikVor_T-History»

Розходження отриманих результатів за методом «T-History» порівняно з відповідними за калориметричним методом не перевищує 5 %, що є достатнім для виконання інженерних розрахунків.

Як показали наші результати, метод «T-History» по експериментальному визначенню прихованої теплоти фазового переходу термоакумулюючого матеріалу значно простий в порівнянні з калориметричним та може бути використаний для дослідження теплофізичних властивостей нових ТАМ.

За матеріалами даної роботи написана наукова стаття, котра буде подана в журнал ІТТФ НАН України «Промислова теплотехніка».

Перелік посилань

[1]. - Yinping Z., A simple method, the T-history method, of determining the heat of fusion, specific heat and thermal conductivity of phase-change materials, Meas. Sci. Technol. 10, 201-205., 1999.

[2]. - INSTITUTE OF PHYSICS PUBLISHING Meas. Sci. Technol. 14 (2003) p. 184–189.

[3]. - Inventory of PCM, A Report of IEA Solar Heating and Cooling programme - Task 32, edited by Wolfgang Streicher, February 2005.

УДК 66.095.26-977

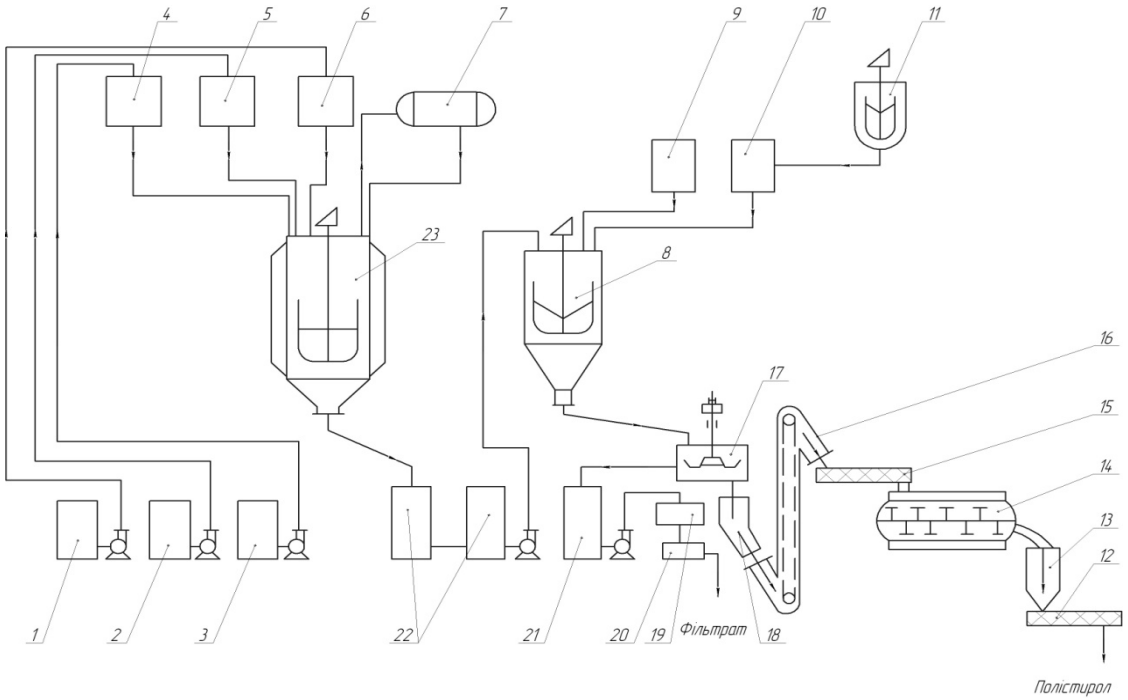
РЕАКТОР ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ СТИРОЛУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕМУЛЬСІЙНОГО ПОЛІСТИРОЛУ

студент Давидов А.С., асистент Гатілов К.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Полістирол є незамінним полімером в промисловості та будівництві. Він широко застосовується в побутовій сфері діяльності людини, пакувальній, кондитерській, електротехнічній індустріях, що спричиняє постійне підвищення попиту на нього. Це пов'язано з його властивостями: володіє відмінними діелектричними властивостями і морозостійкістю до -40°С. Отже розробка устаткування для його виробництва, що відповідає сучасним тенденціям техніки, є важливою задачею.

Промислове виробництво полістиролу базується на радикальній полімеризації стиролу. Розрізняють три основні способи його отримання: емульсійний, суспензійний, блочний. Одержання полістирола емульсійним способом є досить поширеним процесом, перевагами якого є менші енергозатрати, простота процесу та використовуваних в ньому апаратів.
Технологічна схема процесу виготовлення емульсійного полістиролу зображено на рисунку 1.

Пом'якшена вода із збірника 1 і мономер стирол зі збірника 2 через мірник 5 і 6 завантажуються в реактор 23, з'єднаний з оберненим холодильником 7. Із збірника 3 через мірник 4 туди ж подається каталізатор – 30 %-ий розчин перекису водню та емульгатор – мило або кокосове масло. Вся маса підігрівається до температури 345 К і витримують протягом 25 хвилин. Після полімеризації полістирол витримують та охолоджують. Отримана емульсія полістиролу подається в збірник 22, з якого періодично перекачується в осадо-збірник 8 для коагуляції квасцями. Квасці подаються в осадо-збірник із збірника 11 через мірник 10. Суспензію, отриману після коагуляції, нейтралізують аміачною водою із мірника 9, розбавляють холодною водою і розділяють на центрифузі 17. Після центрифугування осад промивається пом'якшеною водою і вигружається в бункер 18, з якого елеватором 16 і шнеком 15 подається в сушилку 14. Сухий полістирол потрапляє в бункер 13, а потім шнеком 12 подається на упаковку. Фільтрат і промивні води перекачуються в збірник 21, а з нього в нутч-фільтр 19. Відфільтрований осад по мірі накопичення повертається в осадо-збірник 8, а фільтрат спускається у відстійник 20, звідки скидається в каналізацію. Вихід полістиролу складає близько 96 %. Мономер, котрий не прореагував, після закінчення процесу відганяється «гострим» паром.



1 – збірник для води; 2 – збірник для стиролу; 3 – збірник для каталізатора; 4 – мірник для каталізатора; 5 – мірник для стирола; 6 – мірник для води; 7 – холодильник; 8 – осадо-збірник; 9 – мірник для аміачної води; 10 – мірник для квасців; 11 – збірник для квасців; 12, 15 – шнеки; 13, 18 – бункери; 14 - сушилка; 16 – елеватор; 17 – центрифуга; 19 – нутч-фільтр; 20 – відстійник; 21 – збірник для фільтрату; 22 – збірник для емульсії полістиролу; 23 - реактор

Рисунок 1 – Технологічна схема періодичного процесу отримання емульсійного полістиролу

Так як виробництво синтетичних полімерів належить до найбільш динамічно прогресуючих галузей народного господарства, то актуальним напрямком є підвищення ефективності технологічної схеми шляхом інтенсифікації режимів функціонування її апаратів, а саме високою продуктивністю та економічністю процесу. Реактор полімеризатор є основним апаратом у технологічній схемі представленій на рис.1. Саме у ньому відбувається перехід мономерів у полімери. Отже ефективність всієї схеми визначатиметься якістю перебігу цього процесу, тому доцільна модернізація реактора, бо саме він лімітує продуктивність всієї схеми. В наслідок цього планується збільшення кількості продукту, що отримується в одиницю часу з одиниці реакційного об'єму.

Завданням на дипломне проектування є вибір серед сучасних конструкцій реакційне обладнання, перевірка його патентної чистоти, модернізація устаткування, що має підвищити якість готового продукту та збільшити продуктивність обладнання в цілому.

УДК 666.94.047; 66-047-52

БАРАБАННИЙ ВАКУУМ-ФІЛЬТР ДЛЯ ЗНЕВОДНЕННЯ МЕТАЛЕВОГО ПОРОШКУ-СИРЦЮ

асистент Гатілов К.О., студент Зеленчук В.А.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

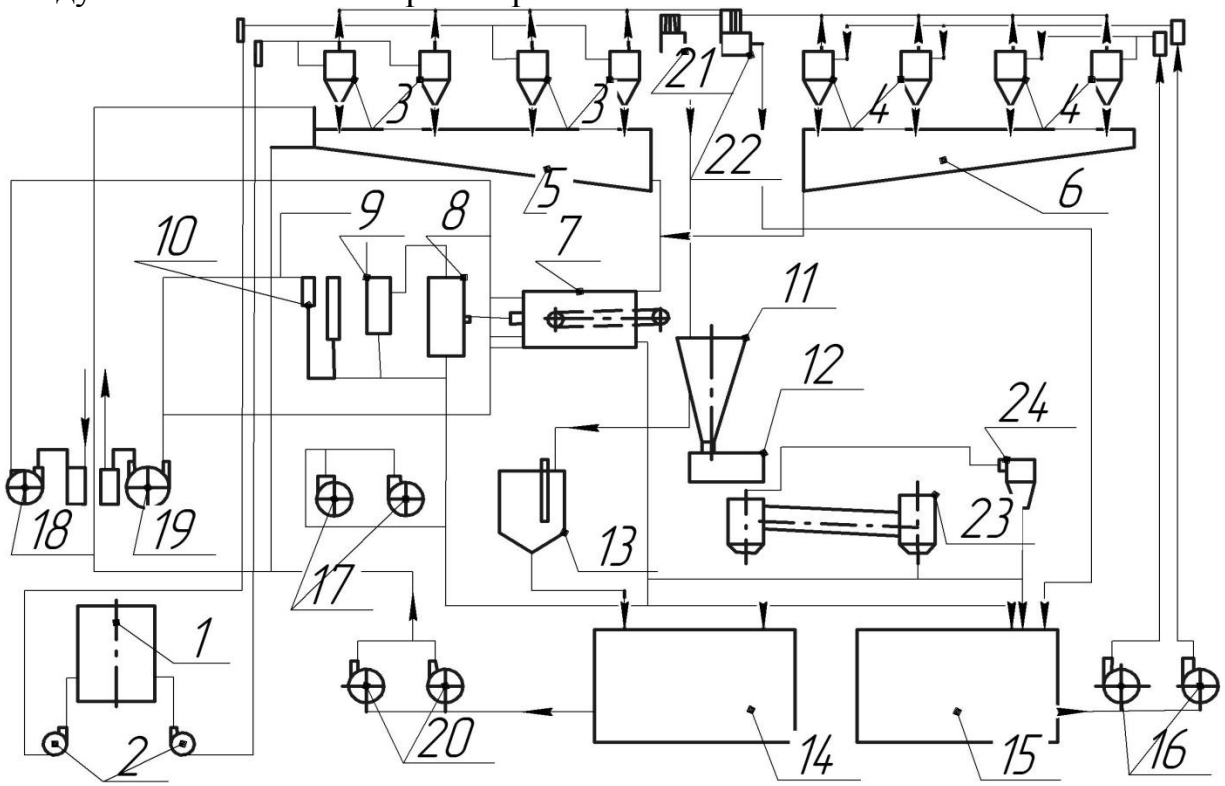
Вироби виготовлені з металевих порошків широко застосовуються в машино- і приладобудуванні. Їх випускають у вигляді деталей або заготовок, що вимагають незначної механічної обробки. При цьому скорочуються втрати металу, знижуються трудові витрати і вартість виробів. Використання деталей виготовлених з металевого порошку, обумовлюється їхніми особливими властивостями (пластичністю, високою електропровідністю і теплопровідністю, антикорозійною здатністю, малою питомою вагою, великою питомою міцністю та ін.), важливими для сучасного машинобудування й інших галузей народного господарства.

При виготовленні металевих порошків методом розпилення з подальшим водним охолодженням важливу увагу необхідно зосередити подальшому його зневодненню та сушінню, бо від якості реалізації цієї стадії процесу залежатиме якість виготовлених з них виробів.

Технологічна схема установки зневоднення і сушіння залізного порошку-сирцю зображена на рисунку 1.

Розпилений водою високого тиску, залізний порошок з бака 1 разом з водою відсмоктується насосом 2 і подається на гідроциклон 3, де відбувається попереднє зневоднення з 0,06…0,1кг порошку на 1 літр суміші, до 0,6…1кг порошку на літр суміші. Відділена з гідроциклона вода надходить через зливальний жолоб 22 у зумпф 15, а згущена пульпа надходить через жолоб 5 у вакуум-фільтр 7, де зневоднюється до вологості 8…10%. Зневоднений порошок скидається стрічковим транспортером фільтра в бункер 11, а з нього тарілчастим живильником 12 подається на сушіння в барабанну сушарку, у якій висушується при температурі 672…723К до вологості 0,5…1%. У зумпфі 15 відбувається осадження порошку, що відсмоктується насосами 16 і подається на друге розділення в гідроциклони 4. Відділена у гідроциклонах вода через зливальний жолоб 21 подається на бак-відстійник 13, а згущена пульпа через пісковий жолоб 6 надходить у вакуум-фільтр 7. У зумпф 14 періодично зливається осад з бака відстійника 13, а також вода, що відсмоктується у вакуум-фільтрі 7. З зумпфа 14 періодично, під час розпилення, осад залізного порошку насосами 20 перекачується в жолоб 5, а звідти разом зі свіжим порошком у вакуум-фільтр 7 на перше розділення. В міру заповнення бака відстійника 13 очищена вода переливаються в кільцеву “кишеню” у верхній частині бака і повертається в систему “брудного циклу” для відстоювання. На схемі також показана вакуумна система, що складається з водокільцевого

вакуум-насоса 19, барометричного конденсатора 10, пастки 9 і ресивера 8. Віддув повітря на вакуум-фільтрі забезпечує водокільцевий компресор 18. Насоси 17 використовуються як допоміжне устаткування для видалення осаду з нижньої частини ресивера.



1 - бак; 2, 16, 17, 20 - насоси; 3, 4 - гідроциклони; 5, 6 - жолоба піскові; 7 - вакуум-фільтр; 8 - ресивер; 9 - пастка; 10 - конденсатор барометричний; 11 - бункер; 12 - живильник тарільчатий; 13 - бак-відстійник; 14, 15 - зумпфи; 18, 19 - компресори водокільцеві; 21, 22 - жолоба зливні; 23 - барабанна сушарка; 24 - циклон

Рисунок 1 - Технологічна схема установки зневоднення і сушіння залізного порошку-сирцю

За технологічною схемою зневоднення залізного порошку-сирцю, барабанний вакуум-фільтр виконує головне значення, оскільки саме в ньому відбувається найбільше видалення вологи та остаточне одержання осаду, що подається на сушіння. Головною перевагою даного вакуум-фільтра слід відзначити простоту обслуговування, можливість фільтрування суспензій з великою кількістю твердої фази, сприятливі умови для промивання осаду.

Завданням на дипломне проектування є вибір серед сучасних конструкцій барабанного вакуум-фільтра, порівняти обрану конструкцію із аналогами, обґрунтування вибору конструкції апарата та оптимальних режимів роботи, перевірка його патентної чистоти, модернізація устаткування, що має підвищити якість готового продукту та збільшити продуктивність обладнання.

УДК 662.74

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ГІДРООЧИЩЕННЯ ГАСУ

студент Календюк Я. В. , к.т.н., доц. Степанюк А.Р.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Гідроочищення застосовується для десульфурації нафтових фракцій і їхньої стабілізації (зниження неграничних). Це головним чином широкі фракції, які використовуються для каталітичного крекінгу і риформінгу, а також масляні фракції низької якості, після легкого гідрування з яких можуть бути отримані високоякісні мастила.

Мета процесу — видалення з нафтових фракцій, які містять сірчисті й азотисті сполуки, небажаних компонентів, що можуть або отруювати каталізатори, або погіршувати якість товарних нафтопродуктів. В якості каталізаторів застосовують оксиди або сульфіди нікелю, кобальту, молібдену. Температура процесу від 653К до 693К, тиск від 3 до 7 МПа.
Технологічна схема зображена на рисунку 1.

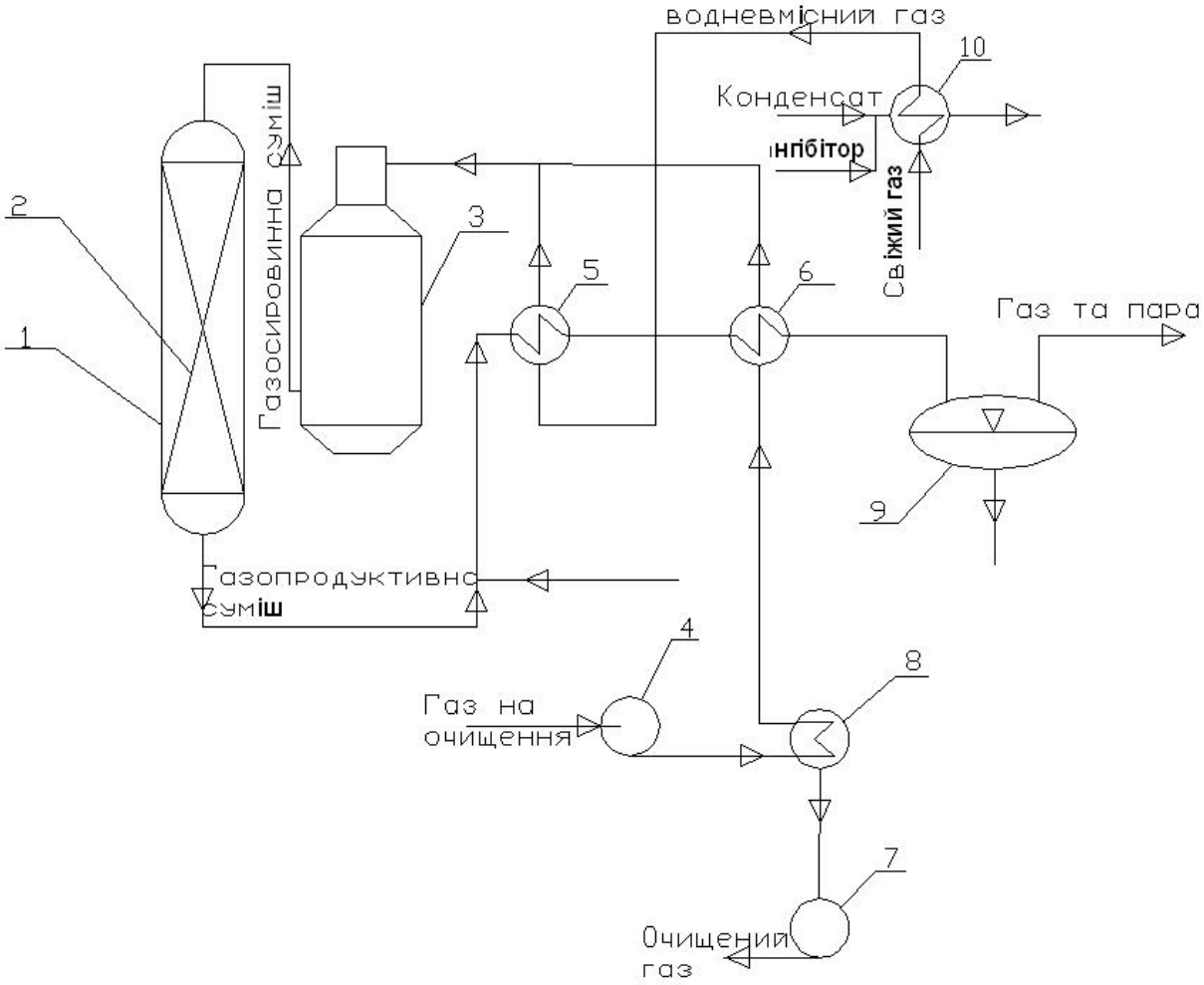
Сировина насосом 4 подається через теплообмінники 8 і 6 до лінії змі-шування її зі заздалегідь нагрітим у теплообмінниках 10 і 5 водневим га-зом. Отримана газосировинна суміш проходить змійовики печі 3 і з тиском від 4,2 до 4.4 МПа та температурою бпизько 653К (_^o)C надходить до реактора 1 з нерухо¬мим шаром каталізатора 2. Вийшовши знизу реактора, газопродуктова су¬міш охолоджується в теплообмінниках 5 та 6 і подається до сепаратора 9.

У високотемпературному (гарячому) сепараторі 9, суміш розділяєтъ-ся при тиску близько 3,8 МПа на рідку і газопарову фази. Рідка фаза це гідроочищений гас з розчиненими в ньому газами і фракціями бензину.
Суміш газів і пари після виходу із сепаратора 9 (сепаратор високого тиску) охо¬лоджується в теплообміннику 10. Перед входом у теплообмінник 10 у суміш додається зконденсована вода з розчиненим інгібі¬тором корозії.
Холодтльник повітряного охолодження використовують для конденсації і охолодження пароподібних і рідких середовищ , що використовуються в технологічних процесах нафтопереробної, нафтохімічної та інших галузях промисловості.

Аппарат складається з однієї секції, що складається з біметалічних труб, обдуваємих потоком повітря, який нагнітається осьовим вентилятором.

Переваги: Економічність, висока ефективність використання (роботи), надійність, безшумність, відсутність другого теплоносія,низька вартість обладнання.

Недоліки: Складність конструкції.



1-реактор; 2-каталізатор; 3-трубчата піч; 4,7-насоси;5,6,8,10-теплообмінники; 9-сепаратор.

Рис. 1 – Схема ділянки гідроочищення гасу

Завданням роботи є проектування холодильника, що використовується для охолодження керосинового дистиляту повітрям.

Перелік посилань

Волков Н.П., Берлин М.А., Гореченков В.Г. Переработка нефтяного и природного газа. - М.: Химия, 1981. - 472 с.

Маньковский О.Н., Толчинский А.Р., Александров М.В.. Теплообменная аппаратура химических производств. М.-Л., Химия, 1976.

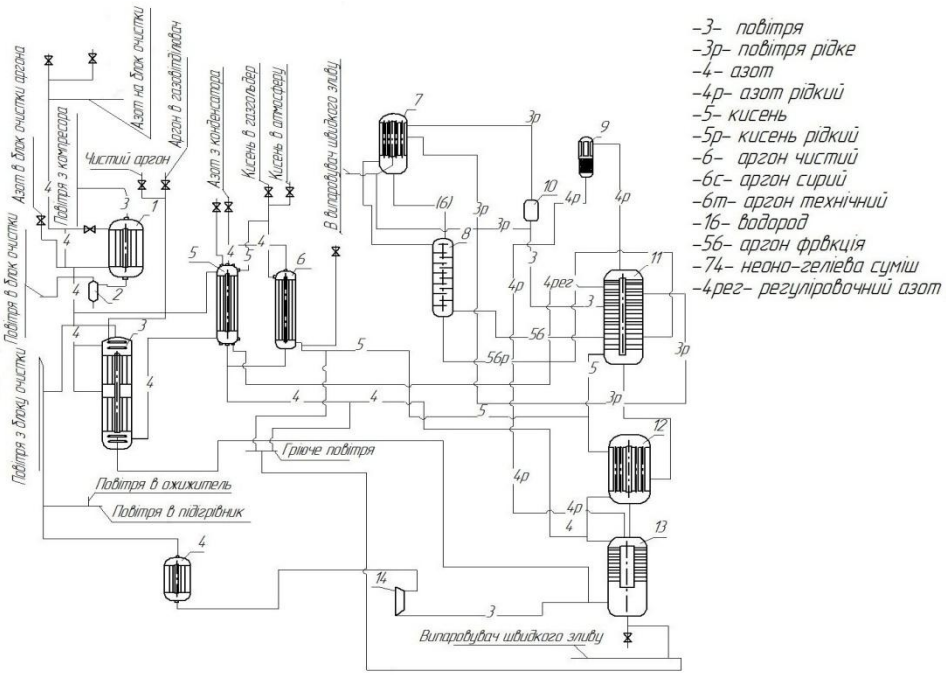
Б. Е. Гельфанд, О. Е. Попов, Б. Б. Чайванов . Водород. Параметры горения и взрыва. - Санкт-Петербург, ФИЗМАТЛИТ, 2008 г.- 288 с.

УДК 66.066.4

ТЕПЛООБМІННИК ДЕТАНДЕРНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ БЛОКУ РОЗДІЛЕННЯ ПОВІТРЯ

студент Кирилець В.С., к.т.н., доц. Ракицький В. Л.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Розглянемо схему блоку розділення повітря (рисунок 1). В блоці розділення повітря отримують: кисень, азот, аргон, водень. Основний промисловий метод отримання кисню — розділення повітря методом глибокого охолодження.



1 –теплообмінник зріджувач; 2 –вологовітділювач; 3 –теплообмінник основний; 4 – теплообмінник детандерний; 5 –теплообмінник циркуляційний; 6 –кисневий теплообмінник; 7 – конденсатор сирого аргону; 8-колона сирого аргону; 9-дефлегматор; 10-вітділювач рідини; 11-колона верхня; 12-конденсатор основний; 13-колона нижня; 14-турбодетандер

Рисунок 1 – Схема блоку розділення повітря

В основу схеми покладено цикл високого тиску з детандером. Очищене від пилу і механічних домішок повітря стискається в шести ступеневому поршневому компресорі до тиску 20 МПа. Стиснене повітря надходить в блок розділення де охолоджується в теплообміннику зріджувачі 1 і виводиться з блоку розділення в блок очистки через вологовітділювач 2, в якому відбувається відділення краплин вологи. В блоці очистки повітря осушується, очищується від вуглекислоти і вуглеводню, а потім розділяється на два потоки - дросельний і детандерний. Дросельний потік надходить в основний теплообмінник 3, де

охолоджується відхідним потоком, дроселюється і надходить в нижню колону 13 на ректифікацію. Детандерний потік надходить в теплообмінник детандерний 4, а потім надходить в турбодендандер 14 і з'єднавшись з дросельним потоком повітря також поступає в нижню колону 13 на ректифікацію. В нижній колоні 13 проходить попередне розділення повітря на збагачену до 30% по кисню кубову рідину і азотну флегму з вмістом 0,0002% кисню. Кубова рідина відбирається з нижньої колони 13, проходить переохолоджувач і потім розділяється на три потоки. Один потік подається в верхню колону 11. Другий потік подається в міжтрубний простір конденсатора 7 колони сирого аргону 8 випаровується і через відділювач рідини 10 пара подається в верхню колону 11. Третя частина кубової рідини в надходить в переохолоджувач чистого аргону, потім проходить рубашку насосу сжижування газів і надходить в верхню колону.

Теплообмінник детандерний є поперечно-течійним витим теплообмінником високого тиску. Він складається з сердечника на який навиваються мідні трубки, мідного циліндричного кожуха і днища. Трубки збираються в вхідному і вихідному колекторах, розміщених в верхній і нижній частині теплообмінника. Повітря високого тиску рухається в трубах зверху до низу, а в між трубному просторі рухається фреон знизу в вгору. Отже розробка детандерного теплообмінника є центральною задачею для організації ефективної роботи технологічної схеми.

Основними вимогами при конструюванні теплообмінного апарата є: забезпечення інтенсивного теплообміну при оптимальних гідравлічних режимах; мала металоємність; надійність у поєднанні з доступністю поверхні теплообміну для механічного очищення від забруднень. Тому задачі, які ставляться при розробці та проектуванні даного теплообмінного обладнення для охолодження повітря є інтенсифікація теплообміну шляхом обґрунтування та вибору конструкції апарата та оптимальних режимів роботи. Також необхідне удосконалення конструкції апарата для підвищення ефективності роботи всієї ділянки.

Перелік посилань

Герш С.Я. Глубокое охлаждение. Ч.1 и 2. –М. –Л.: Госэнергоиздат, 1957 – 1960. -888 с.

Григорьев В.А., Крохин Ю.И. Тепло- и массообменные аппараты криогенной техники. – М.: Энергоиздат, 1982. – 312 с.

Глизменко Д.Л. Получение кислорода. – М.: Химия, 1972. – 752 с.

УДК 665.7.033.52

СПОСОБИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕПЛООБМІНУ В'ЯЗКИХ РІДИН В ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТАХ КОЖУХОТРУБНОГО ТИПУ

к.т.н., доцент Семінський О.О., студентка Кліщ О.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

В'язкість рідин істотно впливає на режими течії рідин і на опір, що виникає при їх русі як в трубному, так і в між трубному просторах кожухотрубних теплообмінних апаратів. Відомо що підвищення ефективності теплообміну на 30…40% веде до підвищення опору на 40…60%. Отже, важливою постає задача ефективних шляхів інтенсифікації теплообміну, які б забезпечували максимальну тепловіддачу при мінімальному гідравлічному опорі руху рідини.

Принципово методи покращення теплообміну класифікують на дві категорії: 1) активні методи, до яких можна віднести: механічний вплив на поверхню теплообміну (обертання або вібрація поверхні, перемішування рідини, тощо); вплив на потік електричним, магнітним або акустичними полями, пульсацією тиску, вдув або відсмоктування робочого середовища через пористу поверхню; використання поверхневого натягу, накладення електростатичного поля, краплинної конденсації, додавання в рідину твердих частинок або газових бульбашок і т.ін.; 2) пасивні методи, в основі яких лежить вплив на потік форми поверхні теплообміну. До них відносять застосування вставних інтенсифікаторів (гвинтових, локальних і пластинчастих закручувачів потоку), а також різні конфігурації трубних пучків (закрученні, спіральні, зі спіральним рифленням та ін.). [3]

Активні методи інтенсифікації теплообміну добре зарекомендували себе в хімічній і суміжних галузях виробництва, проте в багатьох випадках їх використання в конструкційному оформленні технологічного процесу є недоцільним.

Інтенсивні вібрації поверхні теплообміну можуть призвести до руйнування обладнання. Вібрації рідини, як спосіб інтенсифікації теплообміну, викликають ряд ускладнень при конструюванні апаратів, тому у промисловості вібрації застосовуються досить рідко.

Не доцільно використовувати і електричне поле через значні енерговитрати і необхідність створювати високі (порядку 10000…100000 В) напруги.

Вдув газу дозволяє суттєво збільшувати коефіцієнт тепловіддачі, проте практично не застосовується через складність подачі і відведення газу.

З огляду на зазначенні недоліки більш широке застосування у промисловості знайшли пасивні методи інтенсифікації теплообміну.

Якщо в'язка рідина спрямовується у міжтрубний простір, то для інтенсифікації теплообміну збільшується зовнішня поверхня труб. У цих випадках для апарату застосовують труби з зовнішньої поверхню складної конфігурації: з ребрами з основного металу (металу труби), з ребрами, привареними або припаяними до зовнішньої поверхні труби, а також зі штирями-шпильками з металу з високою теплопровідністю, розташованими в шаховому порядку на поверхні труби.

Широко застосовуються поверхні з кручених трубок з рухом в'язкої рідини в міжтрубному просторі, апарати штикового типу, складні поверхні теплообміну з численних змійовиків, змонтованих в одному корпусі (для підігріву та охолодження масел), а також з штампованих пластин з різноманітними гофрами і вставками, що підсилюють турбулізації потоку рідини. [2] Коефіцієнти тепловіддачі істотно вище в трубах згорнутих спіраллю, ніж у прямих трубах через вторинні течії, що породжуються викривленнями труби. [1]

У випадках, коли в'язка рідина спрямовується у трубний простір всередині труб монтують спеціальні турбулізуючі вставки різної конструкції, у тому числі ретардер - металеві пластини з різним ступенем скручування, що вставляються в труби щільно, з натягом, для забезпечення гарного контакту з стінками труб. [4]

Проведений аналіз вказує на доцільність і ефективність використання турбулізаційних вставок, в особливості ретардерів, що при порівняно швидкому збільшенні гідравлічного опору, збільшують локальні швидкості руху рідини і краще переміщування, тим самим інтенсифікуючи теплопередачу.

Перелік посилань

1. Петухов Б.С. Справочник по теплообмінникам, т.1,2, М.: Энергоатомиздат, 1987. - 562с.
2. Андреев В.А. Теплообменные аппараты для вязких гидкостей. Основы расчета и проектирования, Л.: Энергия, 1971. - 148с.
3. Константинов С.М. Луцык Р.В.. Теплообмен,
К.: КНУТД, 2004–126с.

УДК 66.045.122

ТЕПЛООБМІННИК ОХОЛОДЖЕННЯ КОНДЕНСАТУ ДІЛЯНКИ ДЕСОРБЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ

студент Кравченко С.Є., к.т.н., доц. Швед М. П.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Водень є одним із найважливіших вихідних компонентів великої кількості хіміко-технологічних процесів. Проте його виробництво потребує значних затрат енергії, вартість якої протягом останніх 10 років зросла більше ніж у 10 разів [1]. Отже розроблення нового і модернізація діючого зокрема, теплообмінного, обладнання є актуальною задачею.

Оскільки водень є екологічним видом палива, його використання у якості пального не викликає парникового ефекту (при згорянні виділяється вода, а не вуглекислий газ). Даний вид палива є практично невичерпним. Водень можна одержувати і без застосування вуглецевих джерел, або генерувати із вуглецево нейтральних джерел або з викопного палива з уловлюванням нейтрального двоокису вуглецю. Саме тому використання водню може усунути парниковий ефект від енергетичного сектору.

Одержання водню із конвертованого газу є досить поширеним процесом. Цей метод застосовується також на Казенному заводі порошкової металургії в м. Бровари. Схема лінії виробництва водню наведена на рисунку 1.1. Принципова технологічна послідовність процесу отримання водню наступна. Виготовлення водню з конвертованого газу проходить перетворенням конвертованого газу в двоокис вуглецю (CO_2) шляхом конверсії з водяною парою по реакції:

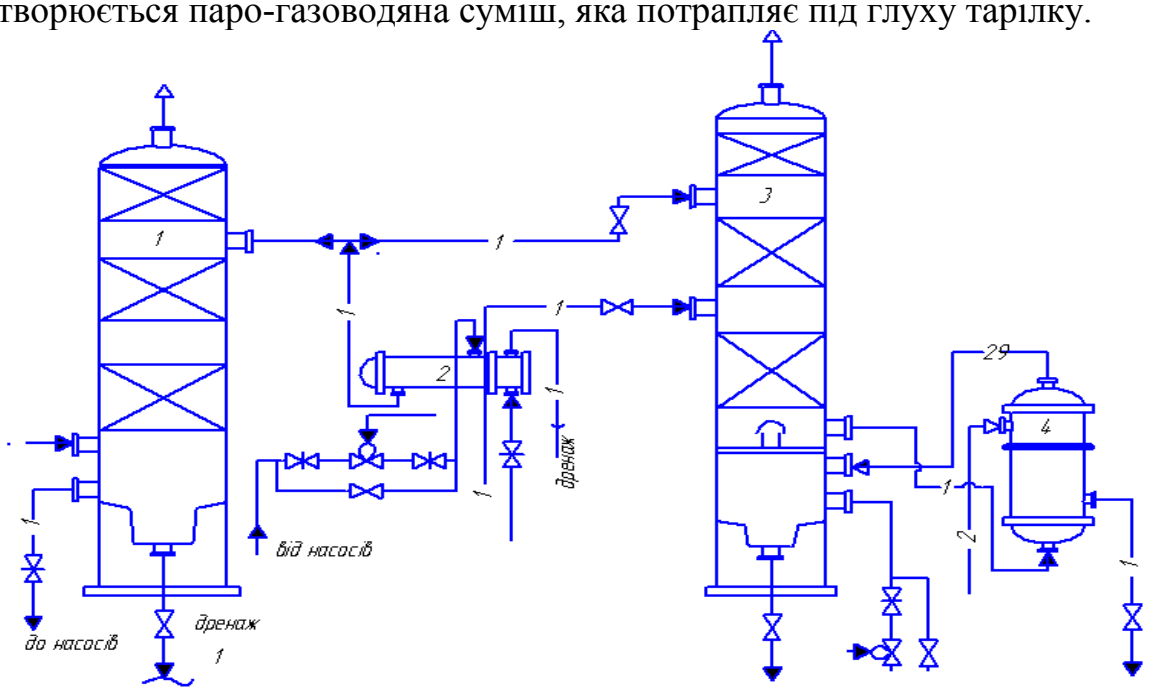
$$CO + H_2O = CO_2 + H_2$$

Конверсія CO прийнята по двоступінчатій схемі:
1 ступінь – на середньотемпературному каталізаторі (СТК);
2 ступінь – на низькотемпературному каталізаторі (НТК).

Подача пари перед конвертором I ступеня проходить в дві точки – перед підігрівачем конверторного газу і після нього та підтримується регулятором.

Після конвертора CO II – ступеня газ із температурою 495 К направляється в скрубер 1. Гарячий конденсат із температурою 343 К поступає на насоси. Насосом конденсат подається на холодильник 2, де охолоджується до температури 313 К. Для повернення газового конденсату в котельню для повторного використання проходить його очистка від розчинених в ньому газів у відпарній колоні 3. Конденсат на очистку поступає у дві точки відпарної колони – у верхню частину холодний конденсат після холодильника 2, в середню частину – гарячий конденсат після збірника газового конденсату. Попадаючи на глуху

тарілку, конденсат зливається в кип'ятильник 4, де при температурі 402 К утворюється паро-газоводяна суміш, яка потрапляє під глуху тарілку.



1-скрубер; 2-холодильник; 3-відпарна колона; 4-кипятильник;

Рисунок 1.1 - Технологічна схема

При цьому для забезпечення якісної роботи необхідно дотримуватись вказаних температурних режимів. Тому розробка холодильника є важливою задачею для організації ефективної роботи технологічної схеми. Основними вимогами при конструюванні теплообмінного апарата є: забезпечення інтенсивного теплообміну при оптимальних гідравлічних режимах; мала металоємність; надійність у поєднанні з доступністю поверхні теплообміну для механічного очищення від забруднень [2].

Перелік посилань

Волков Н.П., Берлин М.А., Гореченков В.Г. Переработка нефтяного и природного газа. - М.: Химия, 1981. - 472 с.

Маньковский О.Н., Толчинский А.Р., Александров М.В.. Теплообменная аппаратура химических производств. М.-Л., Химия, 1976.

УДК.665.642.2

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ РОБОТИ БЛОКУ ПІДГОТОВКИ ПАЛИВА У ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СХЕМІ ВІСБРЕКІНГУ

асистент Гулієнко С.В., студент Місюров К.Д.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

На всіх підприємствах нафтопереробки в результаті перегонки із нафти при атмосферному тиску та під вакуумом залишаються деякі речовини і досить в великій кількості, одним з таких є гудрон. Ця речовина є дуже токсичною і спричиняє важкі захворювання шкіри. Тому процес вісбрекінгу є дуже актуальний, дозволяючи не тільки усунути важку нафтову сировину, а ще перетворити її у інший продукт споживання, наприклад – мазут.

Вісбрекінг - один з ефективних і гнучких вторинних процесів переробки мазуту і гудронів, його відмінними особливостями, порівняно з іншими вторинними процесами переробки нафти і нафтопродуктів, є низькі капітальні та енергетичні витрати.

Вісбрекінг при відносній простоті технологічного і апаратурного оформлення дозволяє переробляти залишкові фракції в дистилятні, одержувати деяку кількість середніх і легких фракцій.

Включення процесу вісбрекінгу до схеми нафтопереробних заводів особливо актуально у зв'язку із залученням до переробки важких нафт, а також підвищенням попиту на дистилятні продукти.

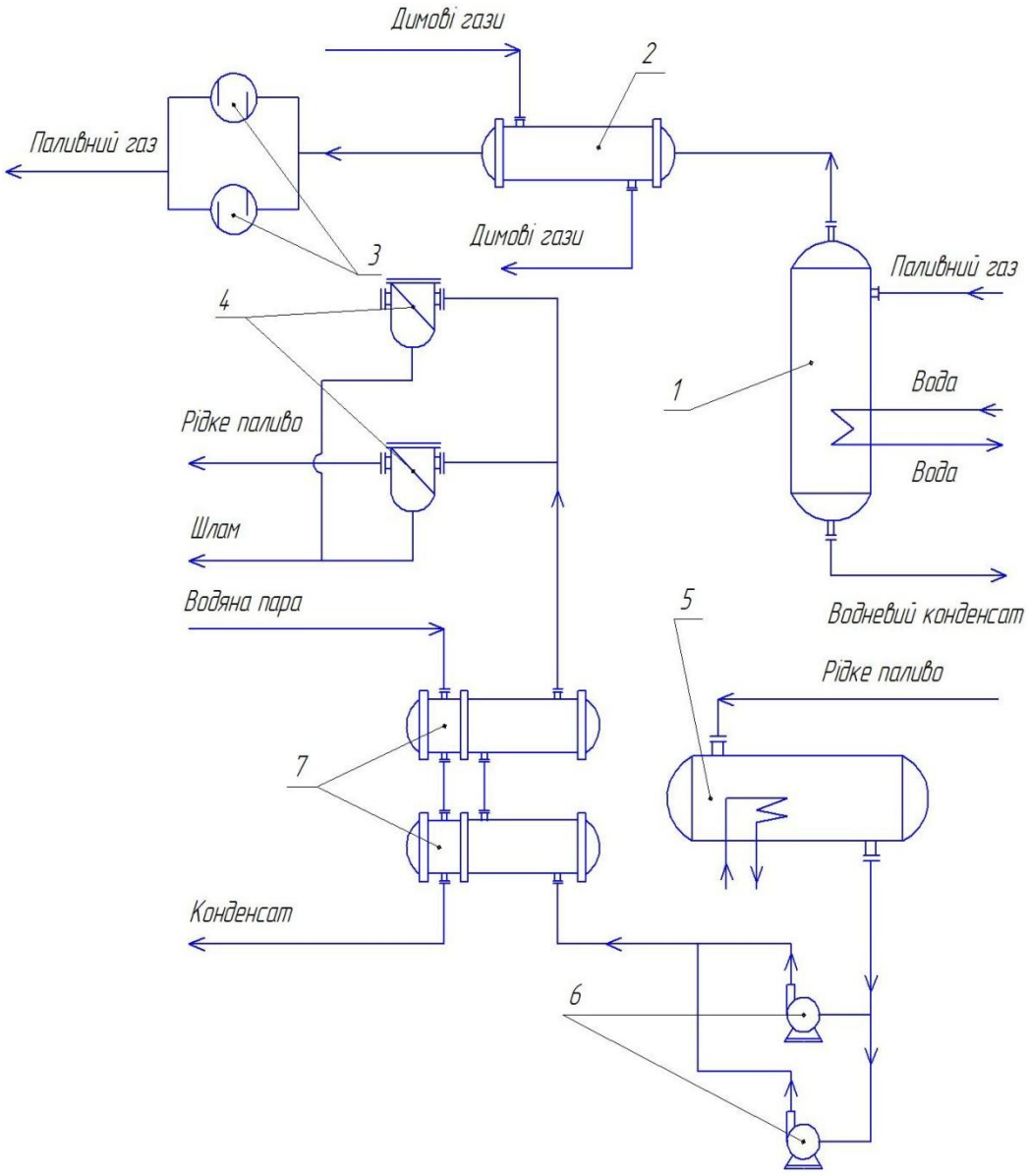
У промисловості вісбрекінг здійснюють по двом базовим технологічним схемам. Нафтові залишки, нагріті в печі до високої температури, надходять при заданому тиску в реакційну зону, що знаходиться або в печі, або в зовнішньому апараті. При виході з цієї зони потік швидко охолоджується за допомогою холодного струменя.

Також є інша схема – змієвикова. У цьому випадку високотемпературний крекінг здійснюється в спеціальному реакційному змійовику печі. Оскільки конверсія сировини в першу чергу залежить від її температури і часу перебування в зоні реакції, змієвиковий вісбрекінг можна визначити як високотемпературний короткочасний процес.

Основна перевага змієвиковий печі - наявність двох зон нагріву.

Така конструкція забезпечує: велику гнучкість підведення тепла, що дозволяє краще регулювати температуру нагрівання сировини; легке видалення коксу з труб печі паро-повітряним способом.

В цих обох випадках, в схемі присутня піч, тому в обох випадках для підвищення економічності доцільно перед подаванням палива у піч, підігрівати його використовуючи теплообмінник. Метою даної роботи є проектування і модернізація теплообмінника для попереднього нагрівання газового палива. Даний теплообмінник знаходиться на Рис. 1.



1– сепаратор, 2 – теплообмінник, 3 – фільтри, 4 – фільтри, 5 – ємність, 6 – насоси, 7 – теплообмінники.

Рисунок 1 – Технологічна схема підігріву палива в процесі вісбрекінгу

Перелік посилань

1. Справочник нефтепереработчика: Справочник / Под ред. Г.А. Ласточкина, Е.Д. Радченко и М. Г. Рудина. – Л.: Химия, 1986.
2. Основы теплопередачи. Михеев М. А. , Михеева И. М. «Энергия» 1977.

УДК 66.095.262.1

ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ПІДІГРІВУ СТИРОЛУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОТРИМАННЯ ПОЛІСТИРОЛУ

студент Плешко О.В., к.т.н., доц. Швед М. П.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

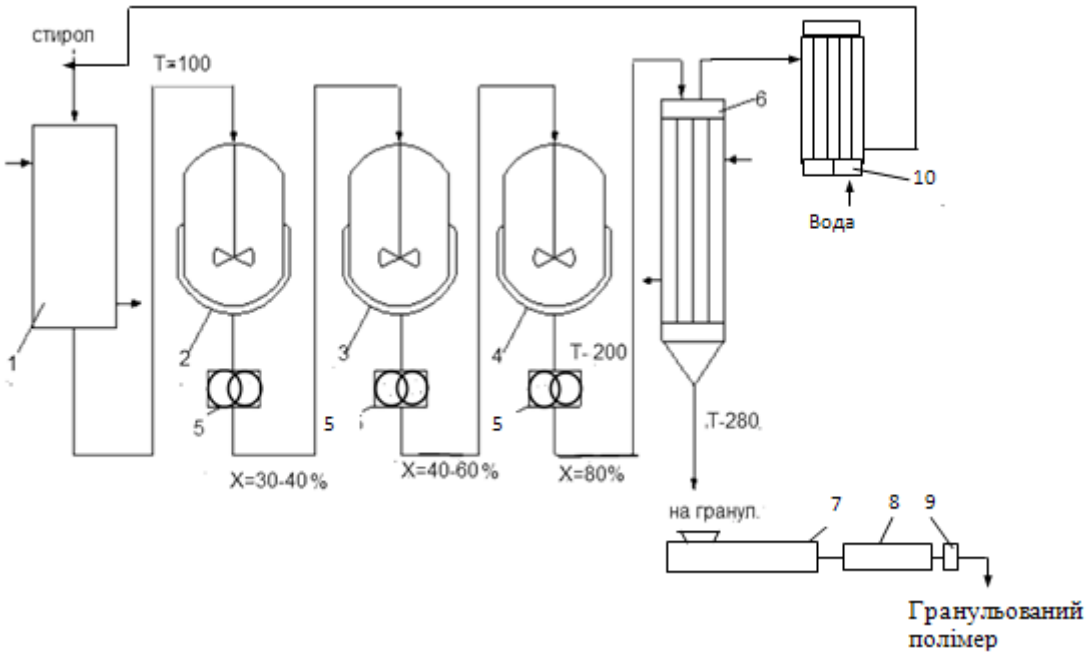
Процеси теплообміну мають велике значення в хімічній, нафтопереробній, металургійній, харчовій та інших галузях промисловості. Питома вага теплообмінного обладнання на підприємствах хімічної промисловості складає в середньому 15 – 18%, в нафтохімії – 50%.

Стирол⟦ C⟧_6 H_5-CH=CH_2 найширше використовується у виробництві мо-номерів для синтезу високомолекулярних речовин. По хімічному складу він являє собою одночасно ароматичні і ненасичені вуглеводні і є похідним бензолу – вініл бензолу, в якому один з атомів водню заміщений на ненасичений вугле-водневий радикал CH=CH_2.

Більшу частину стиролу (близько 85%) отримують дегідруванням етил-бензолу при температурі 600-650°С, атмосферному тиску і розведенні перегрітою водяною парою в 3 - 10 разів, використанням оксидних залізо-хромових ката лізаторів з добавкою карбонату калію.[1]

Промисловими методами полімеризації стиролу є блочний, емульсійний, суспензійний і полімеризація в розчині. При блочному методі полімеризація відбувається в масі мономеру і відзначається тим, що до реагуючої маси не додаються добавки, а отже полімер одержують в найбільш чистому вигляді порівняно з іншими методами. Блочна полімеризація здійснюється за методом повної або неповної конверсії і найширше використовується для отримання полістиролу.

Технологічна схема процесу безперервної полімеризації стиролу в масі з неповною конверсією передбачає, що стирол з чистотою не нижче 99,6% (масових) безперервно надходить у теплообмінник 1, де підігрівається до 1000С і після змішування зі зворотним потоком стиролу надходить в реактор-форполімеризатор 2, в якому відбувається полімеризація до степені конверсії 35% (Рис. 1.1).[2] Закінчується процес в двох реакторах 3 і 4, які мають різні перемішуючі пристрої і являють собою апарати з кислотостійкої сталі об’ємом 40 м3 з обичайками в яких циркулює високотемпературний масляний теплоносій. Реакція в них ведеться в атмосфері інертного газу - азоту. Після реакторів маса надходить у вакуум-камеру 6, де нагрівається дифенільною сумішшю до температури 260-2800С для зменшення в’язкості і поліпшення виділення парів стиролу, які не прореагували. Переміщення реагуючої маси здійснюється шесте-ренними насосами 5.



1-теплообмінник, 2-реактор-форполімеризатор, 3,4-реактори, 5-шестеренний насос, 6-вакуум-камера, 7-екструдер,8-охолоджувальна ванна, 9- дисковий ніж, 10-конденсатор

Рисунок 1.1. Технологічна схема виробництва полістиролу

Розплав стиролу після вакуум-камери надходить в екструдер 7, який здійснює його перемішування і продавлює через стренгову головку. Стренги (прутки) діаметром 3-4 мм охолоджуються в ванні 8 і ріжуться дисковим ножем 9 на гранули, які після сушіння є готовим продуктом.

Пари стиролу після вакуум-камери надходять в водяний теплообмінник-конденсатор 10, де конденсуються і конденсат повертається в цикл.

Основними вимогами до теплообмінного обладнання, яке використовується у вищеприведенній схемі є: забезпечення інтенсивного теплообміну при опти-мальних гідравлічних режимах; мала металоємність; надійність у поєднанні з доступністю поверхні теплообміну для механічного очищення від забруднень.

Список літератури:

1. А.Ф. Николаев, Технология пластических масс. – Химия, 1977 – 369 с.
2. И.Ш. Пик, С.А. Азерский , Технология пластических масс. – Москва: Высш. школа, 1975. – 375 с.

УДК 666.94.047

НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛООБМІНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ВОДНЮ

асистент Гулієнко С.В., студент Ромаскевич М.П.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Водень є одним із найважливіших вихідних компонентів великої кількості хіміко-технологічних процесів. Отже розроблення нового і модернізація діючого, зокрема теплообмінного обладнення є актуальною задачею.

Водень використовується при синтезі аміаку NH3, хлороводню HCl, метанолу CH3OH, при гідрокрекінзі (крекінг у атмосфері водню) природних вуглеводнів, як відновлювач при отриманні деяких металів. Гідруванням природних рослинних олій отримують твердий жир — маргарин. Рідкий водень застосовується як ракетне паливо та як охолоджувач, оскільки має найвищу теплопровідність з усіх газів. Суміш кисню з воднем використовують при зварюванні.

Дуже перспективним напрямком є використання водня як палива для двигунів нового типу, так званих паливних елементів. У США та в Європі вже існують водневі заправні станції, які забезпечують воднем автомобілі та автобуси, що на ньому працюють.

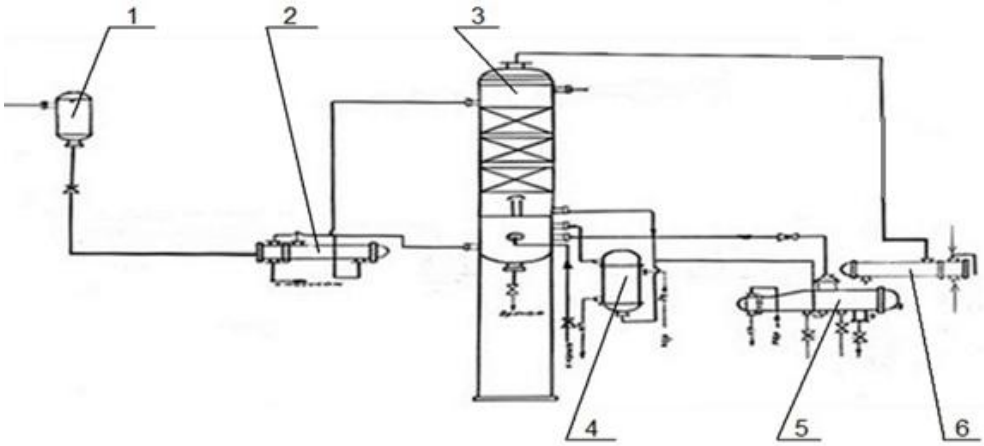
Природний водень практично весь знаходиться у зв`язаному стані, тому для його отримання застосовують хімічні методи, зокрема, можуть бути використані реакції розкладу. Основний промисловий спосіб отримання водню – високотемпературна реакція водою метану, який входить до складу природного газу.

$$CH4 + 2H2O = CO2 \uparrow + 4H2 - 165 \text{ кДж}$$

Водень, що отримується з води - один з найбільш єфєктивних. Зокрема теплота згоряння 1 кг H2 становить (за нижчого межі) 120 МДж / кг, у той час як теплота згоряння бензину або кращого вуглеводневої авіаційного палива - 46 - 50 МДж / кг, тобто в 2,5 рази менше 1 т водню відповідає за своїм енергетичного еквіваленту 4,1 тут, до того ж водень – легко відтворювальне паливо.

Одержання водню із конвертованого газу є досить поширеним процесом. Цей метод застосовується також на Казенному заводі порошкової металургії в м. Бровари. Технологічний процес одержання водню на цьому підприємстві складається з декількох ділянок: ділянки конверсії окису вуглецю, ділянки охолодження газового конденсату, ділянки десорбції розчину МЕА, ділянки холодильної машини, ділянки глибокої осушки водню, ділянки збору парового конденсату та ділянки зберігання азоту. Розглянемо ділянку десорбції розчину МЕА (рис.1), бо

від якості його регенерації залежатиме ефективність роботи схеми в цілому.



1 – ємність МЕА; 2 – теплообмінник; 3 – десорбер; 4 – кип'ятильник; 5 – смоловідокремлювач; 6 – холодильник;

Рис. 1 – Схема ділянки десорбції МЕА виробництва водню

Із ємності 1 розчин МЕА надходить в теплообмінник 2, де нагрівається до температури 100˚С, а потім подається у верхню частину десорбера 3. Остаточна десорбція розчину відбувається при кип'ятінні його у виносному кип'ятильнику 4. З метою очищення розчину МЕА від продуктів розпаду та неорганічних домішок передбачена його розгонка у смоловідокремлювачі 5. Після десорбції пари МЕА остаточно охолоджується в теплообміннику 6. Після цього розчин МЕА знову подається в робочий цикл. При цьому для забезпечення якісної роботи необхідно дотримуватись вказаних температурних режимів. Метою роботи є проектний вибір теплообмінника для охолодження зконденсованого розчину моноетаноламіна (МЕА) після десорбера до 40˚С за допомогою технічної води.

Основними вимогами при конструюванні теплообмінного апарата є: забезпечення інтенсивного теплообміну при оптимальних гідравлічних режимах; мала металоємність; надійність у поєднанні з доступністю поверхні теплообміну для механічного очищення від забруднень. Тому задачі, які ставляться при розробці та проектуванні даного теплообмінного обладнення для охолодження зконденсованого розчину МЕА після десорбера є інтенсифікація теплообміну шляхом обґрунтування та вибору конструкції апарата та оптимальних режимів роботи.

Перелік посилань

1. Волков Н.П., Берлин М.А., Гореченков В.Г. Переработка нефтяного и природного газа. - М.: Химия, 1981. - 472 с.
2. Маньковский О.Н., Толчинский А.Р., Александров М.В.. Теплообменная аппаратура химических производств. М.-Л., Химия, 1976.

УДК 621.311.22(088.8)

АПАРАТ ПОВІТРЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ УСТАНОВКИ ПЕРЕРОБКИ ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТУ

студентка Тишко Ю. А., к.т.н., доц. Степанюк А. Р.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Одним із основних джерел та складових світової енергетики є вуглеводнева сировина (нафта, газ, вугілля, продукти рослинного походження). Запропонована технологія переробки газового конденсату бензин дозволить отримувати величезний щорічний прибуток і економити сотні і тисячі мільйонів тонн сировини. Іншими словами її впровадження еквівалентно збільшенню світових запасів вуглеводнів у кілька раз.

Відповідно до технологічної схеми (рисунок 1) сировина – стабільний газовий конденсат поступає на установку по трубопроводу у всмоктуючу лінію насосного агрегату 9. Далі насосом стабільний газовий конденсат подається в міжтрубний простір теплообмінників 3 та 4, де нагрівається від 293 до 383 К. Байпасний потік стабільного газового конденсату подається на вхід теплообмінника 3 (до міжтрубного простору) для регулювання температури основного потоку стабільного газового конденсату.

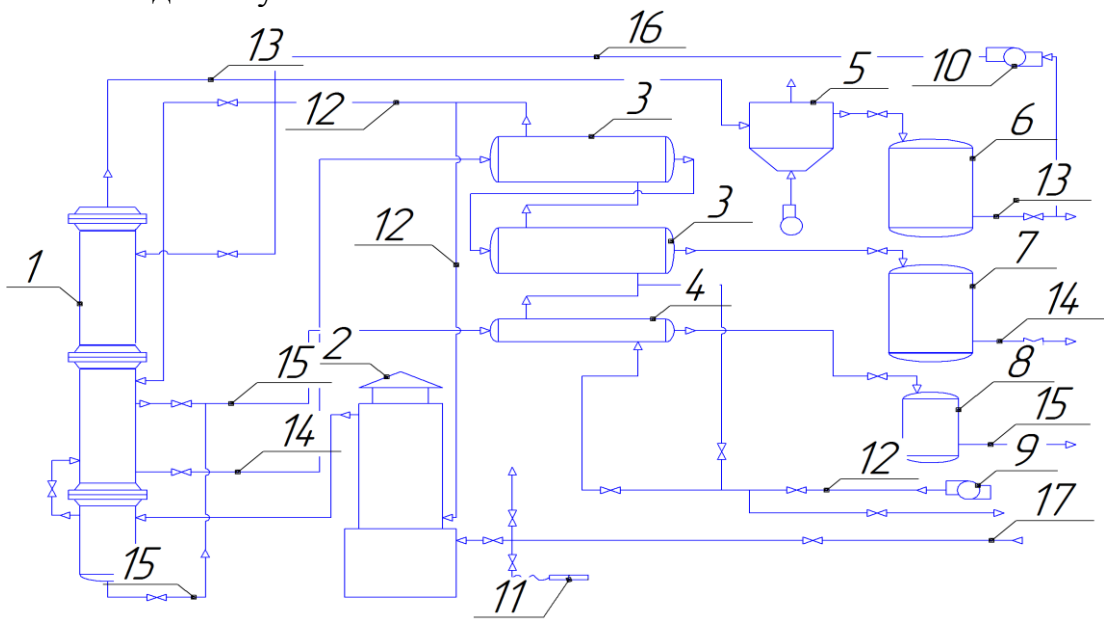


Рисунок 1. – Установка переробки газового конденсату

Після теплообмінника 3 стабільний газовий конденсат з температурою 383 К спрямовується в піч нагріву 2. Частина потоку стабільного газового конденсату спрямовується на зрошування відгінної секції колони ретифікації 1. Установка спроектована в блоково – модульному виконанні.

З печі стабільний газовий конденсат в паровій фазі з температурою 523-573 К і тиском 0,31 МПа поступає в нижню секцію колони 1. У нижній секції відбувається часткове виділення важкого залишку і здійснюється передача теплоти блоком термосифонів в кубову частину відпарної секції колони. З нижньої секції пари стабільного газового конденсату поступають у відгінну секцію, де від них остаточно відділяється важкий залишок. Пари вуглеводнів через розподільну тарілку поступають в укріплюючи секцію, де відбувається розподіл бензинової і дизельної фракцій. Дизельна фракція через відпарну секцію колони 1 поступає в кубову частину, де відбувається остаточне відпарювання бензинової фракції. Пари бензинової фракції проходять у верхню частину колони, де зрошуються охолодженою бензиновою фракцією, виходять з колони і спрямовуються в повітряний холодильник 5. Далі бензинова фракція з температурою 303 К поступає в продуктову ємність 6, а дизельна фракція з кубової частини відпарної секції колони поступає в трубну частину теплообмінника 3 і далі з температурою 323 К спрямовується в продуктову ємність 2. Частина бензинової фракції зі збірника 6 насосом 10 подається в колону 1 в якості зрошення.

Завданням роботи є спроектувати апарат повітряного охолодження. Для цього проведено модернізацію апарата повітряного охолодження шляхом заміни трубчатки з однаковим діаметром труб на елемент трубчатки з трубами більшого діаметру, які розташовані у ній по вершинах правильних трикутників та меншого діаметру в центрі трикутників апарата повітряного охолодження. Це дозволить збільшити площу поверхні теплообміну.

Література:

1. А.Г. Касаткин. Основные процессы и аппараты химической технологи. М., «Химия», 1973. – 784 с.;

2. А.А. Кузнецов, С.М. кагерман, Є.Н. Судаков. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. Изд. 2-е, пер. и доп. Л., «Химия», 1974.- 344 с.

УДК 62 - 68

ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ НАГРІВАННЯ МОНОЕТАНОЛАМІНУ ДІЛЯНКИ ДЕСОРБЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ

студент Вербовський Д.О., к.т.н., доц. Швед М. П.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Водень є одним із найважливіших вихідних компонентів великої кількості хіміко-технологічних процесів. Тому розроблення нового і модернізація діючого зокрема, теплообмінного, обладнення є актуальною задачею.

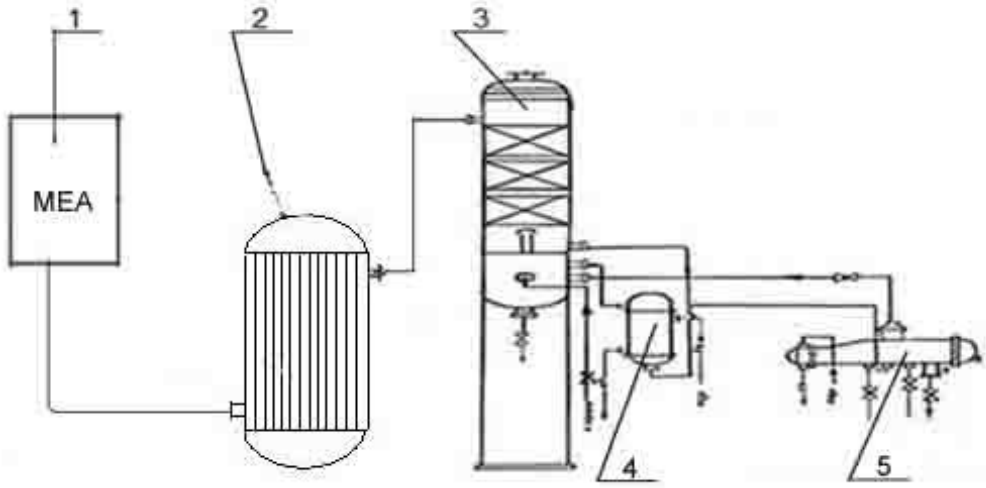
Це екологічно чистий енергоносій, до того ж практично невичерпний. Відповідно до розрахунків, із 1 літру води можна отримати приблизно 1234,44 л водню [1].

Дуже перспективним напрямком є використання водню як палива для двигунів, а також як засобу акумулювання, транспортування та зберігання енергії, зокрема непостійних джерел.

Водень використовується при синтезі аміаку NH_3, хлороводню HCl, метанолу CH_3OH, при гідрокрекінзі (крекінг у атмосфері водню) природних вуглеводнів, як відновлювач при отриманні деяких металів. Гідруванням природних рослинних олій отримують твердий жир - маргарин. Рідкий водень застосовується як ракетне паливо та як охолоджувач, оскільки має найвищу теплопровідність з усіх газів. Суміш кисню з воднем використовують при зварюванні.

Водень практично весь знаходиться у вигляді сполук, тому для його отримання застосовують хімічні методи. Зокрема, можуть бути використані реакції розкладу. Одним із способів отримання водню служить реакція розкладання води електричним струмом.

Одержання водню із конвертованого газу є досить поширеним процессом, який застосовується на Казенному заводі порошкової металургії в м. Бровари. Технологічний процес одержання водню на цьому підприємстві складається з декількох ділянок: ділянки конверсії окису вуглецю, ділянки охолодження газового конденсату, ділянки десорбції розчину МЕА, ділянки холодильної машини, ділянки глибокої осушки водню, ділянки збору парового конденсату та ділянки зберігання азоту. Розглянемо ділянку десорбції розчину МЕА (рис.1), бо від якості його регенерації залежатиме ефективність роботи схеми в цілому.



1 – ємність МЕА; 2 – теплообмінник; 3 – десорбер; 4 – кип'ятильник; 5 – смоловідокремлювач;

Рис. 1 – Схема ділянки десорбції МЕА виробництва водню

Із ємності 1 розчин МЕА надходить в теплообмінник 2, де нагрівається до температури 100˚С за рахунок тепла регенерованого МЕА, а потім подається у верхню частину десорбера 3. Остаточна десорбція розчину відбувається при кип'ятінні його у виносному кип'ятильнику 4. З метою очищення розчину МЕА від продуктів розпаду та неорганічних домішок передбачена його розгонка у смоловідокремлювачі 5. Після цього розчин МЕА знову подається в робочий цикл.

Метою роботи є проектний вибір і модернізація теплообмінника, для нагрівання насиченого розчину моноетаноламіна після адсорбера до 100˚С за рахунок тепла регенерованого МЕА.

Основними вимогами при конструюванні теплообмінного апарата є: забезпечення інтенсивного теплообміну при оптимальних гідравлічних режимах; мала металоємність; надійність у поєднанні з доступністю поверхні теплообміну для механічного очищення від забруднень [2].

Перелік посилань

1. Б. Е. Гельфанд, О. Е. Попов, Б. Б. Чайванов . «Водород. Параметры горения и взрыва». - Санкт-Петербург, ФИЗМАТЛИТ, 2008 г.- 288 с.

2. Маньковский О.Н., Толчинский А.Р., Александров М.В.. Теплообменная аппаратура химических производств. М.-Л., Химия, 1976.

УДК 62

ТЕПЛООБМІННИК ОХОЛОДЖЕННЯ МОНОЕТАНОЛАМІНУ ДІЛЯНКИ УСТАНОВКИ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ

студенти Ревенко О.О , к.т.н., доцент Степанюк А.Р.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Водень є одним із найважливіших вихідних компонентів великої кількості хіміко-технологічних процесів. Отже розроблення нового і модернізація діючого зокрема, теплообмінного, обладнання є актуальною задачею.

Водень практично весь знаходиться у вигляді сполук, тому для його отримання застосовують хімічні методи. Зокрема, можуть бути використані реакції розкладу. Одним із способів отримання водню служить реакція розкладання води електричним струмом.

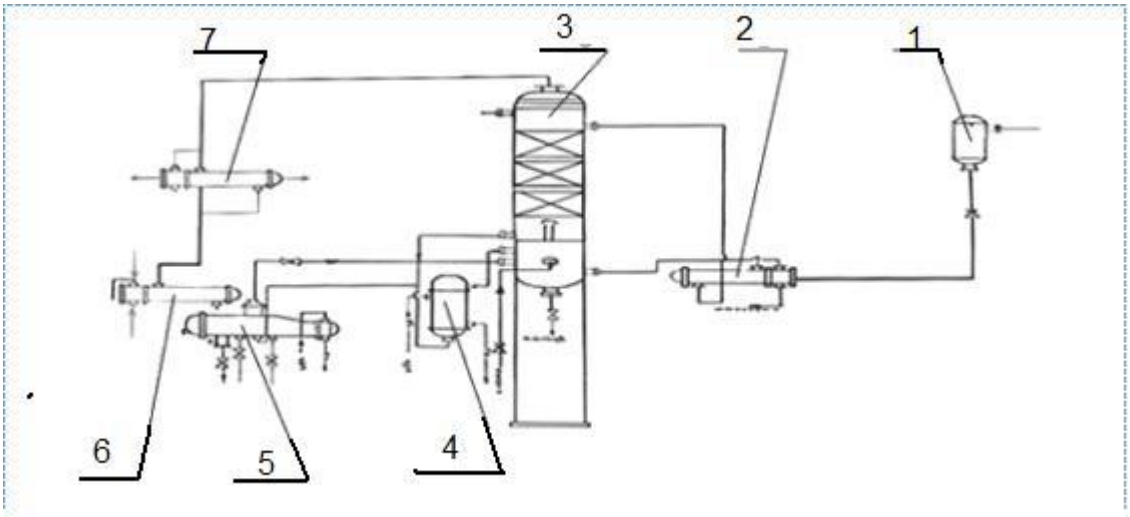
Основний промисловий спосіб отримання водню — реакція з водою метану, який входить до складу природного газу. Вона проводиться при високій температурі:

$$CH4 + 2H2O = CO2 \uparrow + 4H2 - 165 \text{ кДж}$$

Водень, що отримується з води, - один з найбільш енергонасичених носіїв енергії. Адже теплота згоряння 1 кг H2 становить (за нижчого межі) 120 МДж / кг, у той час як теплота згоряння бензину або кращого вуглеводневої авіаційного палива - 46 - 50 МДж / кг, тобто в 2,5 рази менше 1 т водню відповідає за своїм енергетичного еквіваленту 4,1 тут, до того ж водень,що відтворюється.

Метою роботи є проектний вибір теплообмінника для охолодження зконденсованого розчину моноетаноламіну (МЕА) після десорбера до 40˚С за допомогою технічної води.

Одержання водню із конвертованого газу є досить поширеним процесом. Цей метод застосовується також на Казенному заводі порошкової металургії в м. Бровари. Технологічний процес одержання водню на цьому підприємстві складається з декількох ділянок: ділянки конверсії окису вуглецю, ділянки охолодження газового конденсату, ділянки десорбції розчину МЕА, ділянки холодильної машини, ділянки глибокої осушки водню, ділянки збору парового конденсату та ділянки зберігання азоту. Розглянемо ділянку десорбції розчину МЕА (рис.1), бо від якості його регенерації залежатиме ефективність роботи схеми в цілому.



1 – ємність МЕА; 2 – теплообмінник; 3 – десорбер; 4 – кип'ятильник; 5 – смоловідокремлювач; 6 – холодильник; 7 – конденсатор

Рис. 1 – Схема ділянки десорбції МЕА виробництва водню

Із ємності 1 розчин МЕА надходить в теплообмінник 2, де нагрівається до температури 373 K, а потім подається у верхню частину десорбера 3. Остаточна десорбція розчину відбувається при кип'ятінні його у виносному кип'ятильнику 4. З метою очищення розчину МЕА від продуктів розпаду та неорганічних домішок передбачена його розгонка у смоловідокремлювачі 5. Після десорбції пари МЕА надходять до конденсатора 7 та остаточно охолоджується в теплообміннику 6. Після цього розчин МЕА знову подається в робочий цикл. При цьому для забезпечення якісної роботи необхідно дотримуватись вказаних температурних режимів. Отже розробка холодильника є центральною задачею для організації ефективної роботи технологічної схеми.

Основними вимогами при конструюванні теплообмінного апарата є: забезпечення інтенсивного теплообміну при оптимальних гідравлічних режимах; мала металоємність; надійність у поєднанні з доступністю поверхні теплообміну для механічного очищення від забруднень. Тому задачі, які ставляться при розробці та проектуванні даного теплообмінного обладнення для охолодження зконденсованого розчину МЕА після десорбера є інтенсифікація теплообміну шляхом обґрунтування та вибору конструкції апарата та оптимальних режимів роботи. Також необхідне удосконалення конструкції апарата для підвищення ефективності роботи всієї ділянки.

Перелік посилань

1. Волков Н.П., Берлин М.А., Гореченков В.Г. Переработка нефтяного и природного газа. - М.: Химия, 1981. - 472 с.
2. Маньковский О.Н., Толчинский А.Р., Александров М.В.. Теплообменная аппаратура химических производств. М.-Л., Химия, 1976.
3. Б. Е. Гельфанд, О. Е. Попов, Б. Б. Чайванов . Водород. Параметры горения и взрыва. - Санкт-Петербург, ФИЗМАТЛИТ, 2008 г.- 288 с.

УДК 662.74

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ГІДРООЧИЩЕННЯ ГАСУ

студент Сапон А.Ю., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

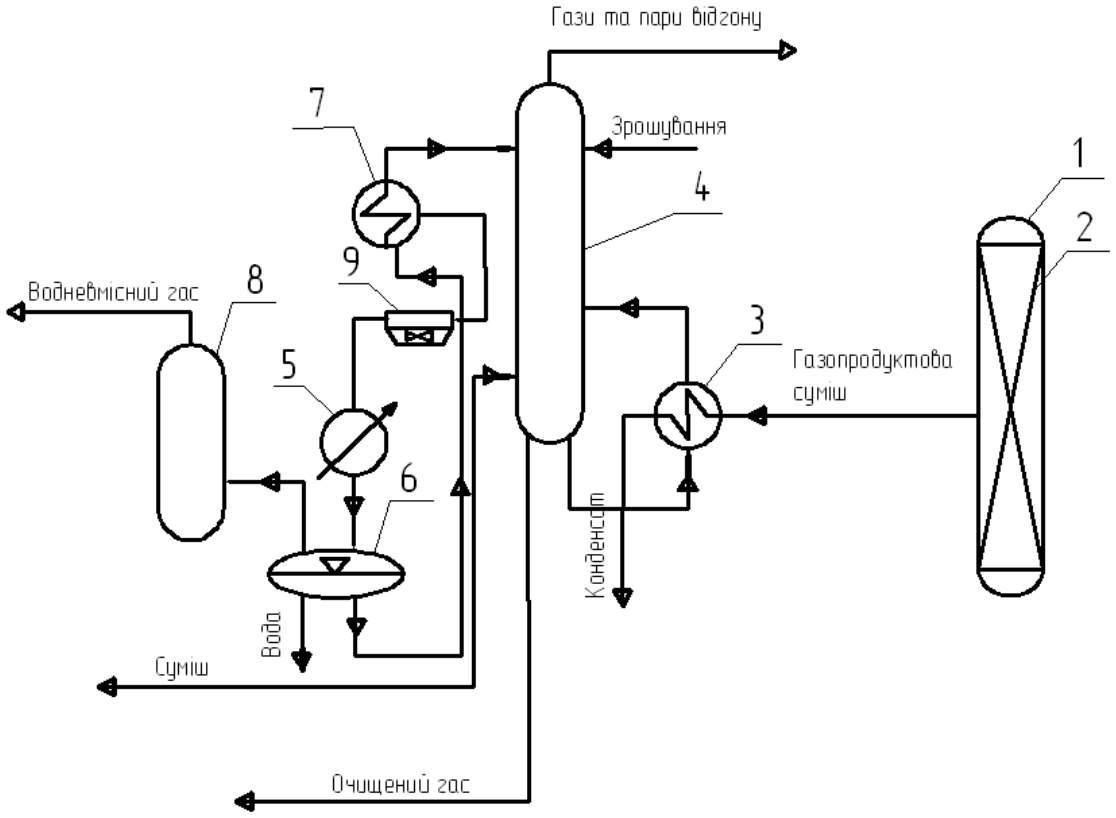
Процес гідроочищення широко застосовується в нафтопереробці. Гідроочищенню підлягають бензинові та керосинові фракції нафти, а також різного роду мастила.

Завдяки такому очищенню отримують сучасні види пального з малим вмістом сірки, а також реактивне пальне і пальне для літаків. Установка гідроочищення гасу з використанням високотемпературної сепарації забезпечує зниження масової частки сірки в сировині – гасі – з 0,166 до менш ніж 0,001 %.

Основні реакції, що проходять при гідроочищенні: гідрогеноліз зв'язків вуглецю з практично повним перетворенням органічних з'єднань, сірчаних та кислих, в граничний вуглець з одночасним утворенням H_2 S, NH_3 та водяної пари, що легко видаляються.

На представленій ділянці технологічної схеми (рис.1) досягається підвищення продуктивності процесу за рахунок використання високотемпературної сепарації, а також завдяки удосконаленню конструкції кип'ятильника.

Газосировинна суміш проходить змійовики печі і з тиском 4,2 МПа та температурою близько 653 К надходить у реактор 1 з нерухомим шаром каталізатора 2. Після реактора, газопродуктова суміш охолоджується послідовно в кип'ятильнику 3 і подається в сепаратор. Після чого стабілізується в колоні 4. Підведена з водяного конденсатора-холодильника 5 трифазна суміш розділяється за тиску 3,7 МПа і температури близько 316 К у низькотемпературному сепараторі 6. Відстояний від води вуглеводневий конденсат, що складається переважно з бензинових і легких гасових фракцій, після виходу із сепаратора 6 нагрівається в теплообміннику 7 і надходить у стабілізаційну колонну 4. Відхідний водневмістний гас із сепаратора 6, пройшовши приймач 8 з краплевідбійником, стискується компресором приблизно до 4,9 МПа і змішується зі свіжим гасом – технічним воднем. Зі стабілізаційної колони 4 з верху виходять пари відгону та гази, а зі споду – очищений гас. Режим роботи колони витримується такий, щоб одержати продукт з потрібною температурою спалаху. Температура низу цієї колони становить 540 К.



1 – реактор; 2 – каталізатор; 3 – кип’ятильник; 4 – стабілізаційна колона; 5 – конденсатор-холодильник; 6 – низькотемпературний сепаратор; 7 – теплообмінник; 8 – приймач; 9 – холодильник-конденсатор

Рис. 1 – Схема ділянки гідроочищення гасу

Завданням роботи є проектування кип’ятильника, що використовується для поступового охолодження газопродуктової суміші.

Перелік посилань

Волков Н.П., Берлин М.А., Гореченков В.Г. Переработка нефтяного и природного газа. - М.: Химия, 1981. - 472 с.

Маньковский О.Н., Толчинский А.Р., Александров М.В.. Теплообменная аппаратура химических производств. М.-Л., Химия, 1976.

Б. Е. Гельфанд, О. Е. Попов, Б. Б. Чайванов . Водород. Параметры горения и взрыва. - Санкт-Петербург, ФИЗМАТЛИТ, 2008 г.- 288 с.

СЕКЦІЯ 2

«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ БІОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

УДК 66.047

ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ БІОГАЗУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПРОЦЕСУ ОЧИСТКИ БІОГАЗУ

студент Гайдай С.С., студент Углянський В.О.,
асистентМихальчук О.Д.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Біогаз — газ, що отримується метановим бродінням біомаси. Розкладання біомаси відбувається під впливом 3-х видів бактерій. У ланцюжку живлення подальші бактерії харчуються продуктами життєдіяльності попередніх. Перший вигляд — бактерії гідролізні, другий кислото-створюючі, третій — метанотвірні. У виробництві біогазу беруть участь бактерії всіх трьох видів.

Склад біогазу 55%-75% метану, 25%-45% CO , незначні домішки H і H S. Після очищення біогазу від CO виходить біометан. Біометан повний аналог природного газу. Відмінність лише в походженні.

Сировина для здобуття— органічні відходи: гній, зернова і мелясна післяспиртова барда, пивна дробина, буряковий жом, фекальні осідання, відходи рибного і забійного цеху, трава, побутові відходи, відходи молокозаводу, відходи виробництва крохмала і патоки, відходи переробки картоплі

Розрізняють 2 основні способи очистки біогазу: гравітаційний і інерційний.

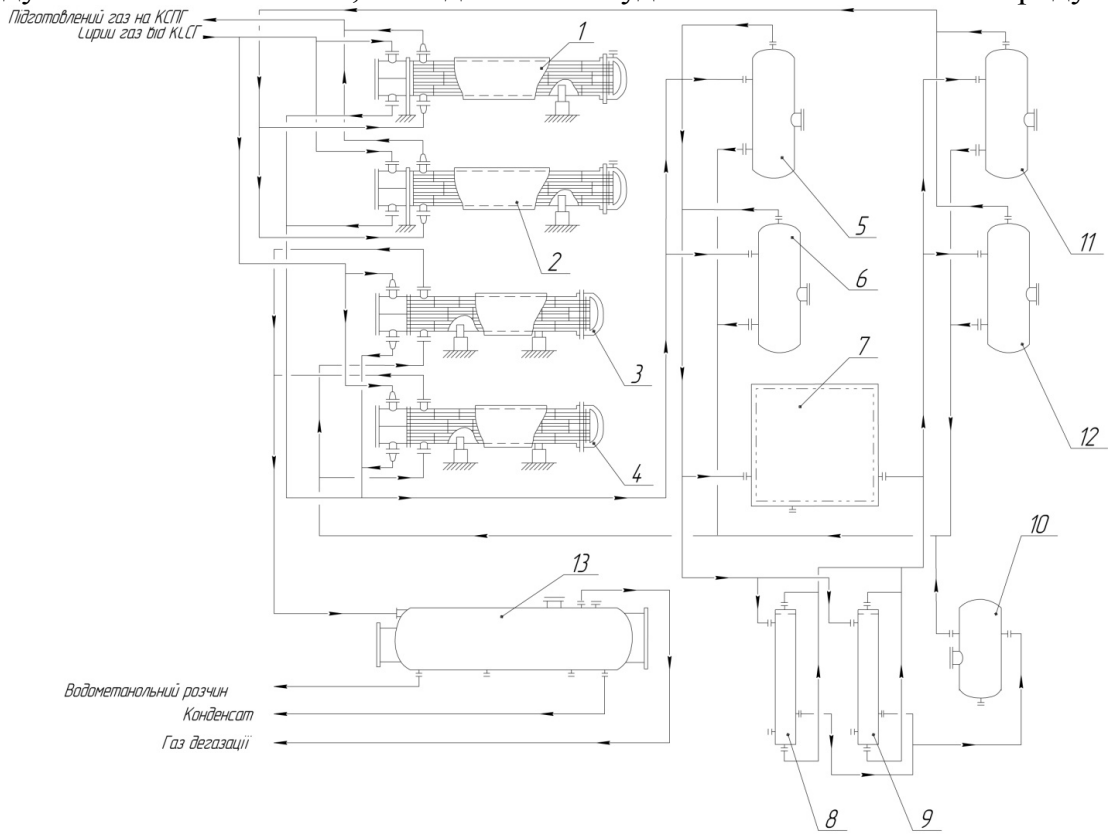
Очистка біогазу інерційним способом є досить поширеним процесом, перевагами якого є менші енергозатрати, простота процесу та використовуваних в ньому апаратів.

Частина технологічної схеми для очистки біогазу приведена на рис. 1.

Сирий газ від КССГ на УПГ. Газ із вузла обліку потрапляє в теплообмінники 3,4, де підігрівається нестабільний конденсат. Охолоджений газ із 3,4 потрапляє у проміжні сепаратори 5,6. Газ від вузла обліку потрапляє також у теплообмінники 1,2, де він охолоджується. Потім охолоджений газ із 1,2 потрапляє в проміжні сепаратори, де він сепарується. Газ сепарації з 11,12 йде на підігрів у теплообмінниках 1,2. Потім нагрітий газ із 1,2 потрапляє на вузол обліку газу УПГ. Конденсат із 10 змішується з конденсатом із 5,6 та 11,12 і йде на підігрів у теплообмінниках 3,4. Далі конденсат із 3,4 потрапляє в роздільник рідини 13 .Із роздільника рідин газ дегазації потрапляє на прийом КССГ, водометанольний розчин на метанольне господарство а конденсат (ШФЛУ) на установку збору ШФЛУ.

Так як очистка біогазу належить до найбільш динамічно прогресуючих галузей паливної енергетики то актуальним напрямком є підвищення ефективності технологічної схеми шляхом інтенсифікації режимів функціонування її апаратів, а саме високою продуктивністю та економічністю процесу. Кожухотрубний теплообмінник є не основним аппаратом, але є невід'ємною частиною технологічної схеми, представленій на рис.1. Саме у ньому відбувається нагрів та охолодження газу, які так потрібні для подальшого процесу. Отже ефективність всієї схеми визначатиметься якістю переробки

цього процесу, тому доцільна модернізація теплообмінника, бо саме він лімітує продуктивність всієї схеми, наслідком чого буде збільшення кількості продукту.



1,2 – Кожухотрубний теплообмінник (газ-газ); 3,4 – Кожухотрубний теплообмінник (газ-конденсат); 5,6,11,12 – сепаратор; 7 – блок дроселювання; 8, 9 – трьох потокова вихрова труба; 10 – сепаратор конденсату; 13– роздільник рідини (відстійник).

Рисунок 1 – Технологічна схема очистки біогазу

Завданням на дипломне проектування є вибір серед сучасних конструкцій теплообмінне обладнання, перевірка його патентної чистоти, модернізація устаткування, що має підвищити якість проміжного продукту та збільшити продуктивність обладнання.

Перелік посилань

1.Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1971- 784 с.

2.Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты химической технологии.- М.:Химия, 1991- 493 с.

УДК 621.319.4

КОНДЕНСАТОР ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ УСТАНОВКИ ДЛЯ КОЦЕНТРУВАННЯ АЗОТНОЇ КИСЛОТИ ЗА ДОПОМОГОЮ НІТРАТУ МАГНІЮ

асистент Михальчук О.Д., студент Губарєв Я.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Концентрована азотна кислота і чиста азотна кислота користуються особливим попитом у різних галузях промисловості. Тому визначення оптимальних умов і отримання повних і надійних даних дозволяють забезпечити інтенсифікацію технологічних процесів отримання даних кислот, а також удосконалення апаратурного оформлення цих технологічних процесів, є важливим і актуальним завданням .

Для ряду виробництв використовують концентровану азотну кислоту (вміст HNO3 96-98%) . Азотну кислоту такої концентрації можна отримати концентруванням розбавленої або прямим синтезом. Збільшити концентрацію розбавленої HNO3 звичайною перегонкою неможливо.

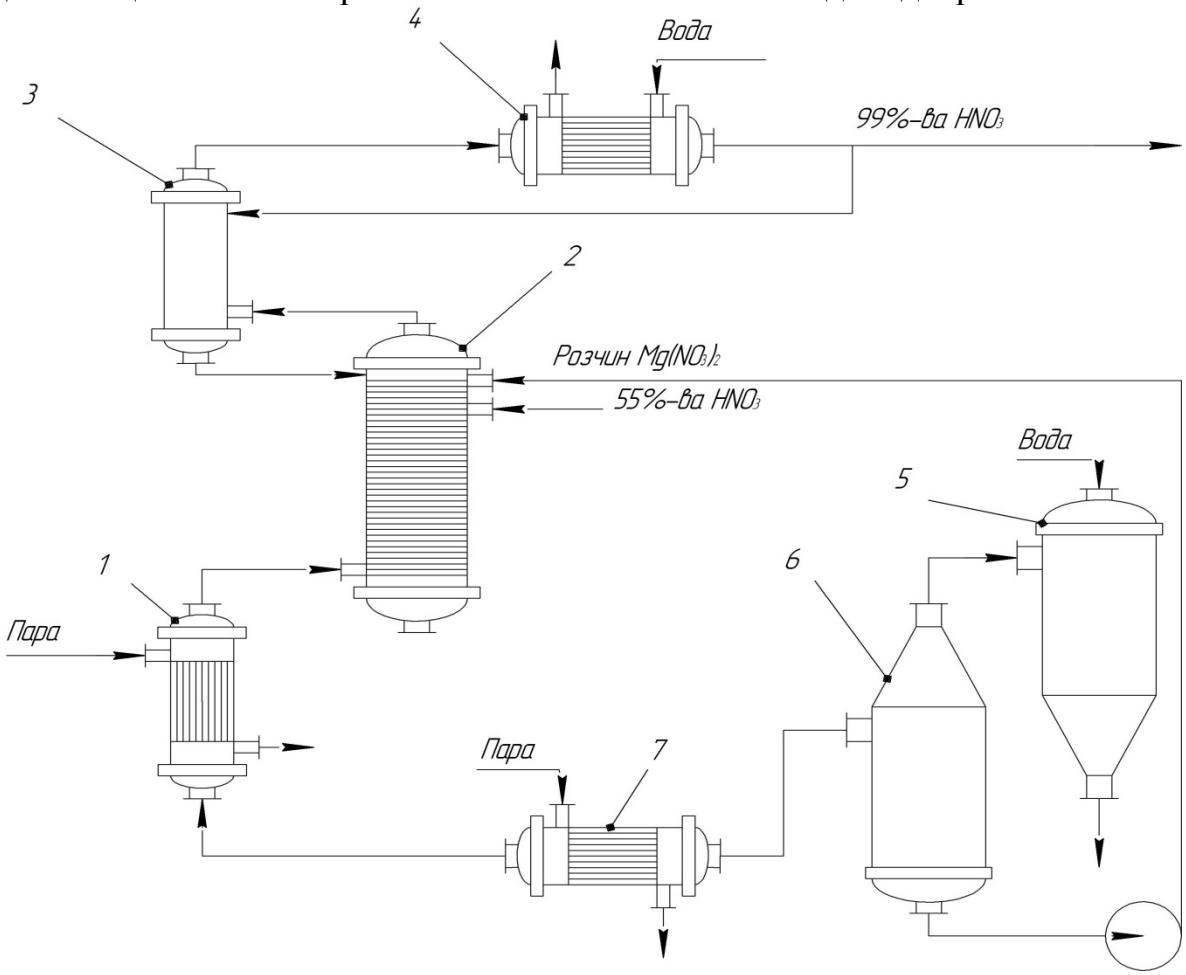
Максимальна температура кипіння 121,9оС досягається при вмісті 68,4% HNO3 В цій точці склад парів стає такий самий, як склад рідкої фази, а подальше підвищення концентрації азотної кислоти стає недосяжним.

При перегонці водних розчинів кислоти з вмістом HNO3 менше 68,4% в ректифікаційній колоні утворюється азеотропна суміш (температура кипіння 121,90 С), що містить 68,4% HNO3 і воду. Якщо переганяти її з концентрацією понад 68,4% , то в дистиляті утворюватиметься HNO3, вищої концентрації, ніж кипляча рідина, доти, поки концентрація киплячої рідини не знизиться до 68,4% . Щоб утворилась кислота з вмістом понад 68,4% , перегонку проводять за допомогою нітрату магнію[1].

Технологічна схема установки для концентрування азотної кислоти за допомогою нітрату магнію зображено на рисунку 1.

Розведена азотна кислота надходить у відпарну колону 2 тарілчастого типу. На одну тарілку вище від тарілки живлення розчином азотної кислоти – подається підігрітий у кіпятильнику 8 розчин нітрату магнію концентрацією 72%. Температура розчину підтримується за допомогою кип’ятильника 1. Пари з відпарної колони 2 надходять у дистиляційну колону 3. Розчин нітрату магнію через кіп’ятильник 7 надходить у вакуум–випарник 6 на концентрування. Далі пара води яка виділяється з розчину в вакуум–випарнику 6, надходить у барометричний конденсатор 5. У дистиляційній колоні 3 відбувається концентрація розчину азотної кислоти. Його пари надходять у конденсатор 4, тому

частина конденсату у вигляді флегми повертається в дистиляційну колону 3, а решта концентрованої кислоти передається на склад. Утворений у дистиляційній колоні розчин азотної кислоти стікає до відпарної колони 2.



1,7 – кип'ятильники; 2 – відпарна колона; 3 – дистиляційна колона; 4 – конденсатор; 5 – барометричний конденсатор; 6 – вакуум - випарник;
Рисунок 1 – Технологічна схема установки для концентрування азотної кислоти за допомогою нітрату магнію

Конденсатор є невід'ємною частиною технологічної схеми. В ньому відбувається конденсація пари. В результаті чого, відбувається розділення конденсату на потоки. Перша частина у вигляді флегми повертається на дистиляційну колону 3, а решта концентрованої азотної кислоти відбирається на склад.

Завданням на дипломне проектування є вибір обладнання установки, перевірка його патентної чистоти, модернізація, що має підвищити якість готового продукту та збільшити продуктивність обладнання.

Перелік посилань

1.Виробництво азотної кислоти [Електронний ресурс] - http://arkale.com.ua
2.Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1971 – 784 с.

УДК 663.911/013:621.311

РЕАКТОР ПЕРЕЕТЕРИФІКАЦІЇ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ БІОДИЗЕЛЯ

асистент Гатілов К.О., к.т.н. Зубрій О. Г.,
студент Мельник О.М.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

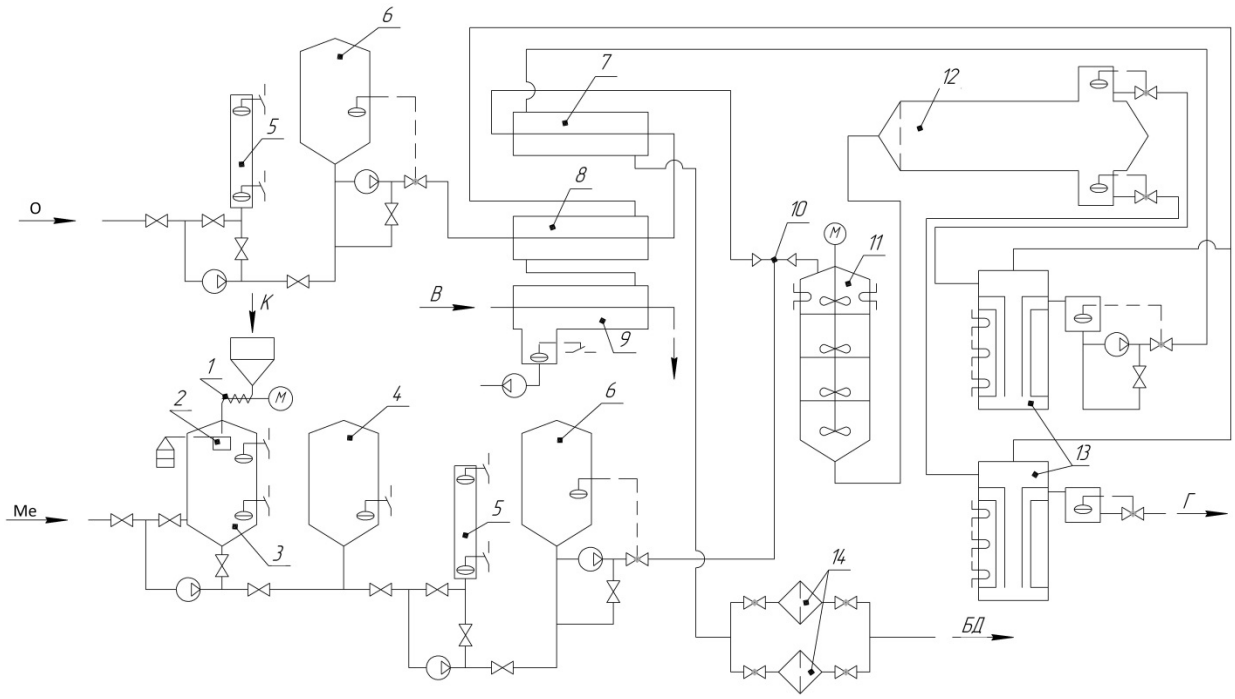
В зв’язку із виникненням глобальних енергетичної та економічної світових криз, людство активно здійснює пошук альтернативних поновлювальних джерел енергії. Особливо велику увагу приділяється пошукам замінників світлих нафтопродуктів. Перспективною альтернативою мінерального дизельного палива можуть бути біодизельні палива, до яких відноситься диметиловий ефір, рослинна олія та біодизель [1].

Набагато більш наближеними до дизельного біопалива є продукти переробки рослинної олії – ефіри жирних кислот. За показниками густини та в'язкості біодизель наближається до мінерального дизельного палива. При цьому, за рахунок меншого вмісту сірки міжремонтний термін експлуатації двигуна збільшується приблизно на 50%. Кількість викидів шкідливих сполук і твердих часток при роботі двигуна на біодизелі зменшується на 20–25%, чадного газу на 10-12%, ніж при роботі на мінеральному дизельному паливі. Крім того за рахунок природного рослиного походження гарно розпадається у ґрунті та не забруднює навколишнє середовище.

Біодизель отримують в результаті реакції переетерифікації рослинних та тваринних жирів спиртами (етиловим, метиловим, ізопропіловим). Метилова технологія на сучасному етапі здобула більшого поширення за рахунок простоти організації процесу та обладнання що використовується при цьому.

Технологічна схема процесу виготовлення біодизеля метиловою технологією зображено на рисунку 1.

Метанол подається насосом в ємність дозатора – розчинника 3 в кількості що задається датчиками рівня. Туди ж з бункера шнековим живильником 1 подається каталізатор. Доза каталізатора відміряється автоматичним ваговим дозатором 2 і скидається в метанол. Після відмірювання реагентів робиться їх перемішування (розчинення) мішалкою впродовж заданого часу. Готовий розчин подається насосом у буферну ємність 4. З буферної ємності розчин періодично подається в об’ємний дозатор 5, циліндричну посудину з датчиками рівня. З об’ємного дозатора 5 розчин спрямовується у фільтр коливань потоку 6. Олія з об’ємного дозатора 5 і фільтра коливань потоку 6, на виході виходить заданою об'ємною витратою. Вона підігрівається до температури реакції в пластинчатих теплообмінниках 8 і спрямовується в модуль переетеріфекації 11. Отримана в модулі 11 ефірно-гліцеринова суміш подається в сепаратор 12. У випарних апаратах 13 випаровують метанол. Після випарювання метанолу гліцерин спрямовується на склад. Біодизель спрямовується в теплообмінник 7 на охолодження. Пари етанолу конденсуються в конденсатор – підігрівачі 8.



1 – живильник гвинтовий; 2 – ваговий дозатор; 3 – дозатор - розчинник; 4 – буферна ємність; 5 – об'ємний дозатор; 6 – фільтр коливань потоку; 7 – теплообмінник; 8 – конденсатор - підігрівач; 9 – конденсатор; 10 – інжекційний змішувач; 11 – модуль переетирифікації; 12 – сепаратор; 13 – випарний апарат; 14 - фільтр - сорбер; О – олія; Ме – метанол; БД – біодизель; Г – гліцерин;

Рисунок 1 – Технологічна схема отримання біодизеля

Пари метанолу, що не сконденсувалися, остаточно конденсуються у конденсаторі 9. Далі біодизель піддається фільтруванню і сорбційному очищенню у фільтрі – сорбері 14.

На даний час для виробництва метилового ефіру застосовуються реактори з механічним перемішуванням, що являє собою циліндричну ємність, висота якої в 2-2,5 рази перевищує діаметр. Для підтримки температурного режиму в апараті є оболонь або внутрішній теплообмінник.

Продуктивність реактора з механічним перемішуванням поступається кавітаційним реакторам, однак за рахунок більшого часу перебування реагентів в зоні перемішування досягається більша якість біодизеля на виході.

Завданням на дипломне проектування є вибір серед сучасних конструкцій реакційне обладнання, перевірка його патентної чистоти, модернізація устаткування, що має підвищити якість готового продукту та збільшити продуктивність обладнання.

Перелік посилань

1. Поліщук В.М. Застосування біопалив для дизельних двигунів (Узагальнення
досвіду) / В.М. Поліщук, С.В. Драгнєв, І.І. Убоженко, М.Ю. Павленко, О.В. Поліщук // Науковий вісник Національного аграрного університету. - Київ,
2008. - № 125. - С. 315-319.

УДК 66

РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ

к.т.н., Серебрянський Д.С., студент Руденко О.В
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

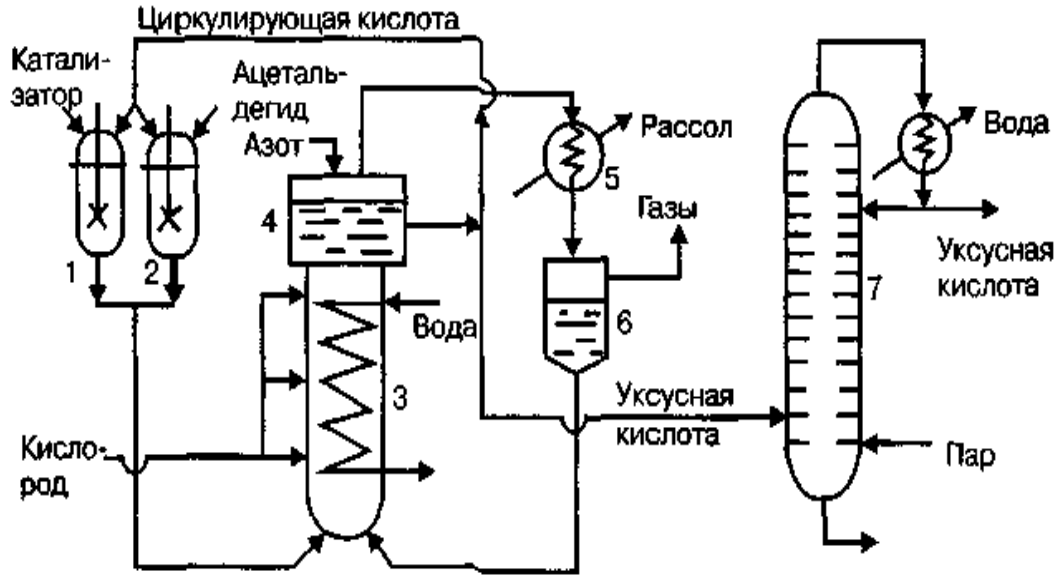
Водні розчини оцтової кислоти широко використовуються в харчовій промисловості, лікарських речовин, в книгодрукуванні і фарбуванні, а також як реакційна середовище для проведення окислення різних органічних речовин.

В промисловості її отримують окисленням оцтового альдегіду киснем повітря у присутності каталізатора.

Процес отримання оцтової кислоти окисленням ацетальдегіду розроблений фірмою Shawinigan (США). Окислення проводиться киснем в колонах, футерованих алюмінієм, при 50-70 ° С і тиску до 0,7 МПа.

В результаті окислення ацетальдегіду утворюється багато побічних продуктів, основними з яких є ме-тілацетат, формальдегід, мурашина кислота, ацетон, діацетил, етіліденді-ацетат.

Технологічна схема виробництва оцтової кислоти зображена на рисунку 1.



1-змішувач катализаторной розчину, 2-змішувач розчину ацетальдегіду, 3-окислювальна колона (реактор), 4-бризгоулавітель, 5 - ропні конденсатор, 6-сепаратор рідини і газу, 7-ректифікаційна колона.
Рисунок 1- Технологічна схема для виробництва оцтової кислоти з ацетальдегіду на марганцевому каталізаторі

Технологічний процес виробництва оцтової кислоти окисленням ацетальдегіду складається з трьох стадій:

1) окиснення ацетальдегиду,

2) виділення непрореагировавшего ацетальдегиду з паро-газа,

3) виділення оцтової кислоти з реакційної суміші та її очищення.

Розчини каталізатора і ацетальдегіду в циркуляційної оцтової кислоти подаються з змішувачів 1 і 2 в нижню частину окисної колони - реактора барботажного типу 3. По всій висоті в колону через кілька труб подається кисень. Парогазова суміш, виводиться з колони 3 через бризговловлювач 4 і надходить в конденсатор 5, охолоджуваний розсолом, і з нього в сепаратор 6. З сепаратора конденсат, повертається в окислювальну колону3.НУК парогазова суміш, виходить з колони і подається в бризговловлювач 4. Рідка оцтова кислота, що виходить з бризговловлювача колони 3, ділиться на два потоки. Менший з них (циркуляційна кислота) направляється в змішувачі 1 і 2, а більший надходить на ректифікацію в колону 7. З нижньої частини колони 7 виводиться у вигляді кубового залишку розчин каталізатора, що надходить на регенерацію.

Так як виділення оцтової кислоти належить до однієї з прогресуючих галузей хімічного виробництва то актуальним напрямком є підвищення ефективності технологічної схеми шляхом інтенсифікації режимів функціонування її апаратів, а саме високою продуктивністю та економічністю процесу. Ректифікаційна колона не є основним аппаратом, але є невід'ємною частиною технологічної схеми, представленій на виробництво. Отже ефективність всієї схеми визначатиметься якістю протікання цього процесу, тому доцільна модернізація ректифікаційної колони, бо саме вона впливає на продуктивність всього процесу, наслідком чого буде зміна кількості продукту.

Завданням на дипломне проектування є вибір серед сучасних конструкцій ректифікаційних колон, перевірка його патентної чистоти, модернізація устаткування, що має підвищити якість проміжного продукту та збільшити продуктивність обладнання.

Перелік посилань

1. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Органическая химия.
2. Белоцветов Л.В. Химическая технология. М.:Просвещение 1976.

УДК 66.047

ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ПІДІГРІВУ БІОГАЗУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПРОЦЕСУ ОЧИСТКИ БІОГАЗУ

студент Углянський В.О., студент Гайдай С.С.,
асистентМихальчук О.Д.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

В зв'язку із виникненням глобальних енергетичної і економічної світових криз, людство активно здійснює пошук альтернативних поновлюваних джерел енергій. Велика увага приділяється пошукам замінників природного газу. Перспективною альтернативою природного газу є біогаз, який можна отримати метановим бродінням біомаси.

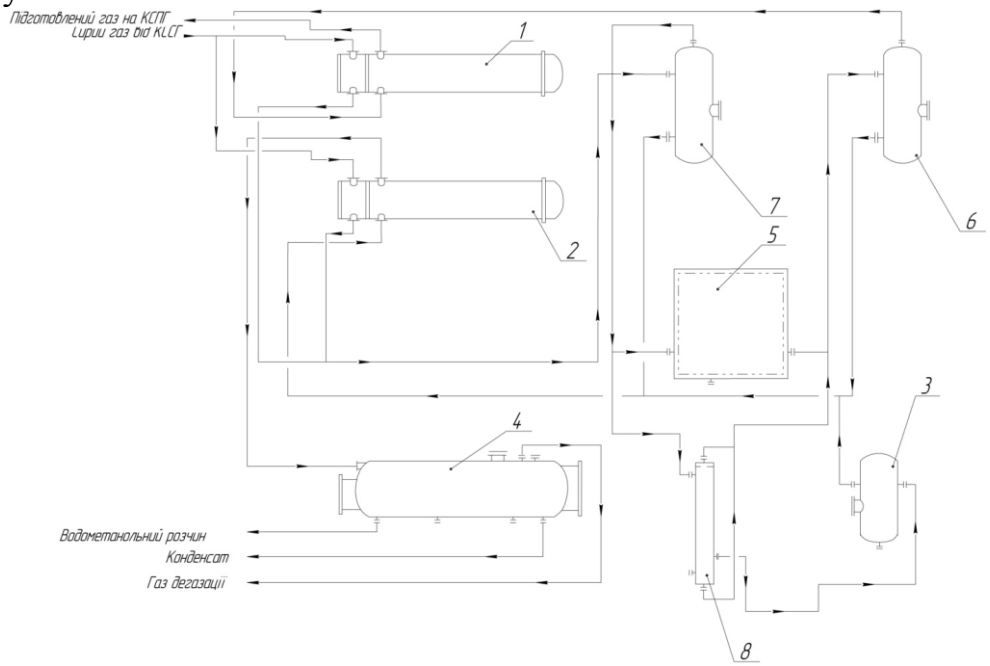
Біогаз — газ, що отримується метановим бродінням біомаси. Розкладання біомаси відбувається під впливом 3-х видів бактерій. У ланцюжку живлення подальші бактерії харчуються продуктами життєдіяльності попередніх. Перший вигляд — бактерії гідролізні, другий кислото-створюючі, третій — метанотвірні. У виробництві біогазу беруть участь не лише бактерії класу метаногенів, а всі три види.

Склад біогазу 55%-75 % метану, 25 %-45 % CO , незначні домішки H і H S. Після очищення біогазу від CO виходить біометан. Біометан повний аналог природного газу. Відмінність лише в походженні.

Вихід біогазу залежить від вмісту сухої речовини і вигляду використовуваної сировини. З тонни гною великої рогатої худоби виходить 30-50 м біогазу з вмістом метану 60 %, 150-500 м біогазу з різних видів рослин з вмістом метану до 70 %. Максимальна кількість біогазу — це 1300 м з вмістом метану до 87% можна отримати з жиру. У біогазових розрахунках використовується поняття сухої речовини (СР або англійське TS) або сухого залишку (СО). Вода, що міститься в біомасі, не дає газу. З 1 кг сухої речовини отримують від 300 до 500 літрів біогазу. Щоб порахувати вихід біогазу з конкретної сировини необхідно провести лабораторні випробування або поглянути довідкові дані і визначити вміст жирів, білків і вуглеводів.

Сировина для здобуття-органічні відходи: гній, зернова і мелясна післяспиртова барда, пивна дробина, буряковий жом, фекальні осідання, відходи рибного і забійного цеху (кров, жир, кишки, канига), трава, побутові відходи, відходи молокозаводу - лактоза, молочна сироватка, відходи виробництва біодизеля - технічний гліцерин від виробництва біодизеля з рапсу, відходи від виробництва соків - жом фруктовий, ягідний, виноградна вичавка, водорості, відходи виробництва крохмала і патоки - мезга і сироп, відходи переробки картоплі, виробництва чіпсів — очищення, шкірки, гнилі бульби.

Частина технологічної схеми для очистки біогазу приведена на рисунку 1.



1 – Кожухотрубний теплообмінник (газ-газ); 2 – Кожухотрубний теплообмінник (газ-конденсат); 6,7– сепаратор; 5 – блок дроселювання; 8 – трьох потокова вихрова труба; 3 – сепаратор конденсату; 4– роздільник рідини (відстійник).

Рисунок 1 – Технологічна схема очистки біогазу

Газ від вузла обліку потрапляє в теплообмінник 1, де він охолоджується. Потім охолоджений газ із 1 потрапляє в проміжні сепаратори, де він сепарується. Газ із вузла обліку потрапляє також в теплообмінники 2, де підігрівається нестабільний конденсат. Охолоджений газ із 2 потрапляє також в проміжний сепаратор 7. Газ із 7 подається до блоку дроселювання 5. Газ від блоку дроселювання потрапляє одночасно в низькотемпературний сепаратор 6 і в блок трьох потокової вихрової труби 8, це допоміжна технологічна лінія. Газ із 8 потрапляє також в низькотемпературний сепаратор 3, де сепарується і охолоджується . Газ сепарації з 3 йде на підігрів в теплообмінник 1. Потім нагрітий газ із 1 потрапляє на вузол обліку газу УПГ.

Завданням на дипломне проектування є вибір серед сучасних конструкцій теплообмінне обладнання, перевірка його патентної чистоти, модернізація устаткування, що має підвищити якість проміжного продукту та збільшити продуктивність обладнання.

Перелік посилань

1. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1991 – 493 с.

УДК 631.365

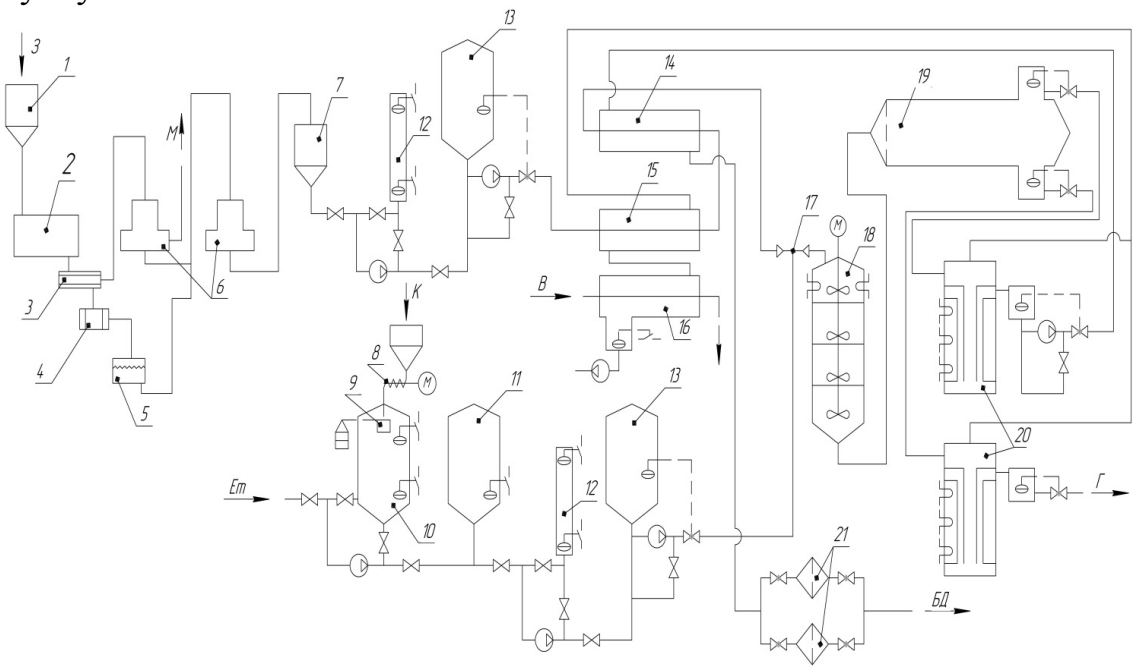
ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ОТРИМАННЯ БІОДИЗЕЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ

к.т.н.,доц. Зубрій О.Г., ст. вик. Зайцев С.В., студент Филька В.П.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Біодизель паливо, вироблене з рослинних олій або тваринних жирів, яке за своїми характеристиками є еквівалентним дизельному паливу і може використовуватись в дизельних двигунах без будь-яких їх технічних змін..

В залежності від сировини, деякі фізичні властивості біодизеля можуть змінюватись в ту чи іншу сторону. Отже розробка устаткування для його виробництва, що відповідає сучасним тенденціям техніки, є важливою задачею.

Технологічна схема процесу виготовлення біодизеля зображено на рисунку 1.



1 – бункер для ріпака; 2 – барабанна сушарка; 3 – прес; 4 – відстійник; 5 – фільтр для олії; 6 – центрифуга; 7 – бункер для олії; 8 – живильник гвинтовий; 9 – ваговий дозатор; 10 – дозатор - розчинник; 11 – буферна місткість; 12 – об'ємний дозатор; 13 – фільтр коливань потоку; 14 - теплообмінник; 15 – конденсатор – підігрівач; 16 – конденсатор; 17 – інжекційний змішувач; 18 – модуль переетерифікації 19 – сепаратор; 20 – випарний апарат ; 21 – фільтр - сорбер; З – зерно ріпака; Ет – етанол; К – каталізатор; Г – гліцерин; БД – біодизель; В – вода (охолодження); М – макуха;

Рисунок 1 – Технологічна схема процесу отримання біодизеля

Промислове виробництво біодизеля базується на процесі трансетерифікація рослинних олій. В результаті реакції отримуємо ефір, з фізичними

властивостями близькими до властивостей мінерального дизельного палива, та 50-ти процентну фракцію гліцерину[1].

Вологе зерно ріпака з бункера 1 подається в барабанну сушарку 2 після процесу сушіння завантажуються в прес 3, з'єднаний з відстійником 4, з преса 3 макуха подається в центрифугу 6 де вміст олії понижується до 1%. Із фільтра 5 олія подається в центрифугу 6 де вся олія піддається додатковій очистці, після очистки олія подається в бункер 7 на зберігання. Етанол подається насосом в ємність дозатора – розчинника 10 в кількості що задається датчиками рівня. Туди ж з бункера шнековим живильником 8 подається каталізатор. Доза каталізатора відміряється автоматичним ваговим дозатором 9 і скидається в етанол. Готовий розчин подається насосом у буферну ємність 11. З буферної місткості розчин періодично подається в об'ємний дозатор 12, циліндричну посудину з датчиками рівня. З об'ємного дозатора 12 розчин спрямовується у фільтр коливань потоку 13. Олія з об'ємного дозатора 12 і фільтра коливань потоку 13, виходить задана об'ємна витрата олії. Олія підігрівається до температури реакції в пластинчатих теплообмінниках 14 і спрямовується в модуль переэтеріфекації 11. Отримана в модулі 11 ефірно-гліцеринова суміш подається в сепаратор 19. У випарних апаратах 13 гарячий гліцерин або ефір, випаровують етанол. Після випарювання етанолу гліцерин спрямовується на склад. Біодизель спрямовується в теплообмінник 14, де віддає теплову енергію зустрічному потоку олії. Пари етанолу конденсуються в конденсатор – підігрівачі 15 віддаючи теплоту конденсації потоку олії. Таким чином, здійснюється рекуперація тепла, зовнішня енергія на підігрівання олії не витрачається. Пари етанолу, що не сконденсувалися, остаточно конденсуються у конденсаторі 16. Далі біодизель піддається фільтруванню і сорбційному очищенню у фільтрі – сорбері 21. Отриманий біодизель спрямовується на склад[2].

Оскільки сушіння належить до найбільш енерговитратних галузей народного господарства в зв'язку з високою ціною енергоносія то актуальним напрямком є підвищення ефективності технологічної схеми шляхом інтенсифікації режимів функціонування її апаратів, а саме збільшення продуктивності та економічності процесу. Ефективність всієї схеми визначатиметься якістю перебігу процесу сушіння, тому доцільна модернізація барабанної сушарки, бо саме вона лімітує продуктивність всієї схеми. В наслідок цього планується збільшення кількості продукту, що отримується в одиницю часу.

Завданням на дипломне проектування є вибір серед сучасних конструкцій сушильного обладнання, перевірка його патентної чистоти, модернізація устаткування, що має підвищити якість готового продукту та збільшити продуктивність обладнання в цілому.

Перелік посиланнь

1. http://www.bio-invest.com.ua від 10.10.2011
2. http://www.biodiesel-ua.com від 10.10.2011

УДК 663.5

РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ СУМІШІ ЕТИЛОВИЙ СПИРТ-ВОДА

к.т.н. Серебрянський Д.О., студент Петрик Л. С.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Етиловий спирт широко використовується в багатьох галузях промисловості, як сировина, або як компонент для виготовлення різноманітної продукції. На різних підприємствах його використовують для одержання синтетичного каучуку, оцтової кислоти, барвників, есенцій, пороху, пластмаси. Він входить до складу антифризів, розчинників, а також, як вихідний продукт для отримання хімічних сполук та різних синтезів. Спирт є хорошим антисептиком, тому він знаходить застосування і в медицині як дезінфікуючий засіб. У великих кількостях спирт йде для одержання спирто - горілчаних виробів.

Промисловість виготовляє спирт-ректифікат, спирт-сирець та спирт денатурат (технічний спирт).

Саме спирт-ректифікат є сировиною для виготовлення лікеро-горілчаних виробів.

На виробництво спиртних напоїв іде більша частина етилового спирту, що виготовляється.

Технологія отримання спирту:

1. отримання солоду;
2. приготування і зброджування бражки;
3. перегонка зрілої бражки;
4. ректифікація зрілого спирту.

У залежності від вихідної сировини та ступеня очистки спирт-ректифікат поділяється на люкс, екстра, вищої очистки та першого сорту.

В умовах сучасної ринкової економіки, необхідно забезпечувати максимальну якість продукції, що випускається. Тому розробка і удосконалення обладнання виробництва є актуальним завданням сьогодення.

Відповідно до завдання на проектування, установку браго-ректифікаційного відділення необхідно забезпечити ректифікаційною колоною продуктивністю 20 $м^3$ спирту на добу.

Для забезпечення максимальної продуктивності та мінімальних матеріальних витрат – використовуємо ректифікаційну колону з багатоковпачковими контактними тарілками зі зливними перегородками і переливними каналами у вигляді вертикальних патрубків. Використання колони тарілчастого типу у порівнянні з насадковою, для

розрахованого діаметру колони, є найбільш прийнятними з точки зору економічності та ефективності.

На рисунку 1 зображена ректифікаційна колона, що підлягає модернізації.

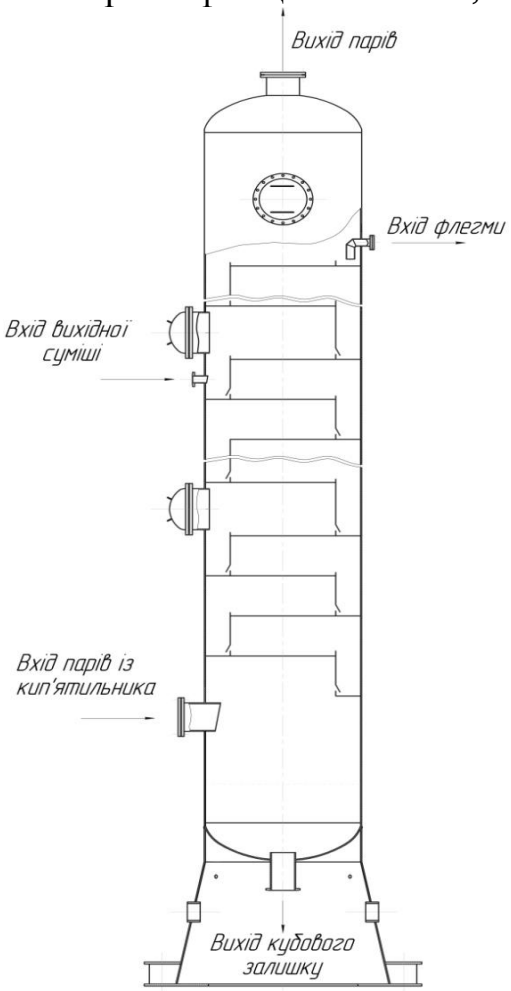


Рисунок 1 – Ректифікаційна колона з ковпачковими контактними тарілками

Метою даної роботи є модернізація ректифікаційної колони: збільшення коефіцієнта корисної дії масообмінної тарілки, шляхом удосконалення її конструкції та зменшення затрат на обслуговування колони, завдяки автоматизації процесу. Під час виконання даної роботи будуть виконані розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції: параметричний, конструктивний, тепловий, гідравлічний розрахунки, а також розрахунки на міцність і надійність елементів конструкції апарата.

Перелік посилань

1. Чернобыльский И. И. «Машины и аппараты химической промышленности »,- М. МАШГИЗ, 1962. – 524 с.

2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1971. – 784 с.

3. Яровенко В. Л. «Справочник по производству спирта», - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.- 334 с.

УДК 66.047

ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ БІОГАЗУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПРОЦЕСУ ОЧИСТКИ БІОГАЗУ

студент Гайдай С.С., студент Углянський В.О.,
ассистент Михальчук О.Д.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Біогаз — газ, що отримується метановим бродінням біомаси. Розкладання біомаси відбувається під впливом 3-х видів бактерій. У ланцюжку живлення подальші бактерії харчуються продуктами життєдіяльності попередніх. Перший вигляд — бактерії гідролізні, другий кислото-створюючі, третій — метанотвірні. У виробництві біогазу беруть участь бактерії всіх трьох видів.

Склад біогазу 55%-75% метану, 25%-45% CO_2, незначні домішки H_2 і H_2S. Після очищення біогазу від CO_2 виходить біометан. Біометан повний аналог природного газу. Відмінність лише в походженні.

Сировина для здобуття— органічні відходи: гній, зернова і мелясна післяспиртова барда, пивна дробина, буряковий жом, фекальні осідання, відходи рибного і забійного цеху, трава, побутові відходи, відходи молокозаводу, відходи виробництва крохмала і патоки, відходи переробки картоплі

Розрізняють 2 основні способи очистки біогазу: гравітаційний і інерційний.

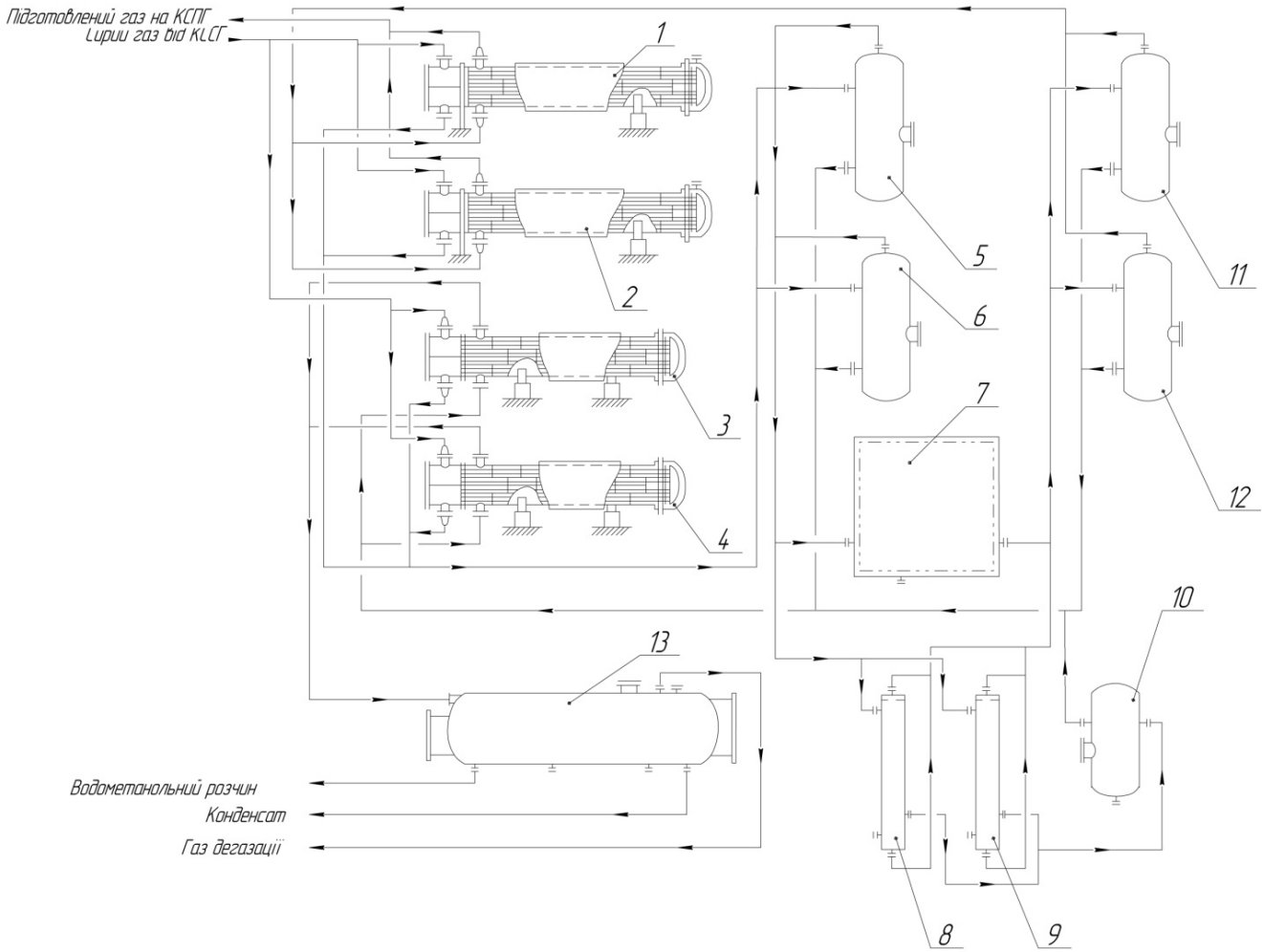
Очистка біогазу інерційним способом є досить поширеним процесом, перевагами якого є менші енергозатрати, простота процесу та використовуваних в ньому апаратів.

Частина технологічної схеми для очистки біогазу приведена на рис. 1.

Сирий газ від КССГ на УПГ. Газ із вузла обліку потрапляє в теплообмінники 3,4, де підігрівається нестабільний конденсат. Охолоджений газ із 3,4 потрапляє у проміжні сепаратори 5,6. Газ від вузла обліку потрапляє також у теплообмінники 1,2, де він охолоджується. Потім охолоджений газ із 1,2 потрапляє в проміжні сепаратори, де він сепарується. Газ сепарації з 11,12 йде на підігрів у теплообмінниках 1,2. Потім нагрітий газ із 1,2 потрапляє на вузол обліку газу УПГ. Конденсат із 10 змішується з конденсатом із 5,6 та 11,12 і йде на підігрів у теплообмінниках 3,4. Далі конденсат із 3,4 потрапляє в роздільник рідини 13 .Із роздільника рідин газ дегазації потрапляє на прийом КССГ, водометанольний розчин на метанольне господарство а конденсат (ШФЛУ) на установку збору ШФЛУ.

Так як очистка біогазу належить до найбільш динамічно прогресуючих галузей паливної енергетики то актуальним напрямком є підвищення ефективності технологічної схеми шляхом інтенсифікації режимів функціонування її апаратів, а саме високою продуктивністю та економічністю процесу. Кожухотрубний теплообмінник є не основним аппаратом, але є невід'ємною частиною технологічної схеми, представленій на рис.1. Саме у ньому відбувається нагрів та охолодження газу, які так потрібні для подальшого процесу. Отже ефективність всієї схеми визначатиметься якістю переробки

цього процесу, тому доцільна модернізація теплообмінника, бо саме він лімітує продуктивність всієї схеми, наслідком чого буде збільшення кількості продукту.



1,2 – Кожухотрубний теплообмінник (газ-газ); 3,4 – Кожухотрубний теплообмінник (газ-конденсат); 5,6,11,12 – сепаратор; 7 – блок дроселювання; 8, 9 – трьох потокова вихрова труба; 10 – сепаратор конденсату; 13– роздільник рідини (відстійник).

Рисунок 1 – Технологічна схема очистки біогазу

Завданням на дипломне проектування є вибір серед сучасних конструкцій теплообмінне обладнання, перевірка його патентної чистоти, модернізація устаткування, що має підвищити якість проміжного продукту та збільшити продуктивність обладнання.

Перелік посилань

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1971- 784 с.
2. Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты химической технологии.- М.:Химия, 1991- 493 с.

УДК 665.7.033.52

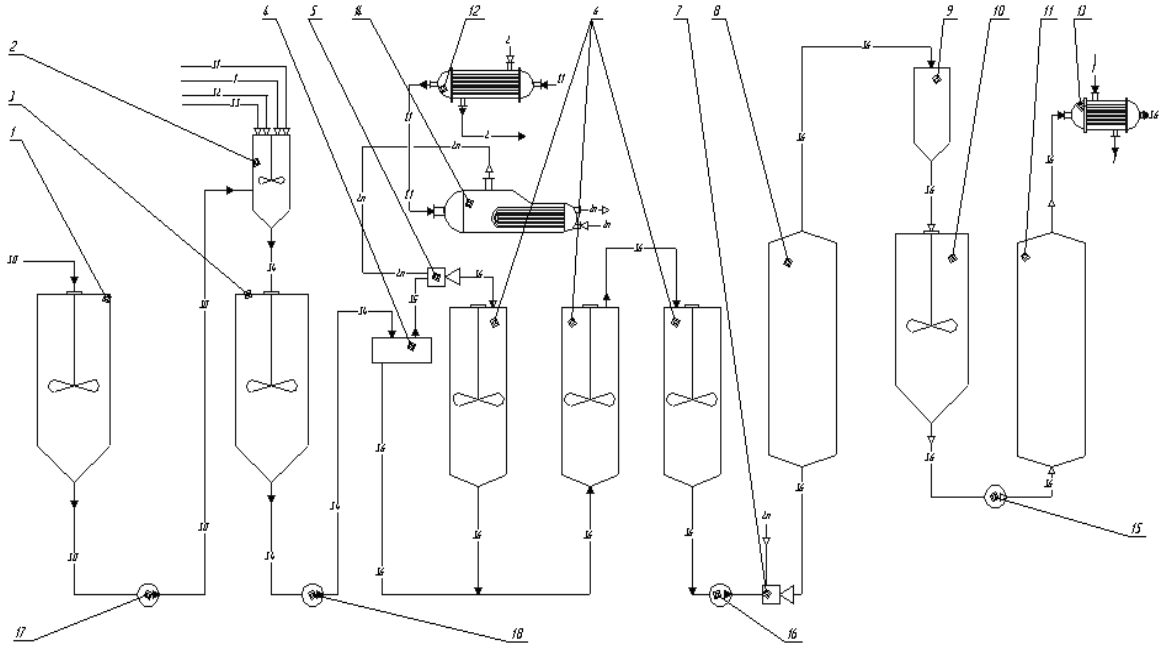
ГОРИЗОНТАЛЬНИЙ КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ПІДІГРІВУ ВОДИ УСТАНОВКИ ФЕРМЕНТАТИВНОГО РОЗРІДЖЕННЯ КРОХМАЛЮ

к.т.н., доц. Швед М. П., студент Гончарова І. С.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Серед сучасних харчових добавок значне місце займають модифіковані (розріджені) крохмали, які в порівнянні з природним крохмалем проявляють в харчових продуктах нові властивості. Їх застосовують для виробництва харчових концентратів швидкого приготування та при консервуванні [1].

Для проведення ферментативного розрідження крохмалю використовують змішування з нагрітою парою, а частіше парову інжекцію.

Технологічна схема виробництва модифікованого крохмалю представлена на рисунку 1.1, у якій використовується двостадійне розрідження крохмалю з використанням звичайної бактеріальної α−амілази.



1, 10– збірник; 2 – збірник підготовки продукту до розрідження;
3 – збірник витратний; 4 – міксер; 5, 7 – інжектори; 6 – колона першої стадії; 8 – колона- збірник; 9 – випарник; 11 – колона другої стадії;
12, 13 – теплообмінники кожухотрубні; 14 – кип’ятильник;
15, 16, 17, 18 – насоси лопатеві.

Рисунок 1.1 − Технологічна схема виробництва модифікованого крохмалю

Для підготовки до ферментативного гідролізу суспензія крохмалу надходить в проміжний збірник 1, звідки насосом 18 перекачується у збірник 2, куди подається вода для доведення концентрації до 35% сухих речовин.

Підготовлена таким чином крохмальна суспензія подається в витратний збірник 3, а потім у міксер 4, де змішується з частково розрідженим крохмалем (рециркулятом). Після чого суміш надходить у інжектор 5 з парою при тиску 400 −500кПа. Після такої обробки продукт подається на першу стадію розрідження.

При вдуванні пари в інжектор продукт нагрівається до 130−140К і витримується біля 5 хвилин в колонах 6, після чого охолоджується в випарнику вакуумного типу 9 при різкому зниженні в'язкості. Далі продукт з випарника подається в збірник 10, потім на другу стадію розрідження, яка виконується в колоні 11, без перемішуючого пристрою. На другу стадію розрідження α − амілаза дозується з того ж збірника, що і в першу стадію.

Для отримання продукту високої якості в процесі розрідження необхідно підтримувати високу стабільність температури, постійну концентрацію крохмальної суспензії, стійкий рівень кислотності, концентрацію іонів Са та α − амілази. Зміна цих параметрів негативно впливає на послідуючий процес оцукрування крохмалу та фільтрування гідролізату, тому розробка високоефективного теплообмінного обладнання є актуальною задачею в процесах виробництва модифікованого крохмалу.

Список літератури:

1. Костенко В.Г., Овчинников А.Е., Горбатов В.М. Производство крахмала. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 200 с.

СЕКЦІЯ 3

«ОБЛАДНАННЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЗАОЩАДЖУЮЧИХ І ЕКОБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ХОЛОДИЛЬНИХ І ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

ЛІНІЯ РАФІНАЦІЇ ГІДРАТОВАНОЇ ОЛІЇ

студент Абаєв А.Ю., доц., к.т.н. Ракицький В. Л.
Національний технічний Університет України
«Київський політехнічний інститут»

Олійно-жировий комплекс України займає одне з чільних місць в аграрному секторі економіки. Питома вага товарної продукції олійно-жирового виробництва складає близько 15 % загального виробництва харчової промисловості.

Комплекс включає в себе:

- вирощування та реалізацію олійних культур;
- оліємобування;
- виробництво та реалізацію олійно-жирової (олії, маргаринів, спеціальних жирів, майонезу, мила) та супутньої продукції (шроту, макухи, фосфатидних концентратів та ін.).

У виробництві олійних культур основна маса припадає на соняшник, площі посіву якого складають 2,2–2,4 млн. га. Насіння соняшнику поки залишається одним із найбільш високоліквідних продуктів як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

Рослинні олії знаходять своє використання у фармацевтичній і парфюмерно-косметичних галузях. Харчові рослинні олії є не тільки цінними продуктами вжитку, але і сировиною для виробництва маргарину, майонезу та ін. Технічні рослинні олії використовують у виробництві мила, миючих засобів, оліфи, лаків, фарб, мастильних речовин.

Рослинні олії, отримані пресовим або екстракційними способами, містять велику кількість домішок і без попередньої очистки не можуть використовуватись у їжу і для подальшої переробки. В першу чергу це механічні домішки – частинки олійного матеріалу, окрім того олії містять розчинені фосфоліпіди, воски, вільні жирні кислоти, пігменти і ароматичні речовини, які погіршують якість готової олії, її стійкість під час зберігання.

Для очистки олії від різноманітних домішок використовують рафінацію. Методи рафінації поділяють на фізичні, хімічні та фізико-хімічні [1]. Фізичні методи очистки олій (відстоювання, центрифугування, фільтрування, тобто первинна очистка олії) використовуються для видалення механічних домішок. Хімічні способи рафінації (гідратація, нейтралізація) служать для виділення фосфоліпідів, вільних жирних кислот. Фізико-хімічні методи (адсорбційна рафінація та дезодорація) використовуються для видалення смакових і ароматичних речовин, барвників.

Отже, одним із методів рафінації є нейтралізація (лужна рафінація) [2,3], призначена для максимального видалення вільних жирних кислот. Процес включає в себе промивку і висушування нейтралізованого жиру. Після здійснення процесу нейтралізації отримують рафіноване масло та відходи, мильні розчини (соапстоки).

Сутність процесу лужної нейтралізації – полягає у нейтралізації вільних жирних кислот в маслах, водними розчинами гідроксидів, утворюються практично нерозчинні в олії солі жирних кислот (мила):

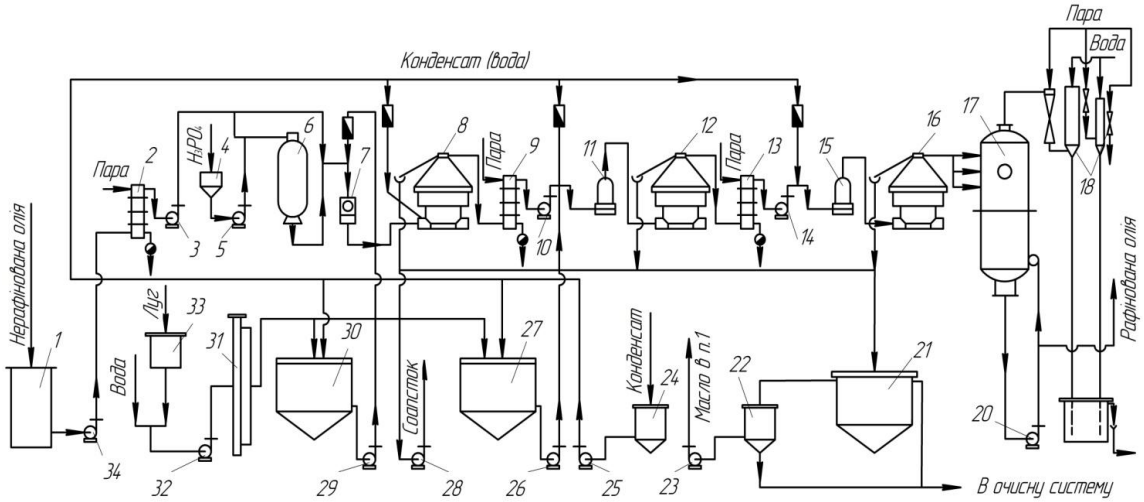
$$R - COOH + NaOH \leftrightarrow RCOONa + H_2O.$$

Для прискорення протікання реакції і зміщення рівноваги в бік утворення мила, кількість гідроксиду беруть у надлишку для нейтралізації вільних жирних кислот. Це важливо врахувати, адже при нестачі гідроксиду зростає гідроліз мила і зростає ймовірність утворення кислих мил, що погано розчинні у воді

$$R - COOH + RCOONa \leftrightarrow RCOOH*RCOONa.$$

Для нейтралізації вільних жирних кислот використовують водний розчин лугу, при цьому утворюється мильний розчин (соапсток), властивості якого суттєво впливають на протікання процесу.

Технологічна схема рафінації гідратованої олії зображена на рисунку 1.



1,4,22,24,27,30,33- баки; 2,9,13 - пластинчасті теплообмінники;
3,5,10,14,20,23,25,26,28,29,32,34 - насоси; 6 – лопатевий змішувач;
7 - дисковий змішувач; 8,12,16 - сепаратори; 11,15 - ножеві змішувачі;
17 – випарний апарат; 18 - трьохступінчатий паро-інжекторний вакуум-насос;
21 - жировловлювач; 31 – система вимірюючих труб

Рисунок 1 – Принципова технологічна схема рафінації гідратованої олії

Жир (олія) із ємності 1 насосом 34 подається в пластинчастий теплообмінник 2. Нагріта олія поступає в лопатевий змішувач 6, одночасно дозуючим насосом 5 із бака 4 в жирову лінію подається фосфорна кислота. Звідки суміш поступає в дисковий змішувач 7, куди через витратомір насосом 29 із бака 30 подається луг заданої концентрації. Далі суміш розділяється на сепараторі 8. При необхідності для зниження концентрації соапстока в сепаратор 8 подається гаряча вода. Нейтралізована олія через пластинчастий теплообмінник 9 насосом 10 спрямовується в ножевий змішувач 11, попередньо в жирову лінію перед змішуванням вводиться вода. Суміш води і жиру, ретельно перемішується в змішувачі 11, і розділяється на сепараторі 12. Промиваюча вода змивається в жировловлювач 21, а жир через пластинчатий теплообмінник 13, насосом 14 подається в другий ножевий змішувач 15 для

повторної промивки і розділення фаз на сепараторі 16. Далі розчин потрапляє в апарат 17 де відбувається видалення вологи із нейтралізованого і промитого жиру. Випарювання проводять під вакуумом і тиском 5,5-6,6 кПа та температурі 90…95 ^{o}C. При випарюванні, волога інтенсивно випаровується і одночасно видаляється повітря, що міститься в олії. Розрідження в цьому апараті створюється трьохступінчастим паро-інжекторним вакуум-насосом 18, вода із конденсатом попадає в сбірник. Висушений жир насосом 20 передається в бак рафінованого жиру.

До складу лінії рафінації гідратованої олії входять сепаратори в яких відбувається розділення емульсії. Емульсія – дисперсна система, яка складається щонайменше з двох практично взаємно нерозчинних фаз, в яких і дисперсна фаза і дисперсне середовище – рідини. В нашому випадку дисперсним середовищем є нейтралізована олія, а дисперсною фазою – водні розчини солей жирних кислот (мила), якісне розділення яких відповідає за якість процесу рафінації соняшникової олії, тому процесу сепарації приділяють найбільшу увагу.

Метою даної роботи є вдосконалення конструкції сепаратора (поз. 8) та проведення розрахунків які підтвердять ефективність його роботи.

Перелік посилань

1. Сергеев А.Г. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. – Т. I. – Кн. первая. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – Л.: ВНИИЖ, – 1975. – 726 с.
2. Шиков А.Н., Макаров В.Г., Рыженков В.Е. Растительные масла и масляне экстракты: технология, стандартизация, свойства. – М.: Издательский дом «Русский врач». – 2004. – 264 с.
3. Гавриленко И.В. Оборудование для производства растительных масел. – М.: Пищ. пром. – 1975. – 350 с.

МАЛОГАБАРИТНА УСТАНОВКА ПО ПЕРЕРОБЦІ ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТУ

студент Матвієнко А.А., студент Коноваленко М.А.;
к.т.н., доцент Ільєнко Б.К.
Національний технічний Університет України
«Київський політехнічний інститут»

Малогабаритна пересувна установка продуктивністю 500кг/год. по сировині призначена для переробки газового конденсату (ГК) на фракції моторних палив - бензинову і дизельну. Установка спроектована в блочно-модульному виконанні і складається з ректифікаційної колони, печі нагріву сировини, кожухотрубчастих теплообмінників, повітряного холодильника, системи трубопроводів, технологічної арматури, апаратури КВП та А.

Опис технологічної схеми установки.

Принципова технологічна схема установки представлена на рис.1.

Відповідно до технологічної схеми сировина - стабільний газовий конденсат (СК) надходить на установку по трубопроводу у всмоктувальну лінію насосного агрегату 9. Далі насосом СК подається в міжтрубний простір теплообмінників 3,4, де нагрівається від 20 до 110 °С. байпасний потік СК подається на вхід теплообмінника 3 (міжтрубний простір) для регулювання температури основного потоку СК.

СК після теплообмінника 3 з температурою 110 °С. направляється в піч нагріву 2. Частина потоку СК направляється на зрошення відбійної секції ректифікаційної колони 1.

З печі СК в паровій фазі з температурою 250-300°С і тиском 0,31 МПа надходить у нижню секцію ректифікаційної колони 1. Пари бензинової фракції виходять з колони і направляють у повітряний холодильник 5. Далі бензинова фракція з температурою 30°С. надходить в продуктову ємність 6, а дизельна фракція з кубовою частини відпарної секції колони - в трубну частину теплообмінника 3 та далі з температурою 50 °С направляється в продуктову ємність 2. Частина бензином фракції з ємністю 6 насосом 10 подається в колону 1 як зрошення.

Технологічна база установки розміщується на пересувній платформі.

Характеристики основного обладнання установки.

Ректифікаційна колона, що застосовується на установці, є колоною насадочного типу і призначена для виділення з сировинного потоку ГК бензинової (Н.К.-140°С) і дизельної (140-240°С) фракцій і являє собою циліндричний апарат, забезпечений контактними пристроями і розподільними тарілками. Для заповнення внутрішнього обсягу колони використовується сітчаста насадка типу РС (матеріал нитки - сталь 12ХН18Н19Т).

Внутрішній діаметр колони - 402мм, висота - 5720мм.

Піч нагріву газового конденсату складається з футероване корпусу і поду, в якому встановлений пальник. Усередині корпусу печі на поді встановлена циліндрична обичайка, виконана з роз'ємних вогнетривких кілець, і трубчастий змійовик з внутрішньою і зовнішньо. секціями, розташованими на внутрішній і зовнішній сторонах циліндричної обичайки. Змійовик забезпечений патрубками для входу і виходу СК. До футерованого корпусу 1 фланцевим з'єднання 5 приєднана труба для виходу продуктів згоряння. Під печі встановлюється на опорах 9, які розміщуються на пересувній платформі. Висота печі складає 3800мм. Особливу увагу при розробці печі нагріву газового конденсату приділялася питанням її повного монтажу і демонтажу на пересувній платформі

Кожухотрубчасті теплообмінники з поверхнею теплообміну 16м2 і 2,7 м2 призначені відповідно для охолодження дизельної і залишкової фракцій. Повітряний холодильник з поверхнею теплообміну 38,2 м2 призначений для охолодження бензинової фракції.

На пересувній платформі установки також встановлені сировинної насос, лебідка і продуктові трубопроводи.

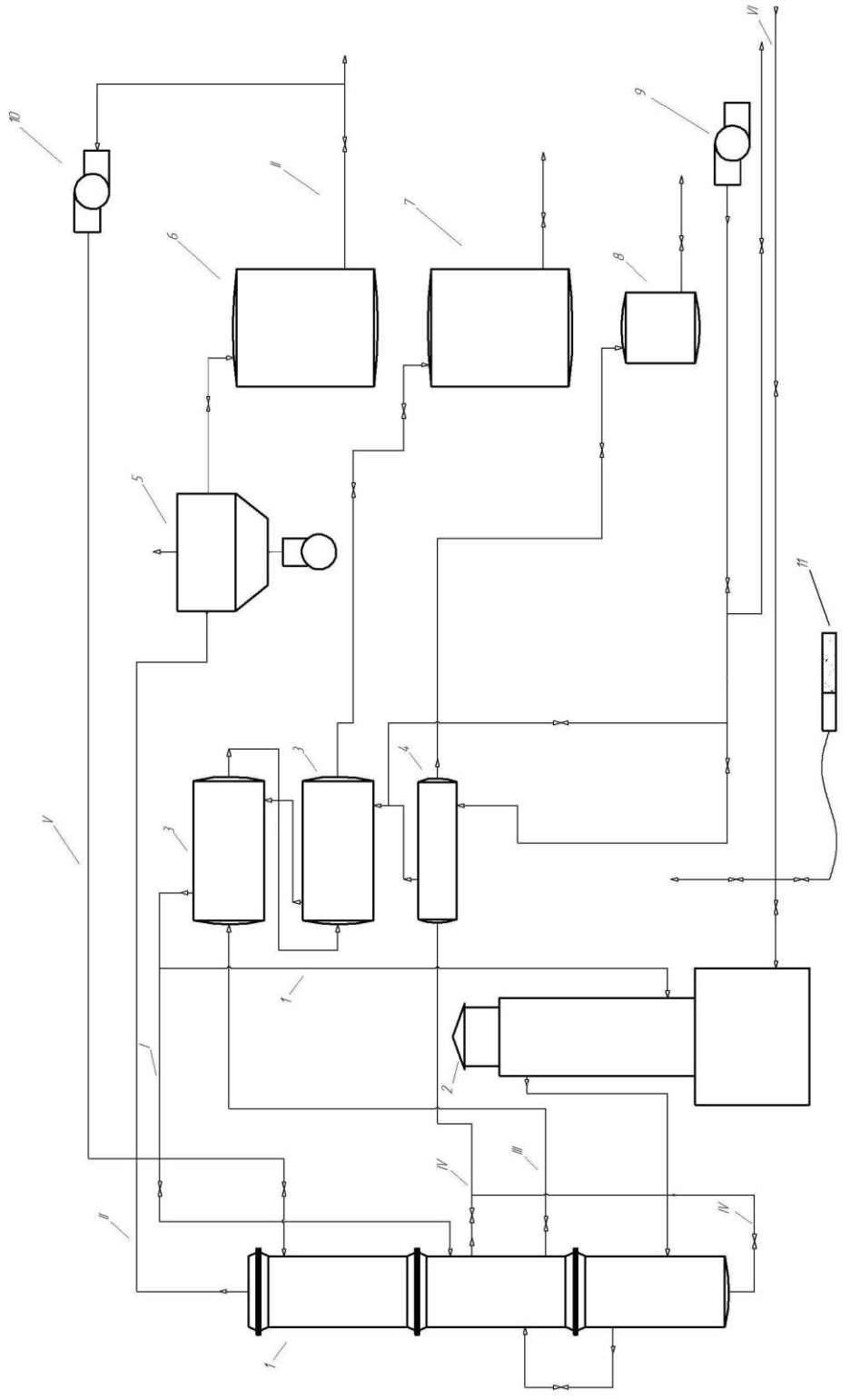


Рис.1

1 – ректифікаційна колонна; 2 – піч нагріву сировини; 3 – кожухотрубний теплообмінник дизельної фракції; 4 – кожухотрубний теплообмінник важкого залишку; 5 – повітряний холодильник бензинової фракції; 6,7,8 – продуктові ємкості; 9 – сировинний насос; 10 – циркуляційний насос; 11 – запальник; I – сировина – газовий конденсат; II – бензинова фракція; III – дизельна фракція; IV – важкий залишок; V – зрошування; VI – паливо.

МАЛОТОННАЖНІ УСТАНОВКИ З ПЕРЕРОБКИ НАФТИ ТА ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТУ

студент Коноваленко М.А., студент Матвієнко А.А.;
к.т.н., доцент Ільєнко Б.К.
Національний технічний Університет України
«Київський політехнічний інститут»

В останні роки збільшився інтерес до розробки малотоннажних установок з переробки нафти та газового конденсату. Вказане викликано можливістю приватизації нафтових і газоконденсатних родовищ в тому числі й малої потужності, що призвело до зростання кількості вказаних міні комплексів. Ситуація, що склалася в свій час в СРСР, а пізніше в СНД, перш за все в Росії, мала ряд специфічних особливостей, головна з них – це віддалення основних нафтовидобувних регіонів (Західна Сибір) від нафтопереробних підприємств, розташованих переважно в Європейській частини держави. Це особливо гостро позначилося на забезпеченні вказаного району моторним паливом. З ціллю зменшення вказаного дефіциту в Тюменській області (Сургуті, Нижнєвартовскі) були побудовані малотоннажні установки з переробки нафти. Так, наприклад, установка в Нижнєвартовскі розрахована на переробку 100 тис. тон нафти за рік з отриманням бензинової і дизельної фракції, а також мазуту. Дизельна фракція незалежно від цетанового числа застосовувалась як дизельне пальне для місцевих транспортних засобів, мазут - як котельне паливо, а бензинова фракція (кінець кипіння – 140 ^{0} С) закачувалась в нафтові свердловини і застосовувалась для розриву пластів.

Приблизно така ж ситуація з газоконденсатними родовищами. В Уренгойськім регіоні з 1979р. експлуатувалася розроблена ВНДІгазом установка для переробки газового конденсату продуктивністю 12 тис. тон на рік по сировинні. З 1982р. в м. Дудинка (ПП «Норильскгазпром») експлуатувалась промислова установка продуктивністю в 50 тис. тон на рік. На вказаних установках вироблялося дизельне паливо, а бензинова фракція за рахунок застосування різних високооктанових добавок (екстраліну – 1,3% до вихідного прямогоного бензину, ферроцену – 33 мг/л прямогоного бензину, метил-трет-бутилового ефіру – 11% до вихідної бензинової фракції) доводилась по октановому числі до авто бензину марки А-76 і також застосовувалась в якості моторного палива для карбюраторних двигунів місцевих транспортних засобів.

Із експлуатованих установок за кордоном потрібно вказати, наприклад, побудовану в 1990р. установку «Microstill» фірми «Forsythe International» (Голландія) по переробці 6,5 тис. тон/рік сирої нафти для забезпечення паливом насосних станцій по перекачуванню нафти, а також двигунів нафтових насосів, експлуатованих на родовищах. Установка забезпечувала отримання до 2,9 тис. м^3 в рік дизельного палива. Відома також установка, що експлуатується з 1993 року в Папуа Нова Гвінея

компанією «Chervon», потужністю – до 30 тис. тон нафти за рік для отримання дизельного палива і авіаційного керосину. Особливістю цієї установки, яка забезпечувала роботу нафтових насосів перекачки нафти, було те, що після видалення вказаних керосинової і дизельної фракції мазут, який залишився, і бензинова фракція прямували в нафтопровід. Там же планувалось будівництво установки продуктивністю 900 тис. тон/рік нафти для виготовлення керосину, дизельного палива та ракетного палива. Бензинову фракцію і мазут також пропонувалось закачувати знову в нафтопровід. Вказані установки працюють по схемі первинної переробки нафти, причому навіть на установці продуктивністю по сировинні 1 млн. тон не передбачає використання обладнання для отримання високооктанового бензину із бензинової фракції.

Історія створення в Україні установок по переробці вуглеводневої сировини на промислах відноситься до початку 60-х років, тоді була введена в експлуатацію на Шебелинському газопереробному заводі установка по переробці газового конденсату. В даний час у нас в державі (данні за 2007р.) приведені Департаментом нафти, газу і нафтопереробної промисловості Мінтопенерго України працює 80 малотоннажних установок для переробки нафти і конденсату.

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

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

Міні установки мають ряд переваг перед великими промисловими установками, до числу яких перш за все потрібно віднести зниження вартості отриманого палива (розуміється сертифікованого, а це звичайно літнє дизельне паливо і топковий мазут) за рахунок скорочення транспортних витрат – наближення до місця видобутку нафти чи газового

конденсату, або до місця потреби палива – для пересувних установок. Вартість самої сировини безумовно нижче, ніж на великих НПЗ чи на ГПЗ. Немаловажним фактором є можливість залучення в сферу переробки малодебітних родовищ і родовищ з непромисловими запасами вуглеводневої сировини, тут немає необхідності в додаткових інвестиціях на розвідку родовищ. До других безсумнівних достоїнств міні комплексів потрібно віднести короткі строки будівельно-монтажних робіт, малі об'єми інвестицій і короткий інвестиційний період, більш малі витрати від аварій і вимушених простоїв, незначна екологічна загрузка регіону, простота транспортної розв'язки при завозі сировини і вивозі готової продукції.

Список літератури:

1. Проспект фірми «Farsythe Int.»
2. Petroleum scene heating in fledgling cruse export Papua New Guinea. Oil and gas I., 1994, 92, N16, p.22-26.
3. Oil and gas J., 1988, 86, N13, p.52.
4. Oil and gas J., 1989, 87, N15, p.52-54.
5. Oil and gas J., 1990, 88, N6, p.53.
6. Iran to build new refinery at Arak. Oil and gas J., 1990, 88, N3, p.45.
7. Пак Д.А., Майров В.И. Газовый конденсат – сырье для получения моторного топлива //Газовая промышленность. – 1984. N2, - с.6-8.
8. Гориславец С.П., Ильенко Б.К. Малотоннажная установка первичной переработки нефти // Эко технологии и ресурсосбережение. -2000. – N.2 – с.454 – 50.
9. Нефти СССР (справочник) Т.3. Нефти Кавказа и Западных районов Европейской части СССР. – М.: Химия, 1966.- 776с.

СУШАРКА ВС 300 КПІ ДЛЯ СУШІННЯ КАЗЕІНУ

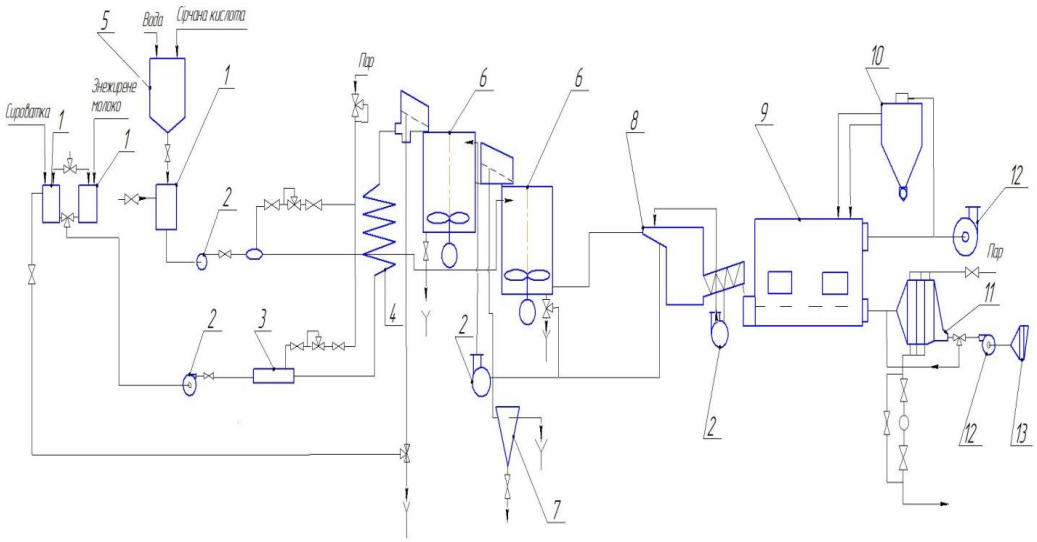
студент Продан О.С., асистент Улітько Р. М.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Казеїн основний білок молока. Казеїн виготовляють технічний і харчовий. Харчовий казеїн використовується на м'ясних, молочних та кондитерських підприємствах в якості білкового наповнювача, що покращує якість готового продукту.

Технічний казеїн знаходить широке застосування в хімічній, легкій , деревообробній, целюлозно – паперовій та фармацевтичній промисловості. Його використовують як водостійку речовину, забезпечуючи адгезію клею на поверхнях що склеюються, як сполучна речовина при виробництві клейових фарб і при проклеюванні паперу , а також в якості стабілізатора в різних емульсіях. Оброблюючи казеїн формальдегідом можна отримати пластик.

Отже розробка устаткування для його виробництва, що відповідає сучасним вимогам, є важливою задачею.

Технічний казеїн виробляється із знежиреного молока шляхом його коагуляції кислотою з подальшою обробкою, промивкою та сушкою. Технологічна схема виробництва казеїну представлена на рисунку 1.



1- бачок постійного рівня; 2- насос; 3- ежектор; 4-витримувач; 5- бачок з розчином кислоти; 6 – мішалка; 7 – гідроциклон; 8 – прес шнековий; 9- корпус сушарки ; 10- бункер готового продукту; 11- калорифер; 12- вентилятор; 13 – фільтр.

Рисунок 1–Технологічна схема поточної лінії з виробництва технічного казеїну

Підготовлена сировина (знежирене молока та сироватка) поступають на бачки постійного рівня 1, де забезпечується необхідне співвідношення компонентів . Далі суміш змішується , підігрівається та подається насосом 2 у змійовиковий витримувач 4. Після якого відбувається відділення зкоагульованого згустка від сироватки та дві стадії промивки в мішалках 6. Далі згусток поступає на шнековий прес 8, де пресується та подрібнюється. Після процесу подрібнення речовина поступає в сушильний агрегат 9, де висушується. Сухі частинки за допомогою пневмотранспорту поступають в бункер готового продукту 10.

Від сушарки, яка входить до складу технологічної лінії залежить зовнішній вигляд та вологість готової продукції. Якість сушіння визначає сорт , частково розчинність, вихід та термін зберігання казеїну технічного. Головною перевагою даного типу сушарок є висока інтенсивність процесу, простота конструкції та обслуговування , відсутність рухомих частин , можливість регулювання середнього часу перебування частинок в сушарці, можливість регулювання вологості готового продукту.

Завданням на дипломне проектування є вибір серед сучасних конструкцій сушильного обладнання , порівняти обрану конструкцію із аналогами, обґрунтування вибору конструкції апарата та оптимальних режимів роботи, перевірка його патентної чистоти, модернізація устаткування, що має підвищити якість готового продукту та збільшити продуктивність обладнання.

Перелік посилань

1. Агрегат ВС-300-КПИ. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Киев 1982 р.
2. http://apksakha.ru/Konsultacii/technology/tech_0028.htm від 13.10.2011
3. http://www.glmkk.by/catalog/18.html від 13. 10 .2011

АГРЕГАТ ДЛЯ СУШІННЯ МАРКИ ВС-150-КПІ

студент Ференс В.М., асистент Улітько Р.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Висушений молочний білок - казеін є одним з найважливіших продуктів експорту України.Технологія отримання технічного казеїну передбачає такі операції:

-отримання казеіну сирцю

-пресування

-подрібнення

-сушіння

Сушарка ВС-150-КПІ була створена для забеспечення потреб невеликих виробництв з об'ємом переробки молока до 40 т/зміну.

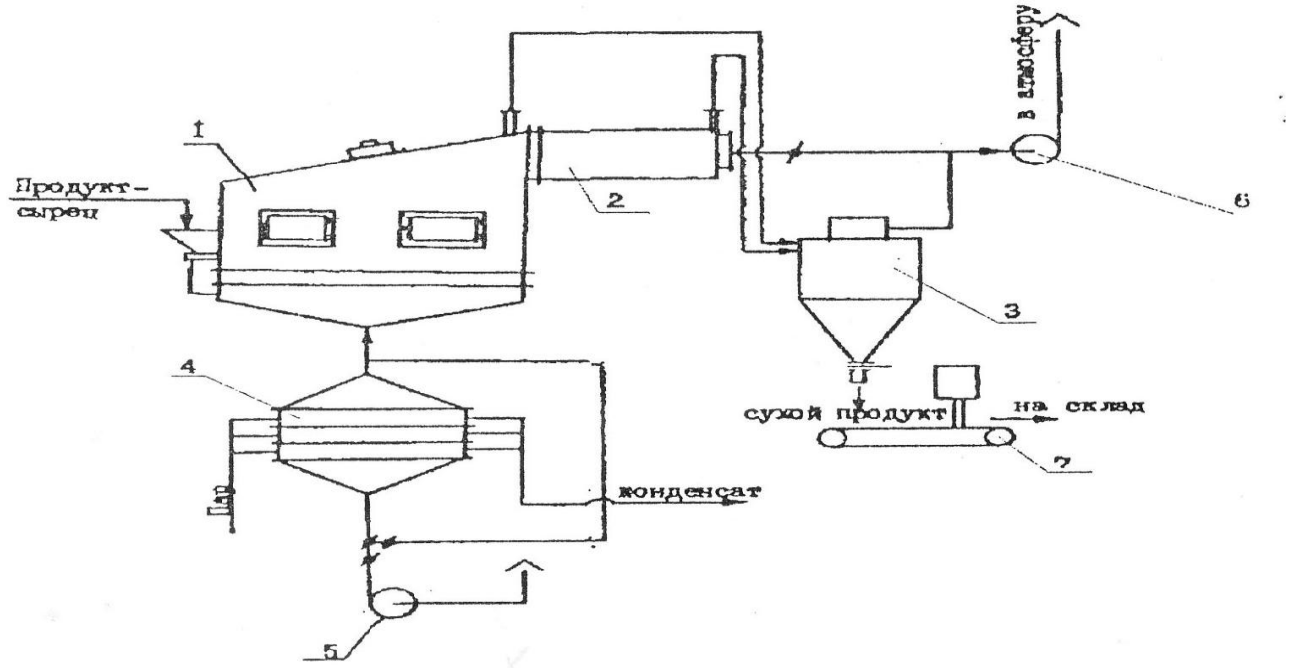
Готовий продукт - це сухе щільне зерно любої форми. Розміри зерна для І-го вищого сорту не повинні перевищувати 5 мм, для ІІ-го до 10 мм однорідного кольору згідно зразка.

Масова доля вологі повинна бути не більше 12%, при збільшеній вологості продукт погано зберігається. Зменшення вологості веде до зниження виходу продукта і збитків.

Завдання отримання продукта з оптимальною вологістю дуже важлива і її можна досягти за допомогою сушарок псевдозрідженого шару.

До складу сушарки ВС-150-КПІ входить корпус, два центробіжних вентилятори, калорифер, бункер готового продукта.

Верхня частина корпусу є циклоном-уловлювачем висушеного продукта. Гаряче повітря поступає знизу апарата через призмоподібний газорозподільчий пристрій безпровального типу, що забезпечує рівномірне перемішування і теплообмін в шарі висушуваного продукта.Сухі гранули збираються в бункері накоплювачі, об'єм якого забезпечує роботу установки на протязі зміни.



1–апарат псевдозрідженого шару; 2–циклон; 3–бункер; 4 – блок калориферів; 5 – вентилятор дуттєвий; 6– вентилятор витяжний; 7– зашивочна машинка.

Рисунок 1 – Сушарка ВС-150-КПІ

Сушарка ВС-150-КПІ має такі переваги:

-невисока металоємність

-можливість регулювання середнього часу перебування матеріалу в апараті

-невелика площа, яку займає апарат

-можливість повної автоматизації технологічних процесів

-простота обслуговування

Поряд з тим присутні недоліки:

-втрати тепла на лінії подачі гарячого повітря з калорифера і з поверхні корпуса сушарки.

Перелік посилань

1.Агрегат ВС-150-КПІ. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Киев, 1976 г.

УДК 628.5

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЛОНИ ДЛЯ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ СТИРОЛУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПОЛІСТИРОЛУ БЛОЧНИМ МЕТОДОМ

ст. викл. Магазій П.М., студент Чиж Я.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Безперервний блочний спосіб полімеризації стиролу характеризується високою продуктивністю і повною автоматизацією. Полістирол, отриманий блочним методом, має високу міцність, хороші діелектричні властивостями, так як у полімері немає домішок емульгатора, електролітів і т. д.

При отриманні полістиролу блочним методом при неповній конверсії в проміжних реакторах (рисунок 1) стирол або розчин каучуку в стиролі (для ударомічного полістиролу) дозувальним насосом безперервно подається через теплообмінник 1, де він нагрівається до 80-100 ° С, в реакторі 2 і далі перекачується шестеренчастими насосами послідовно в реактори 3 та 4. Реактори 2 і 3являють собою апарати з кислототривкої сталі об'ємом 15-20 м ^{3}, забезпечені оболонками, мішалками і зворотними холодильниками 7. Полімеризація протікає по наступному режиму:

	1-й реактор	2-й реактор	колона
Температура, °С	120-140	160-180	200-220
Конверсія (кінцева) %	40-50	80	90
Час перебування, г	2	2	40

Знімання теплоти реакції відбувається через оболонки і за рахунок випаровування стиролу. З останнього реактора – колони полістирольний розплав і незаполімеризований стирол перекачується у вакуумну камеру 5, в якій при залишковому тиску 700-5000 Па і температурі 190-200° С відганяється стирол, що направляється на регенерацію і далі повертається в цикл; розплав полістиролу з вакуумної камери 5 надходить в екструдер 6 на грануляцію.

Проведення процесу з неповною конверсією має ряд переваг, основними з яких є:

1) велика продуктивність;

2) більш висока молекулярна маса і менша полідисперсійність полімеру, так як процес відбувається при більш низькій температурі.

Колона для полімеризації стиролу призначена для остаточної полімеризації розчину полістиролу в стиролі після форполімерізації. У колоні полімеризації температуру підвищують до 473-493К (200-220°С). Час полімеризації 30-40 годин, швидкість руху маси близько 0,1 м / год.

Недоліком колонного апарата є те, що не забезпечується перемішування розчину полімеру, в результаті чого, створюється нерівномірне температурне поле в перерізу апарата, а також різні швидкості руху розчину, що призводить до різної степені полімеризації біля стінок і в центрі колони.

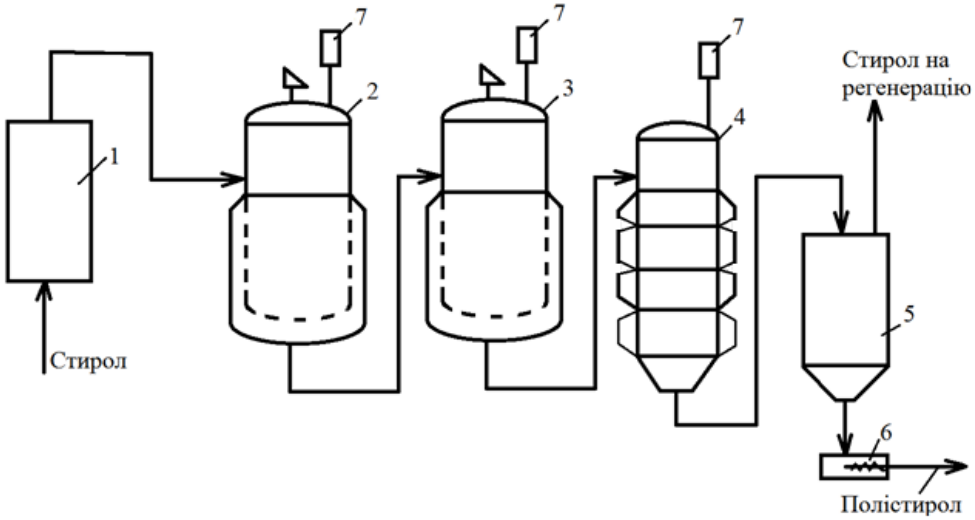
Тому буде доцільно установити пристрій для перемішування з урахуванням високої в'язкості розчину на виході і можливості позонного регулювання температури .

Перевагами використання перемішуючого пристрою є те, що відбувається вирівнювання температури між центром і стінкою та очищення стінки.

Рамні мішалки застосовуються для перемішування масс в апараті, що обігріваються за допомогою оболонки, так які мають форму, що відповідає формі ректора та підходить для перемішування в'язких мас.

Для перемішування полімеризаційної маси стиролу рамна мішалка повинна мати спеціальну конструкцію і малі оберти.

Дана модернізація може бути використана в навчальних проектах.



1 - теплообмінник; 2, 3 - полімеризатори; 4 - колона; 5 - вакуумна камера; 6 - екструдер-гранулятор; 7 - зворотні холодильники.

Рисунок 1 - Технологічна схема блочної полімеризації стирола з неповною конверсією

Перелік посилань

1. Брацыхин Е.А., Шульнига З.С.Технология плстических масс- Химия, 1982. -328 с.

2. Чернобыльский И.И. Полимеризационные аппараты.- Техника, 1968. - 162с .

3. Збірник тез доповідей VIII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів", Частина 2, 20-22 квітня, Київ 2011. УДК 665.63, Вибір конструкції перемішу вального пристрою для реактора-полімерізатора полістиролу./ Семінський О.О., Мельник М.П.

СЕКЦІЯ 4

«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ УПРАВЛІННЯ ОБЛАДНАННЯ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ВИРОБНИЦТВА»

УДК 621.928

ВАКУУМ-ФОРМУЮЧИЙ ЦИЛІНДР КРМ

асист. Улітько Р.Н., студент Биковець Д.П.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Папероробна машина складається з сіткової, пресової, сушильної і обробної частин. Також до неї відносяться машинний басейн для акумулювання паперової маси перед подачею на машину, устаткування для рафінування, розмелу і очищення маси, насоси для подачі води і маси, вакуумні насоси, басейни оборотної води, припливно-витяжна вентиляційна система та контрольно-вимірювальні прилади.

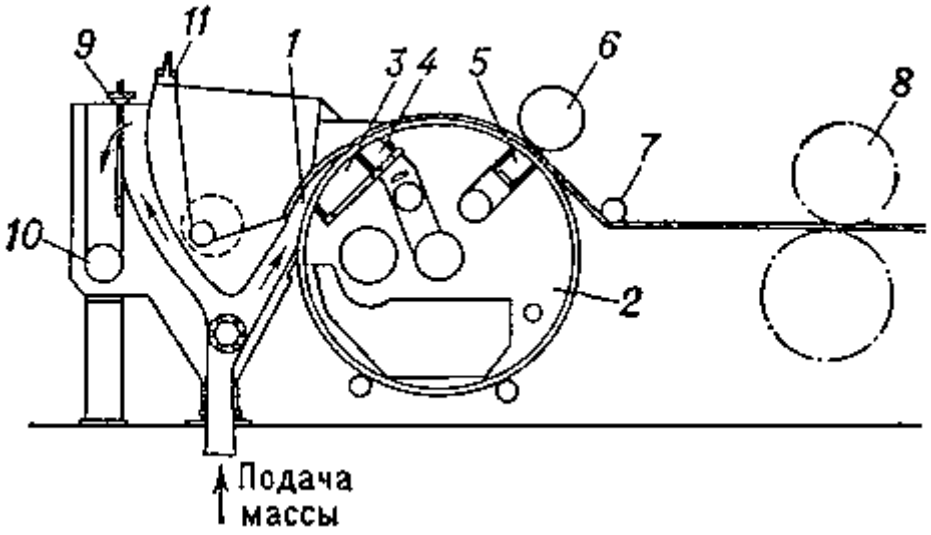
Сіткова частина призначена для формування і зневоднення паперового полотна та включає напірний ящик і сітковий стіл. Напірний ящик призначений для рівномірного і безперервного напуску маси на сітку по всій її ширині. В даний час широко застосовуються закриті напірні ящики, в яких необхідний напір маси створюється тиском повітряної подушки. Паперова маса на сітку виливається за допомогою напускного пристрою, що забезпечує вихід її з однаковою швидкістю і в однаковій кількості по всій ширині сітки, подачу маси спокійним потоком, без перехрещування струменів, завихрень і згустків.

Сітка є найголовнішим елементом сіткового столу. На ній відбувається формування паперового полотна з паперової маси. За допомогою сітки наводяться в рух грудний вал і всі інші валики сіткового столу. При виконанні технологічних функцій сітка піддається інтенсивному механічному й хімічному впливу, тому вона повинна мати достатню міцність на розрив, вигин, стирання і бути кислотостійкою. Вона повинна мати непогану водопропускну здатність і високу щільність, щоб менше дрібних волокон йшло із зворотною водою і було менш помітним маркування паперу (відбиток сітки на боці полотна паперу, що стикається з сіткою при формуванні). У сучасних швидкохідних папероробних машинах використовують гідропланки та відсмоктуючі ящики. Це забезпечує якісне формування структури полотна паперу при більш інтенсивному процесі його зневоднення.

Сіткова частина — нескінченна сітка (виткана з ниток різних сплавів міді або синтетичних матеріалів). Привід сітки здійснюється від гауч-валу. На нових машинах, що мають вакуум-пересмоктуюючі пристрої, приводним є також ведучий вал сітки. Щоб паперова маса не стікала, по краях сітки встановлюються обмежувальні лінійки. Зневоднення паперової маси і формування полотна паперу відбуваються за рахунок вільного стікання і відсмоктуючої дії вакуум ящиків та регістрових валиків. Для здобуття однорідніщого полотна паперу в подовжньому і поперечному напрямах, при швидкості машини не більше 300 м/хв., регістрова частина інколи піддається трясінню в поперечному напрямі. Подальше зневоднення відбувається над відсмоктуючими ящиками під дією вакууму, що створюється спеціальними вакуумними насосами. При виробленні високосортних паперів над ними часто встановлюють легкий вирівнюючий валик (егутер). Він служить також для нанесення на папір водяних знаків. Після цього полотно паперу містить ще порівняно багато вологи (88—90%), для видалення якої сітка разом з полотном паперу проходить над гауч-валом (на тихохідних машинах це гауч-прес), який має від однієї до трьох відсмоктуючи камер. Гауч-вал — перфорований порожнистий циліндр з бронзового сплаву або нержавіючої сталі (площа перфорації складає близько 25% поверхні валу). Всередині корпусу знаходиться нерухома вакуумна камера з графітовими ущільненнями, які пневматично

притискаються до внутрішньої поверхні циліндра. Вакуумна камера сполучена з вакуумним насосом, що безперервно діє. Гауч-вал завершує формування і знезводнення (до сухості 18—22%) полотна паперу на сітці.

Для виготовлення паперу і картону використовують два типи папероробних машин: плоскосіткові та круглосіткові. Перші використовуються для виробництва паперу, другі - картону. Основна відмінність машин полягає в тому, що в плоскосіткових машинах формування паперового полотна здійснюється на рухомій горизонтальної сітці, а в круглосіткових - полотно формується на поворотній циліндричної сітці. Схему круглосіткової КРМ наведено на рис.1.



1 — напірний ящик; 2 — вакуум-формующий циліндр; 3,4,5 — відсмоктуючі камери; 6 — притискний валик; 7 — папероведучий валик; 8 — пресс; 9 — пристрій для регулювання рівня маси; 10 — труба для відводу переливу маси; 11 — регулюючий пристрій.

Рис. 1. Схема папероробної машини типу ротоформер

Круглосіткові столи являють собою вершину інженерної думки (на даний момент), займають набагато меншу площу, в порівнянні з плоскосітковими столами, маюсь високу швидкість та велику продуктивність. Тому доцільно проводити розробку круглосіткових столів в напрямку підвищення швидкості, а отже і продуктивності, зниження енерговитрат, підвищення сухості та покращення якості паперу на кінці формування.

Перелік посилань

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

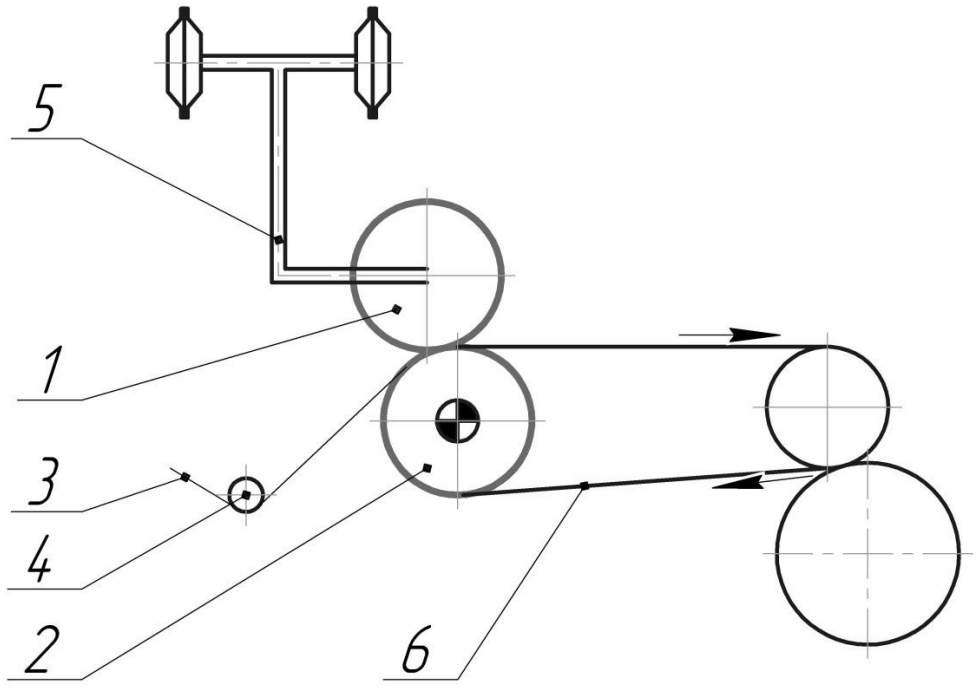
УДК 676.056.42

ПРЕСОВА ЧАСТИНА КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ З РОЗРОБКОЮ ПРЕСУ ПОВОРОТНОГО

асистент Новохат О.А., студент Єгоров А.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Процес пресування паперового або картонного полотна відбувається на пресовій частині. Її призначенням є максимальне видалення вологи з полотна шляхом механічного стискання останнього. Подальше зневоднення матеріалу відбувається в сушильній частині, яка є найбільш енергоємною. При цьому підвищення сухості картону на пресовій частині на 1% зменшує витрати пари на сушильній частині на 5%. Тому модернізація пресової частини з підвищенням кінцевої сухості полотна є актуальним.

Аналіз літературних джерел показав, що існує багато конструкцій пресів: башмачний прес, поворотний, прес з розширеною зоною пресування, гарячий, жолобчатий, офсетний та ін. При виробництві картону широкого застосування знайшов поворотний прес як перший прес для зневоднення картонного полотна після формуючих циліндрів. Схема поворотного пресу показано на рисунку 1.



1 – верхній вал; 2 – нижній вал; 3 – сукно; 4 – вал сукно ведучий; 5 – механізм прижиму; 6 – картонне полотно
Рисунок 1 – Схема пресу поворотного

Одним з варіантів компоновки пресу є встановлення нижнього відсмоктуючого валу та литого стонітового верхнього. Фільтрування води при пресуванні у відсмоктуючому пресі відбувається в поперечному напрямку, тому шлях який проходить вода по сукну в 3-10 разів менший ніж в пресах з поздовжньою фільтрацією (звичайні преси), де на шляху руху води створюється значний опір потоку. Це вимагає створення високого гідравлічного тиску, що часто приводить до роздавлювання полотна картону. На даний час відсмоктуючи преси застосовуються переважно замість звичайних пресів бо мають ряд переваг – сухість полотна на 1 – 2 % вище ніж при звичайному пресі, забезпечується більш рівномірна сухість по ширині полотна, зменшується число обривів, сухість полотна, що надходить на прес може бути меншою, при цьому зменшується можливість роздавлювання полотна, збільшується термін роботи сукна в 1.5...2 рази.

Перелік посилань

1. Новиков Н.Е. Прессование бумажного полотна.- М.: Лесная пром-сть, 1972.- 240 с.
2. Примаков С. П., Барабаш В. А. „Технологія паперу і картону” Київ ЕКМО 2002.
3. Чичаев А.А. „Оборудование целлюлозно-бумажного производства” двух томах. Том 2 „Бумагоделательные машины”– М. „Лесная промышленность” 1981.– 264 с.
4. Эйдлин И.Я. „Бумагоделателбные и отделочные машины” М. “Лесная промышленность” 1970.- 624 с.

УДК.676.056.42

ПРЕС ПАПЕРОРОБНОЇ МАЩИНИ З РОЗРОБКОЮ НИЖНЬОГО ВАЛУ

асист. Новохат О.А., студент Жаркой Р.В.
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

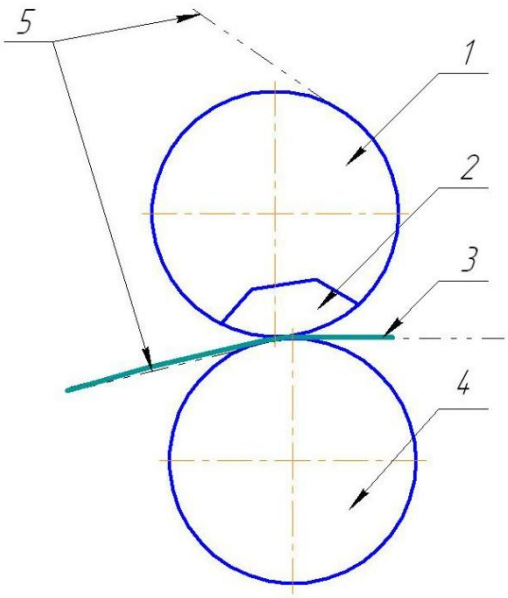
Целюлозно-паперове виробництво є одним з найбільш енергозатратних. Воно складається з багатьох етапів. Завданням є отримання паперового полотна на папероробній машині, де воно формується, зневоднюється, сушиться, оброблюється та намотується в рулони.

Процес зневоднення за рахунок сушіння, в сушильній частині папероробної машини, є найбільш енергомістним. При цьому, збільшення сухості паперового полотна на попередній пресовій частині на 1% зменшує витрати енергії в сушильній частині на 5%. Тому розробка пресової частини з покращеними характеристиками є актуальним.

Існує багато різноманітних конструкцій пресів. Прес з розширеною зоною пресування, багатовальний прес, прес з перфорованим чи жолобчастим валом, “гарячий” прес тощо. Аналіз показав, що існуючу конструкцію звичайного преса з гладким валом доцільно модернізувати, замінивши нижній вал на жолобчастий. Разом з верхнім валом з відсмоктуючою камерою це дозволить збільшити інтенсивність зневоднення та кінцеву сухість паперового полотна в цілому.

Схема розроблюваного преса показана на рис.1.

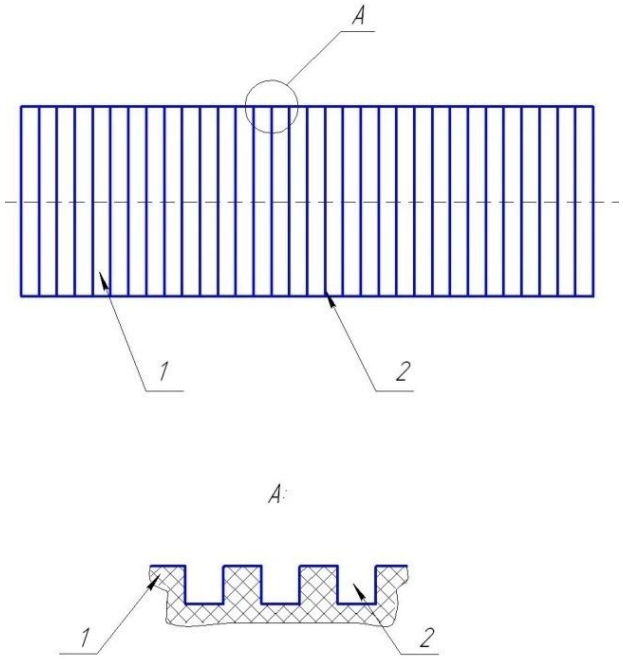
Нижній вал пресу – жолобчастий, тобто гумований з нанесеними на нього канавками (жолобками). Конструкцію нижнього валу пресу показано на рис.2.



1 - верхній вал пресу з відсмоктувальною камерою. 2 - відсмоктувальна камера верхнього валу пресу. 3 - паперове полотно.4 - нижній вал пресу жолобчастого типу.

5 - сукно.

Рис. 1. - Схема пресу жолобчастого.



1 - гумована поверхня 2 - жолобки.

Рис.2. – Схема нижнього валу пресу жолобчастого.

Список літератури.

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

УДК 676.05

СУШИЛЬНА ЧАСТИНА ПАПЕРОРОБНОЇ ЧАСТИНИ

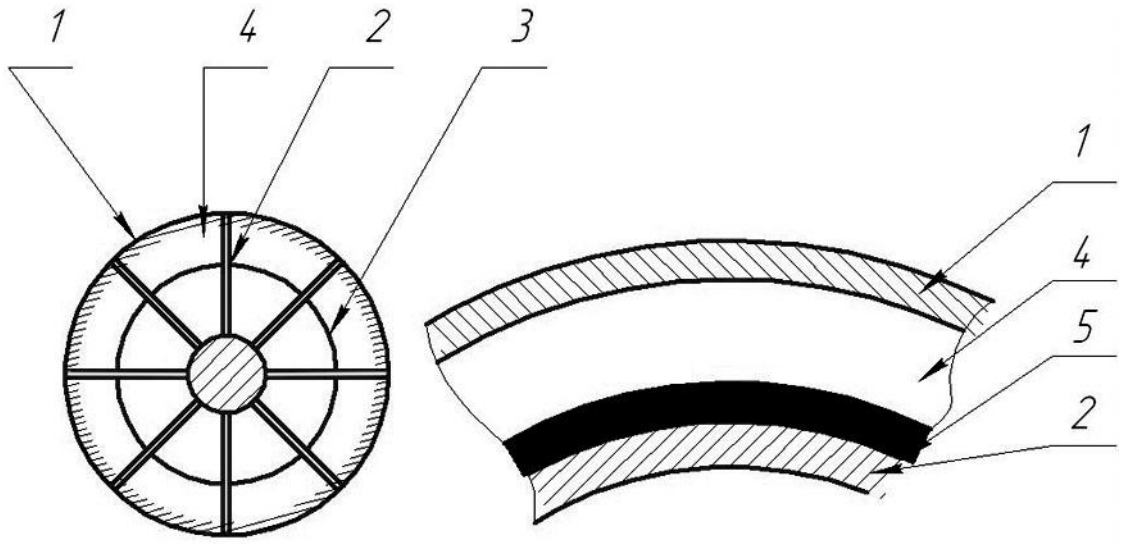
ст. викладач Зайцев С.В., студент Невінський О.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Процес сушіння паперу відбувається в сушильних частинах папероробної машини. Аналіз конструкції сушильних частин показав, що найбільш поширеним є контактний метод сушіння [1]. Серед сушильних частин з контактним методом сушіння найпоширенішими є конструкції з двоярусним розміщенням сушильних циліндрів, рідше одноярусних. Особливу компоновку мають папероробні машини для виготовлення санітарно-гігієнічного паперу та паперу з односторонньою гладкістю. Сушіння цих паперів здійснюється на лощильному циліндрі.

При контактному методі сушіння тепло передається вологому полотну безпосередньо від нагрітої поверхні сушильного циліндра. Проте разом з такими перевагами, як відносно високий коефіцієнт теплопередачі та якість сушіння, цей метод має ряд недоліків, основними з яких є значна металоємність конструкції сушильної частина папероробної частини і великі енергетичні витрати на процес сушіння [2].

Розрахунки показали, що недоліком цієї конструкції є значні теплові втрати через погане прилягання паперового полотна до гріючої поверхні, велику товщину зовнішньої оболонки сушильного циліндру та теплові втрати на його внутрішній поверхні. Останнє пов`язано з утворенням плівки конденсату, що являє собою додатковий термічний опір.

Для зменшення теплових втрат була запропонована конструкція сушильного циліндра, що зображена на рис. 1.



1 – зовнішня оболонка, 2 – несуче тіло, 3 – внутрішня оболонка,
4 – порожнисті камери, 5 – теплоізоляційний матеріал.
Рисунок 1 – Сушильний циліндр

Сушильний циліндр складається з максимально тонкої оболонки, яка змонтована на несучому тілі сушильного циліндра та внутрішньої оболонки з нанесеним шаром теплоізоляційного матеріалу. При цьому між несучим тілом і зовнішньою оболонкою залишають кілька аксіально розташованих порожнистих камер, через які протікає гарячий теплоносій, а для збільшення площі контакту теплоносія із зовнішньою оболонкою, внутрішня сторона зроблена рифленою.

Перелік посиланнь

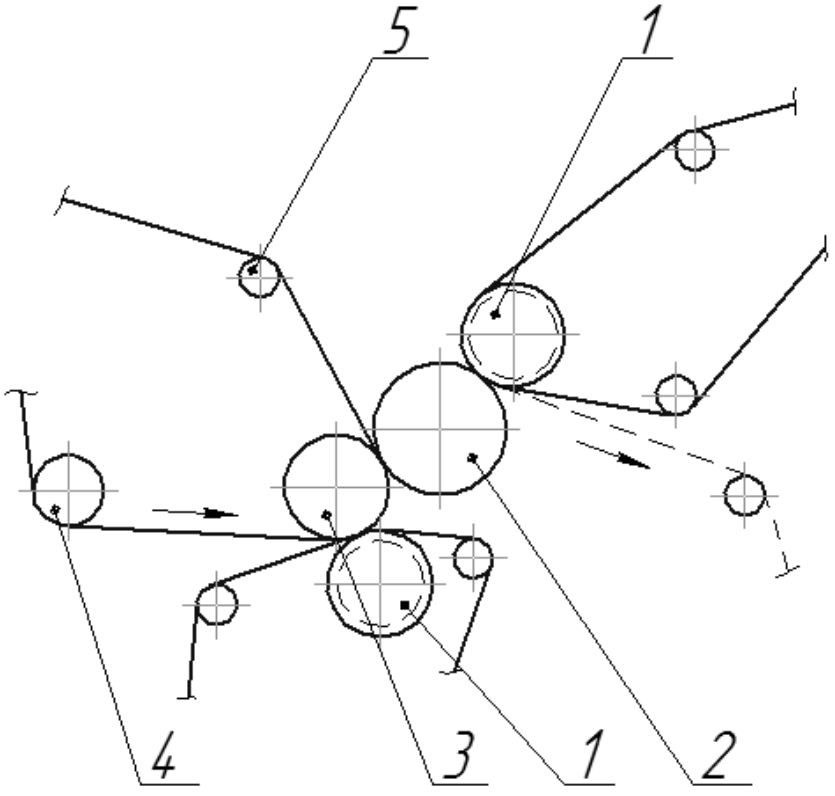
1. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. В 2-х томах. Т.2. Бумагодетальные машины / В.А. Чичаев, М.Л. Глезин, В.А. Екимоваи др. – М.: Лесная пром-сть, 1981.-264 с.
2. Технология бумаги. Д.М. Фляте. Учбник для вузов. – М.: Лесн. Пром-сть, 1988-440с.

УДК 676.02

ТРЬОХВАЛЬНІЙ ПРЕС КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ

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

В останній час, з розвитком промисловості зростають обсяги споживання продукції целюлозо-паперового виробництва, що потребує збільшення відповідних потужностей шляхом введення нових або модернізації існуючих. Модернізація існуючих потужностей дешевша і простіша. В зв`язку з цим були проведені значні роботи в області інтенсифікації процесу пресування паперового полотна, оскільки відомо, що збільшення сухості паперового полотна після пресів на 1% дозволяє знизити витрати пари в сушильній частині машини до 5% [1]. Висушування в 10-15 разів дорожче видалення такої ж кількості води віджиманням на механічних пресах. Тому модернізація пресових частин картоноробної машини (КРМ) з метою збільшення кінцевої сухості картонного полотна є актуальною задачею, особливо враховуючи зростання цін на воду та енергоносії.



1- жолобчатий вал; 2- гранітний вал; 3- відсмоктуючий вал; 4- сітко ведучий вал; 5- сукноведучий вал

Рисунок 1- Схема комбінованого преса КРМ.

Пресова частина КРМ складається з двох або трьох пресів в залежності від продуктивності. Перший – відсмоктуючий, нижні вали пресів гумові, верхні – гранітні. Завдяки пневматичним механізмам здійснюється притискання і відведення верхніх валів. Це приводить до збільшення витіснення вологи з картонного полотна, зростання продуктивності КРМ.

Треба відмітити, що відсмоктуючі преси є конструктивно складними та високозатратними, потребують багато енергії на створення вакууму. Тому має сенс використовувати комбіновані преси (рис.1), які містять один відсмоктуючій вал, можуть працювати при значних лінійних тисках та дають змогу отримати більшу кінцеву сухість картонного полотна порівняно зі звичайними відсмоктуючими пресами.

Комбінований прес ефективніший при зневодненні картонного полотна перед пресом і дозволяє отримати сухість 26-30 %. До того ж, вартість і експлуатаційні витрати комбінованого преса не перевищують 60 % вартості і експлуатаційних витрат відсмоктуючого вала. Таким чином комбінований прес можна використовувати в якості першого преса КРМ.

Перелік посилань

1. Новиков Н.Е., Прессование бумажного полотна. М. «Леснаяпромышленость», 1972 – 240 с.
2. Чичаев В.А., Оборудование целлюлозно-бумажного производства в двух томах. Том 2. «Бумагоделательные машины» М. «Лесная промышленность», 1981 – 264 с.

УДК 676.026.522

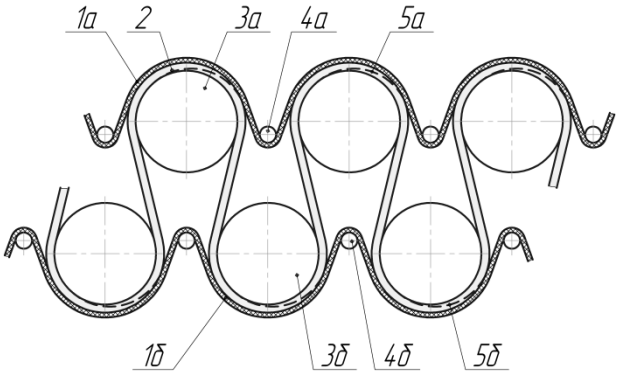
АНАЛІЗ СУШИЛЬНИХ ЧАСТИН ПАПЕРОРОБНИХ МАШИН

асист. Новохат О.А., студент Пустовіт А.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Зневоднення паперового полотна в целюлозно-паперовому виробництві реалізується в декілька етапів: на сітковій частині, пресовій і далі в сушильній частині папероробної машини. Інтенсивність видалення вологи зменшується по ходу руху паперового полотна. Це пов'язано з тим, що спочатку видаляється у великій кількості вільна волога. Далі зневоднення ускладнюється тим, що в полотні залишається волога в капілярах та хімічно зв'язана. Відповідно, остання по видаленні вологи сушильна частина є найбільш енергоємною. Тому покращення процесу сушіння паперу зі зменшенням витрат енергії є актуальним.

Аналіз сучасних папероробних машин (ПРМ) показав, що найпоширенішим методом сушіння паперу є сушіння контактним (кондуктивним) методом на сушильних циліндрах. Рідше застосовують конвективне сушіння, фільтраційне, в вакуумі, токами високої частоти та ін.

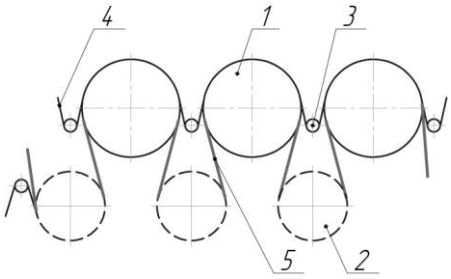
На рисунку 1 зображено схему сушильної частини з контактним методом сушіння.



а, б – верхній та нижній ряди; 1а, 1б – сукно/сітка; 2а, 2б – паперове полотно. 3а, 3б – циліндри сушильні; 4а, 4б – сукно/сітковедучі вал; 5а, 5б – переміщення вологи в паперовому полотні

Рисунок 1 – Схема сушіння паперу на сушильних циліндрах

Іншою модифікацією контактного методу на сушильних циліндрів є слаломне сушіння (рис. 2). Інтенсивність процесу дещо нижча, проте за рахунок відсутністю вільного пробігу паперового полотна різко знижується вірогідність обриву.



1 – сушильний циліндр; 2 – продувний валик; 3 – сукно- або сітковедучий валик; 4 – сукно або сітка; 5 паперове полотно

Рисунок 2 – Схема слаломного сушіння

Основним елементом сушильного сушіння контактним методом є сушильний циліндр (рис. 3).

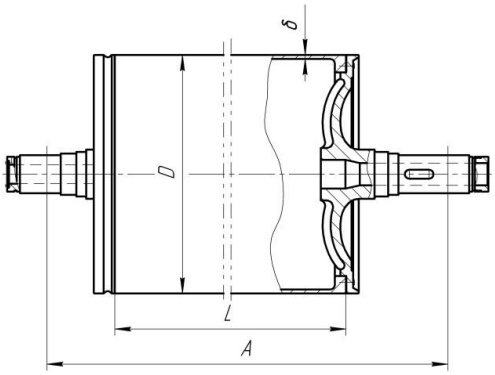


Рисунок 3 – Схема циліндру сушильного

В разі сушіння санітарно-гігієнічного паперу застосовують лощильний циліндр, котрий по конструкції близький до сушильного (рис. 4).

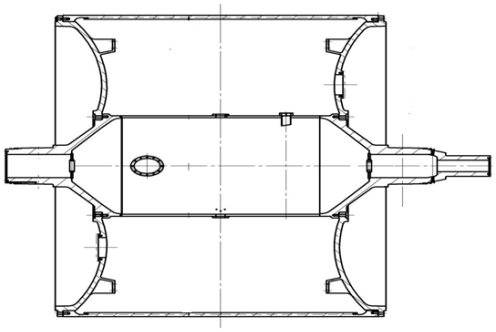


Рисунок 4 – Схема циліндру лощильного

Перелік посилань

1. Лыков М. В. Сушка в химической промышленности – М.: Химия, 1970. – 483с.
2. Эйдлин И.Я. „Бумагоделателбные и отделочные машины” М. “Лесная промышленность” 1970.- 624 с.

УДК 676.05

МОДЕРНІЗАЦІЯ НАКАТУ ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ У ВИРОБНИЦТВІ САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНОГО ПАПЕРУ

асист. Мельник О.П., студент Пустовіт В.А.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут

Накат є завершальним пристроєм папероробної машини, який здійснює намотування паперу у рулони. Основною вимогою до накату є рівномірність щільності рулона та щільна намотка паперу, необхідна для його нарізування, транспортування, зберігання, обробки та переробки.

Периферичний накат застосовують на всіх швидкохідних та широкоформатних папероробних машинах. Основною його перевагою є можливість рівномірної та щільної намотки при будь-якій швидкості та ширині машини, а також при меншому натяжінні паперового полотна, ніж на інших накатах. Тому робота направлена на модернізацію існуючих конструкцій периферичних накатів є актуальною задачею.

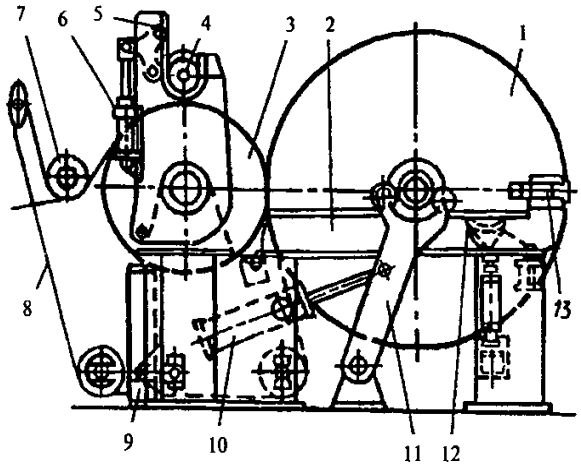
В данному проекті для покращення роботи накату запропоновано модернізацію гальмівного пристрою рулону. Оскільки саме від нього залежить швидкість зупинки намотаного рулону, а отже і час його перезаправки.

До конструкції модернізованого пристрою буде входити пневмоциліндр, поршень та шток, до якого шарнірно кріпиться колодка з фрикційною накладкою, що виконана з ферадо. Ферадо складається з фібри з вкрапленнями мідної стружки та має великий коефіцієнт тертя ($f = 0,3$).

Тормозний момент створюється силою тертя, яка виникає в результаті притискання колодок до шківів тамбурного вала. Максимальна сила притискання дорівнює вазі рулону з тамбурним валком, а оптимальна залежить від величини часу гальмування.

В периферичному накаті рулон паперу, що намотується прижимають до приводного циліндру накату, який обертається з постійною кутовою та відцентровою швидкістю.

Поки проводять намотку паперу на тамбурний валок, встановлений на приймальних важелях, намотаний рулон, що знаходиться на робочих важелях, знімають спеціальним краном. Для швидкої зупинки відведеного рулону використовують гальмівний пристрій. Після цього починається намотування наступного рулону, який переводять з приймальних важелів на звільнені робочі.



1 — рулон паперу, що намотується; 2 — станина; 3 — циліндр наката; 4 — тамбурний валик; 5 — приймальний важіль; 6 — пневмоциліндр прижима тамбура; 7 — разправляючий валик; 8 — заправочний канатик; 9 — циліндр привода поворота приймальних важелів; 10 — циліндр привода основних (рабочих) важелів; 11 — основной ричаг; 12 — гальмівний пристрій рулону; 13 — демпфер.

Рисунок 1 – Периферичний накат

Запропонована модернізація дозволить підвищити продуктивність та надійність роботи папероробної машини та покращить економічні показники.

Перелік посилань

1.Справочник технолога – машиностроителя. Т 1 и 2 / Под ред. А. Г. Кисиловой и Р. К, Мещерякова – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985-1986 г.
2. Примаков С. Ф., Барбаш В. А. Технология бумаги и картона: Учебное пособие для вузов.- М.: Экология, 1996.
3. Чичаев В. А. Оборудование целлюлозно- бумажного производства. М.: Лесная промышленность в двух томах. Том 2. Бумагоделательные машины. 1991.

УДК 676.056.42

ПРЕСОВА ЧАСТИНА ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ

Асистент Новохат О.А., студент Сапронов К.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Процес пресування паперового полотна відбувається на пресовій частині папероробної машини (ПРМ) завдяки механічному віджиманню під дією тиску та вакууму. Пресова частина ПРМ повинна забезпечувати такі вимоги:

-максимальне зневоднення ;

-високі механічні та фізичні властивості паперового полотна;

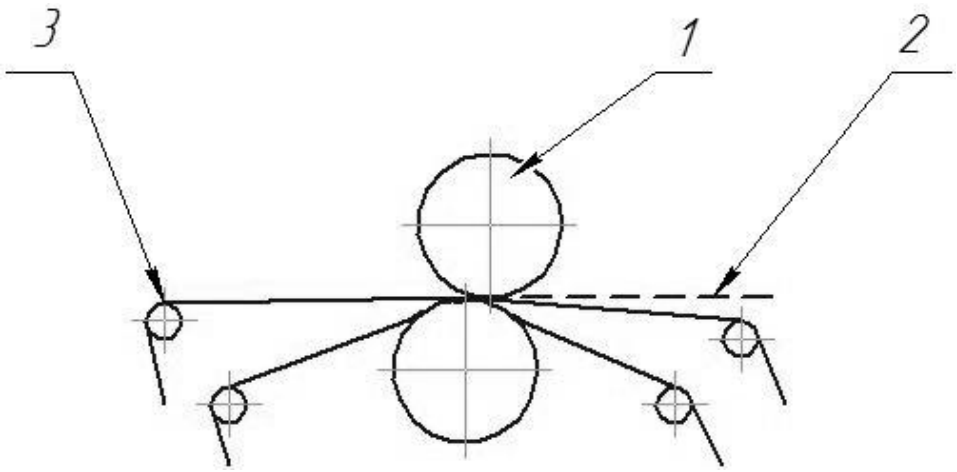
-рівномірну вологість;

-мінімальні ділянки пробігу.

Полотно пропускають через декілька (2—3, рідше 4—5) вальцових пресів, розташованих послідовно. При цьому підвищуються об'ємна маса, прозорість, знижуються пористість і всмоктуюча здатність паперу. Пресування виконується між сукнами, які вбирають віджату вологу і одночасно транспортують полотно. Кожен прес має своє сукно. Нижні вали пресів переважно перфоровані. Вони покриваються спеціальною гумою, що покращує зневоднення і збільшують термін експлуатації. Після пресової частини полотно паперу з сухістю до 45% поступає в сушильну частину. Від роботи пресової частини машини залежить якість отримуваного паперу та витрата енергії на сушильній частині. Отже, на пресовій частині ПРМ дуже доцільно звернуті увагу на конструкцію самого пресу. Адже відомо, що збільшення сухості паперового полотна на пресовій частині на 1% дозволяє зекономити до 5% пари на сушильній, що значно зменшує кількість витраченої енергії.

Аналіз літературних джерел показав, що існують такі конструкцій пресів: башмачний прес, поворотний, прес з розширеною зоною пресування, гарячий, жолобчатий, з підкладною сіткою та ін.

Прес з підкладною сіткою використовують замість нижнього або відсмоктуючого. Його перевага у тому,що завдяки сітки, яка охоплює нижній вал під сукном, відбувається більш інтенсивне зневоднення. Це допомагає зменшити маркування та підвищити кінцеву сухість полотна після пресової частини на 3-7% (рис. 1.).



1-верхній та нижній вали; 2- полотно паперу; 3- сітковедучий вал.
Рисунок 1 - Прес з підкладною сіткою.

Аналіз проблеми пресування паперового полотна встановив наступне:

- процес пресування відіграє важливу роль при виробництві паперу;
- існує багато різноманітних конструкцій пресів;
- модернізація пресу для збільшення сухості паперового полотна дозволить зменшити затрати енергії в сушильній частині та енергозатрати виробництва паперу вцілому.

Перелік посилань

5. Новиков Н.Е. Прессование бумажного полотна.- М.: Лесная пром-сть, 1972.- 240 с.
6. Примаков С. П., Барабаш В. А. „Технологія паперу і картону” Київ ЕКМО 2002.
7. Чичаев А.А. „Оборудование целлюлозно-бумажного производства” двух томах. Том 2 „Бумагоделательные машины”– М. „Лесная промышленность” 1981.– 264 с.
8. Эйдлин И.Я. „Бумагоделателбные и отделочные машины” М. “Лесная промышленность” 1970.- 624 с.

УДК 676.02

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕССУ ПРЕСУВАННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БАШМАЧНОГО ПРЕСУ

к.т.н. проф. Марчевський В.М., студент Прокоп'єв М.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Протягом останніх років значно зросла вартість енергоносіїв. У зв'язку з цим целюлозно-паперова промисловість потребує більш раціонального використання теплової енергії.

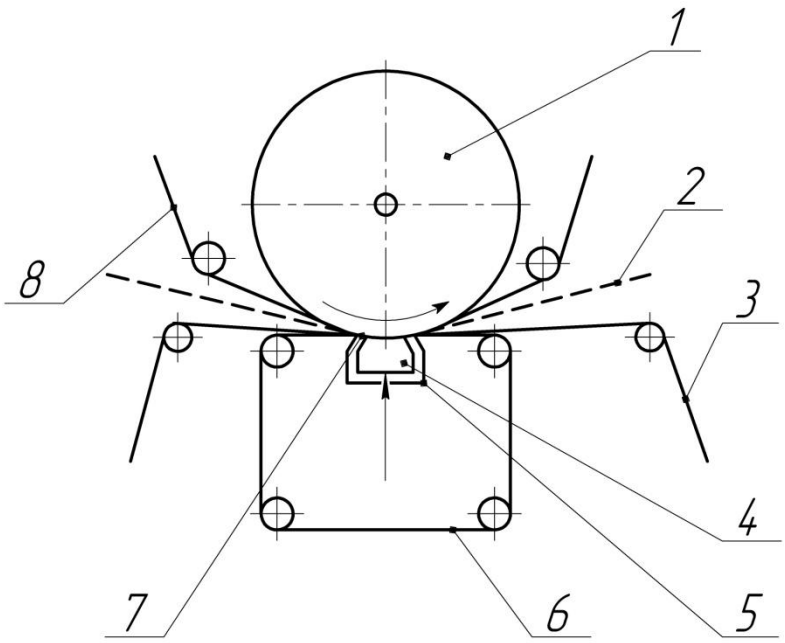
На сушіння паперового полотна у сушильній частині папероробної машини витрачається велика кількість тепла. Одним з можливих шляхів економії витрат на виробництво паперу є зменшення кількості пари, що подається до сушильних циліндрів за рахунок підвищення сухості паперового полотна після пресової частини ПРМ.

Робота пресової частини папероробної машини оцінюється по кількості води, що видаляється, і рівномірній вологості по ширині полотна після пресів. Зневоднююча спроможність пресової частини залежить в першу чергу від довжини зони контакту валів та від кількості цих зон. При пресуванні одночасно із зневодненням полотна змінюється його структура, збільшуються площа контакту між волокнами та сила зчеплення між ними [1].

Вітчизняні папероробні машини забезпечують сухість полотна після пресової частини близько 35-40%.

Метою дослідницької роботи є розробка пресів, завдяки яким вологість полотна перед сушильною частиною може бути зменшена до 30-40%.

Існує декілька конструкцій пресових валів, у яких зона пресування збільшена до 250 мм, за рахунок спеціального пресового башмака, що прижимається до валу гідроциліндром.



1– верхній вал, 2 – полотно, 3 – нижнє сукно, 4 – башмак, 5 – камера, 6 – стрічка, 7 – місце подачі рідини для змащування, 8 – верхнє сукно.

Рисунок 1 – Схема башмачного преса

На сьогоднішній день, преси з подовженою зоною пресування (башмачні преси) працюють з лінійним тиском до 1100 кН/м і дозволяють отримати сухість полотна до 55% [2].

Підвіщення сухості паперового полотна досягається за рахунок підвищення часу проходження паперового полотна у захваті пресу, а отже дозволить зекономити не тільки витрати пару на сушильній частині, а й металоємність пресової частини в цілому. Крім того, така конструкція преса дозволяє використовувати і інші методи інтенсифікації пресування полотна (наприклад застосування валу з глухими отворами, жолобчатого валу, гарячого пресу).

Подальші дослідження направлені в сторону збільшення лінійного тиску у захваті башмачного пресу, за рахунок подачі стиснутого повітря в камеру башмака.

Перелік посилань

1. Оборудование целлюлозно-бумажного производства : в 2-х томах: Т.2 : Бумагоделательные машины / В.А. Чичаев, М.Л. Глезин, В.А. Екимова – М.: Лесн. пром., 1981 – 264 с.

2. Технологія виробництва паперу і картону : навч. посіб./ Друге видання, переробл./ С.П. Примаков, В.А. Барбаш – Київ: ЕКМО, 2008.- 425 с.

УДК 621.928

УСТАНОВКА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУСПЕНЗІЙ

студент Черепанов М. С., професор Марчевський В. М.
Національний технічний Університет України
«Київський політехнічний інститут»

Існуючі установки для визначення фільтраційних властивостей суспензії мають ряд недоліків. Наприклад загальновідомий виріб СР (Шоппер-Ріглера) не забезпечує постійного тиску під час експерименту, адже висота стовпа суспензії в ході досліду зменшується. В установках Дарсі постійність гідростатичного тиску забезпечується за рахунок безперервного поступання і зливу суспензії, але ці установки не забезпечують постійної концентрації. Крім того розмірність в умовних градусах (◦ШР) не дозволяє підставити отримані за допомогою приладу СР значення водовіддачі в розрахункові залежності. Це змушує нас до пошуку експериментальних залежностей між швидкістю фільтрації і ступенем помолу.

Описана в минулій доповіді лабораторна установка дає можливість моделювання умови листоутворення на деяких формуючих пристроях. Таким чином вдалося встановити залежності параметрів фільтрації від помолу маси однакової композиції в межах 20 – 60 ◦ШР для звичайних циліндрових формуючих пристроїв. На рисунку 1 показана залежність середньої швидкості фільтрації при різних тисках.

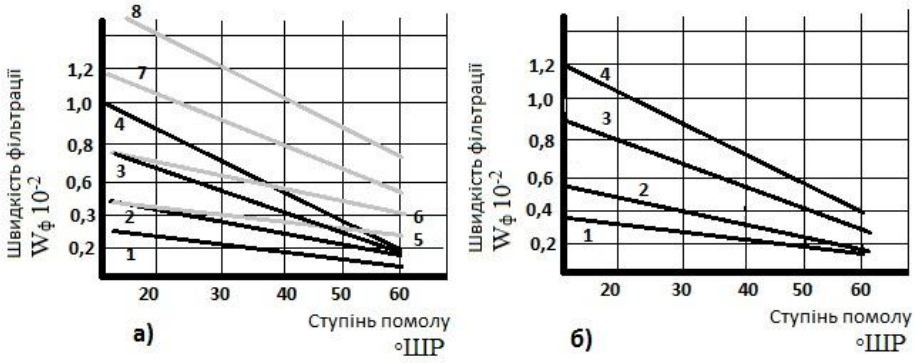


Рис. 1. (а,б) Залежність швидкості фільтрації від градусу помолу:
Для тиску: прямі 1-5 – 500 Па; прямі 2-6 – 1000 Па; прямі 4-8 – 5000 Па
а) для шару, масою 1м^2 1-4 – 400 г/м^2; 5-8 - 150 г/м^2
б) для шару, масою 200 г/м^2

Ця залежність має вигляд: $W_ф = A - B$. Тут $W_ф$ - середня швидкість фільтрації, що визначається експериментально, м/с. A величина, що максимально можливої (гіпотетичної) швидкості фільтрації при малиш значеннях градусу помолу. B - тангенс кута нахилу прямих до вісі абсцис.

СЕКЦІЯ 5

«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА»

УДК 531/534(075.8)

ЗАКОНИ КЕПЛЕРА ПРО РУХ ПЛАНЕТ ТА ЗАКОН ВСЕСВІТНЬОГО ТЯЖІННЯ

студент Яроцький С.М., доцент, к.т.н. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Йоганн Кеплер (1571 - 1630) - засновник трьох законів про рух планет в кінетичній формі, які покладені в основу небесної механіки.

1.Планети рухаються по еліптичних орбітах, в одному з фокусів яких розміщується Сонце.

Рівняння траєкторії планети в полярних координатах $r = \frac{p}{1 + e\cos\varphi}$, де p=$b^2$/ a – параметр еліпса; a – велика піввісь еліпса; b – мала піввісь еліпса;e = $\sqrt{a^2 - b^2}$/ a – ексцентриситет,(e< 1).

2. Радіуси-вектори планет, проведені від Сонця, за однакові проміжки часу описують однакові площі.

3. Відношення кубів великих півосей орбіт до квадратів тривалостей обертання для всіх планет Сонячної системи однакове:

$\frac{T^2}{T_1^2} = \frac{a^3}{a_1^3}$ або $\frac{a^3}{T^2}$ = const.

На основі законів Кеплера можна вивести закон всесвітнього тяжіння. За другим законом Кеплера планети рухаються під дією центральної сили, що дозволяє використати другу формулу Біне (підставимовираз для rз першого закону Кеплера)

$$F = F_r = -\frac{mC^2}{r^2}\left[\frac{d^2}{d\varphi^2}\left(\frac{1 + e\cos\varphi}{p}\right) + \frac{1 + e\cos\varphi}{p}\right] = -\frac{mC^2}{pr^2}.$$

Врахувавши механічний зміст довільних сталих C і p($C^2/p = \gamma M$, де M – маса Сонця, γ – гравітаційна стала), отримаємо$F_r = -\gamma\frac{mM}{r^2}$. Цей закон справедливий для всіх тіл, тому називається законом всесвітнього тяжіння і формулюється так: два тіла притягуються із силою, що прямо пропорційна добутку їхніх мас і обернено пропорційна квадрату відстані між ними.

УДК 531/534(075.8)

ІСТОРІЯ ВИНИКНЕННЯ МІР МЕХАНІЧНОГО РУХУ. ЇХ РОЛЬ У МЕХАНІЦІ

студентка Слободянюк К.С., доцент, к.т.н. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Основними мірами руху є вектор кількості руху $m\vec{V}$ і кінетична енергія $\frac{mV^2}{2}$ (або «жива сила»). Коротко зупинимося на історії виникнення мір механічного руху.

Видатний французький учений Р.Декарт на основі спостережень дійшов висновку, що при поступальному русі тіл їхні динамічні властивості визначаються кількістю руху $m\vec{V}$. А німецький учений Г.Лейбніц установив, що динамічні властивості тіл характеризуються величиною, пропорційною добутку маси на квадрат швидкості (mV^2). Цю величину він назвав «живою силою». При цьому Лейбніц вважав, що кількість руху $m\vec{V}$ може бути мірою лише статичних взаємодій тіл, які він назвав «мертвими силами». Р.Декарт запропонував свою міру руху в 1644 р., а Г.Лейбніц – у 1685 р.

З часом, Г.Лейбніц довів, що міра руху суперечить положенню Р.Декарта про сталість $m\vec{V}$. Так, якби це відбувалось, то сила, тобто загальна кількість руху, постійно збільшувалась або зменшувалась би у природі. Прихильники Р.Декарта були категорично проти цього аргументу. Саме тоді розпочалася тривала суперечка, яка розколола вчених Європи на два табори. Тільки Д'Аламбер зумів покласти цьому край. Проте виникло нове питання : як узгодити, що механічний рух має дві суперечливі одна одній міри.

Лише в XX ст. в релятивістській механіці полеміка про дві міри механічного руху остаточно завершилась. З'ясувалося, що кількість руху і кінетична енергія є окремими мірами механічного руху, які слід об'єднати в одну загальну міру руху.

У релятивістській механіці користуються складною мірою руху – тензором енергії –імпульсом,який внутрішньо об'єднує обидві міри механічного руху – Декарта і Лейбніца.

Закономірності, що є в механіці, так само як і закономірності, які характеризують більш складні форми руху матерії, підпорядковуються загальним положенням діалектичного матеріалізму. В теоретичній механіці міри руху є основою для встановлення загальних теорем динаміки.

УДК 531/534(075.8)

З ІСТОРІЇ РОЗВИТКУ ДИНАМІКИ

студентка Борисенко Є.Ю., доцент, к.т.н. Штефан Н.І.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Людину завжди цікавили закони руху. Їх пізнання було повільним і не завжди вдалим. Тільки лише внаслідок тривалих спостережень були правильно сформовані закони руху.

Основи динаміки були розроблені у XVI-XVII ст., коли суспільна практика поставила перед ученими низку найважливіших проблем. Важливу роль у розвитку динаміки відіграло відкриття М.Коперником геліоцентричної системи. Й.Кеплер установив, що орбіти планет є не колами, а еліпсами з незначним ексцентриситетом. Користуючись спостереженнями Тіхо Браге над рухом планет, Кеплер відкрив закони їхнього руху. Леонардо да Вінчі належать дослідження руху тіла по похилій площині, теорії механізмів, закони інерції. Г.Галілей експериментально довів закон падіння тіл у пустоті, дослідив рух математичного маятника, вперше сформулював принцип відносності класичної динаміки. Р.Декарт ввів поняття про кількість руху як про міру механічного руху, відкрив закон збереження кількості руху. Х.Гюйгенс розв’язав ряд задач про рух простого і складного фізичних маятників, вперше використав у динаміці вираз для осьового моменту інерції матеріальної системи та кінетичної енергії, але не називав їх цими термінами.

Засновником динаміки як цілісної науки є І.Ньютон. Він вперше сформулював основні закони динаміки, ввів поняття маси і узагальнив поняття сили. Йому належить відкриття закону всесвітнього тяжіння. Аналітично динаміку виклав Л.Ейлер, який довів теорему про зміну кінетичного моменту, побудував теорію моментів інерції, ввів поняття потенціального силового поля, відкрив один із принципів механіки, який названо його ім’ям. М.В.Ломоносову належить відкриття закону збереження матерії та руху. Наприкінці XIX ст. зародилася механіка тіл змінної маси, засновником якої є І.В.Мещерський. У другій половині XX ст. з’явився новий напрям науки-робототехніка, основою якої стала теоретична механіка. XX ст. називають ще і століттям механіки нелінійних коливань. В кінці XX ст. в Україні бурхливий розвиток отримала теоретична механіка, яка є основою для побудови теорії пружності, теорії пластичності, гідроаеромеханіки та ін.

СЕКЦІЯ 6

«ДЕТАЛІ МАШИН»

УДК 62-585.9.621.85522

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ В ШАРНІРАХ ПРИВІДНИХ ЛАНЦЮГІВ

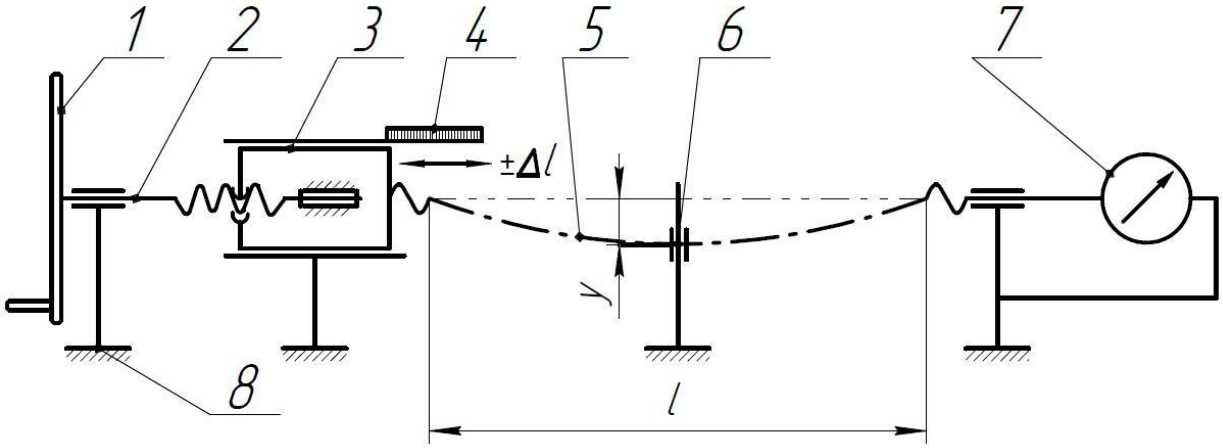
с. н. с. Герасимов Г. В., студенти Гапонюк М. М., Мітусов Р. О., Степанюк Д. А.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Привідні ланцюги мають досить складну будову і асинхронну кінематику на ведучій та веденій зірочках. В Радянському Союзі виробництвом ланцюгів займалися Ленінградський завод «Красний металист», Фрунзенський завод, Московський завод «Красная звезда», Ульянівський завод, Юрюзанський механічний завод та інші.

В публікаціях до 80-их років були практично відсутні дані про коефіцієнт тертя "f" в шарнірах ланцюгів. Перші способи їх визначення були опубліковані в авторських свідоцтвах №1273777 В.П. Аврамова, В.В. Єпіфанова, Г.Г. Чумуклієва у 1985 році та № 1714468 В.П. Аврамова, В.В. Єпіфанова, В.Н. Трушкиним у 1989 році, проте відповідної точності не було отримано.

Метою створеної установки була запропонована схема з підвищеною достовірністю результатів дослідження "f", спрощення його виміру та забезпечення точності вимірювань (рис.1). Це досягалось тим, що в обладнанні для визначення "f" в шарнірах ланцюгів, превалював їх розтяг між рухомою і нерухомою опорами з закріпленими в них кінцями піддослідного ланцюга, забезпеченими пристроями для вимірювання натягу, прогину і деформації.



1 – штурвал, 2 – гвинт, 3 – гайка-пуансон, 4 – лінійка,
5 – ланцюг, 6 – штангенрейсмус, 7 - динамометр, 8 - рама.

Рис. 1 – Схема експериментального стенду

Відповідно до схеми, нами був виготовлений експериментальний стенд.

Для визначення "f" була використана маловідома формула механіки:

$$f = \frac{ql^2 - 8yF}{24dF},$$

де q – питома вага (кг/м), l – довжина ланцюга (м), y – прогин (м), F – сила натягу ланцюга (кг), d – діаметр валика шарніру (м).

Дослідженню підлягав ланцюг ПР 19.05-3180, ГОСТ 13568-88, крок p=19,05 мм, d=5,94 мм, q=1,9 кг/м. Довжина ланцюга l=0.67 м, число ланок z=35.

Величини вхідних і розрахункових параметрів визначалися експериментально. Результати вимірів і розрахунків заносимо в таблицю:

Табл. 1

Значення експериментальних даних дослідження

F	y	l^2	ql^2	$24dF$	$8yF$	f
150	0,00025	0,45	0,855	21,6	0,3	0,027

Запропонована методика дозволяє визначити “f ” в шарнірах ланцюга. При силі розтягу 150кг – “f ” = 0,027.

Висновки. Складена конструкторська схема стенда. Створена експериментальна установка (рис. 2). Досліджено стандартний ланцюг ПР 19.05-3180, ГОСТ 13568-88. Визначене значення “f ” в шарнірі. З’явилась можливість визначати вплив розтягу ланцюга на “f ”.

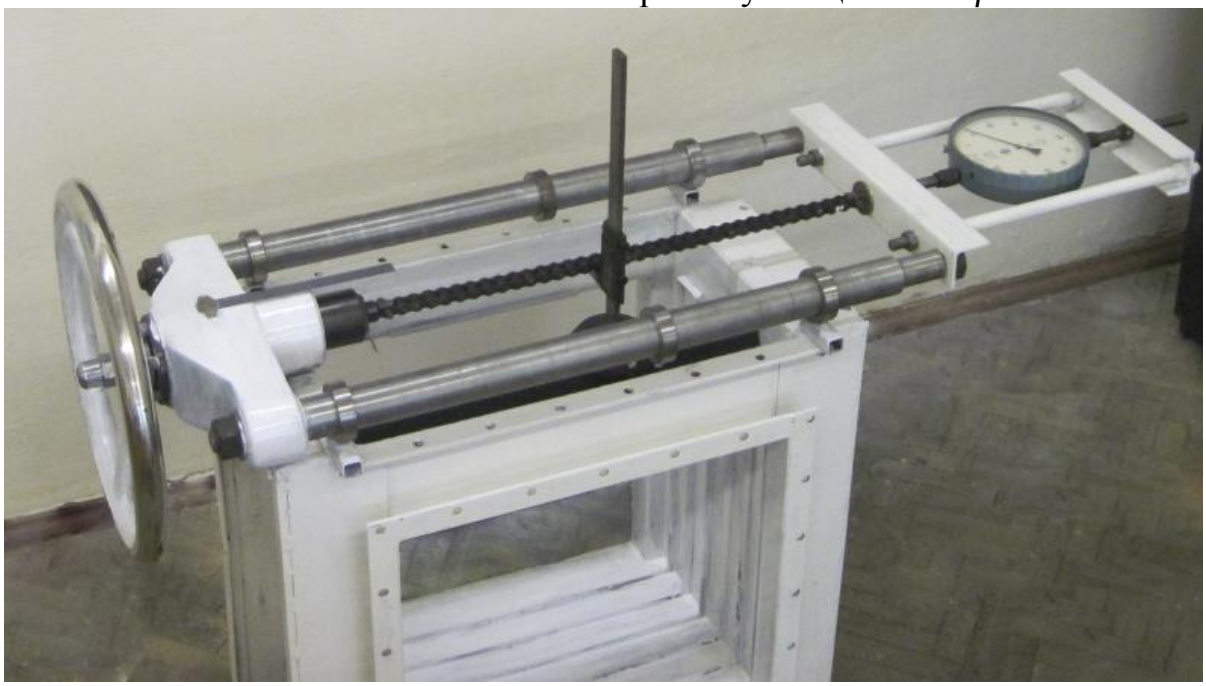


Рис. 2 – Експериментальний стенд з ланцюгом ДМ-11

Автори виражають подяку заслуженому винахіднику України, доц. Тривайло М. С. за цінні поради при створенні “ДМ-11”.

УДК 620.172.15

ДО МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ТВЕРДОСТІ НАРІЗНОГО КРІПЛЕННЯ

с.н.с. Герасимов Г.В., студенти Григоренко О.В., Малнацький Б.В., Степчук І.В.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Відомо, що твердість є механічним параметром, який займає 2-3 місце після міцності. Дослідженню за твердістю підлягало різьбове з'єднання, виготовлене фірмою "Metalvis" (кріпильні деталі), ЗАО "Солди и К" (м. Київ), до якого відносилися болти та гайки М8…М20 [1] (Рис.1). Твердість була досліджена двома етапами:

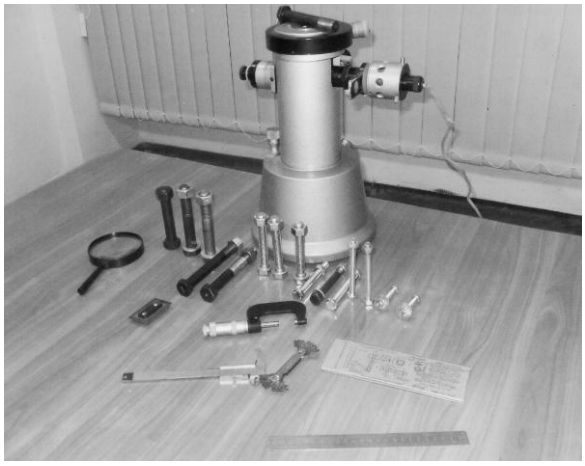


Рис.1 Загальний вид болтів і гайок з мікроскопом МІІ-4

- звичайним (на твердомірі Роквелла, HRC, HRB [2];
- металографічним (на мікротвердомірі ПМТ-3 [3])

У першому випадку виявилося, що твердість головки болта на 10% більша твердості стержня для термічно необроблених матеріалів та на 25% більша твердості стержня для матеріалів, що пройшли термообробку. Мінімальне значення відносного розбиття твердості $HRC_{\min} / HRC_{\max} = \Delta_{HRC} \approx 0{,}97$.

На другому етапі дослідження перевага надавалася мікрошліфам вказаних болтів та гайок. На них було визначено 10 зон. На болтах було виділено 7 зон:

3 – на осьовій площині болта (Рис. 2а) і 4 – на нарізі, а саме 2 – на нормалях до витків болта та 2 – на поперечних перерізах вершин і впадин витків (Рис.2б). Результати підтвердили, що твердість на головці більша за твердість на нарізі та циліндричному тілі болта. Твердості нарізу болта на суміжних гранях дуже близькі за значенням, а також майже рівні номінальному значенню твердості болта. Якщо ж говорити про поперечні перерізи, то твердості виступів і впадин теж практично однакові між собою.

Для гайок були вибрані – радіальний, поперечний та осьовий перерізи (Рис. 2в). Координата точки уколу оговорена [2], закономірності в перерізах визначення не виявлено; на деяких зразках гайок мінімальна і максимальна твердість відрізняється на 40%.

Вивчена картина локальної твердості різних зон болтів та гайок. Випробувана металографічна методика визначення твердості болтів і гайок. Мінімальна твердість досліджуваних зразків лежала в межах 145-225 HV.

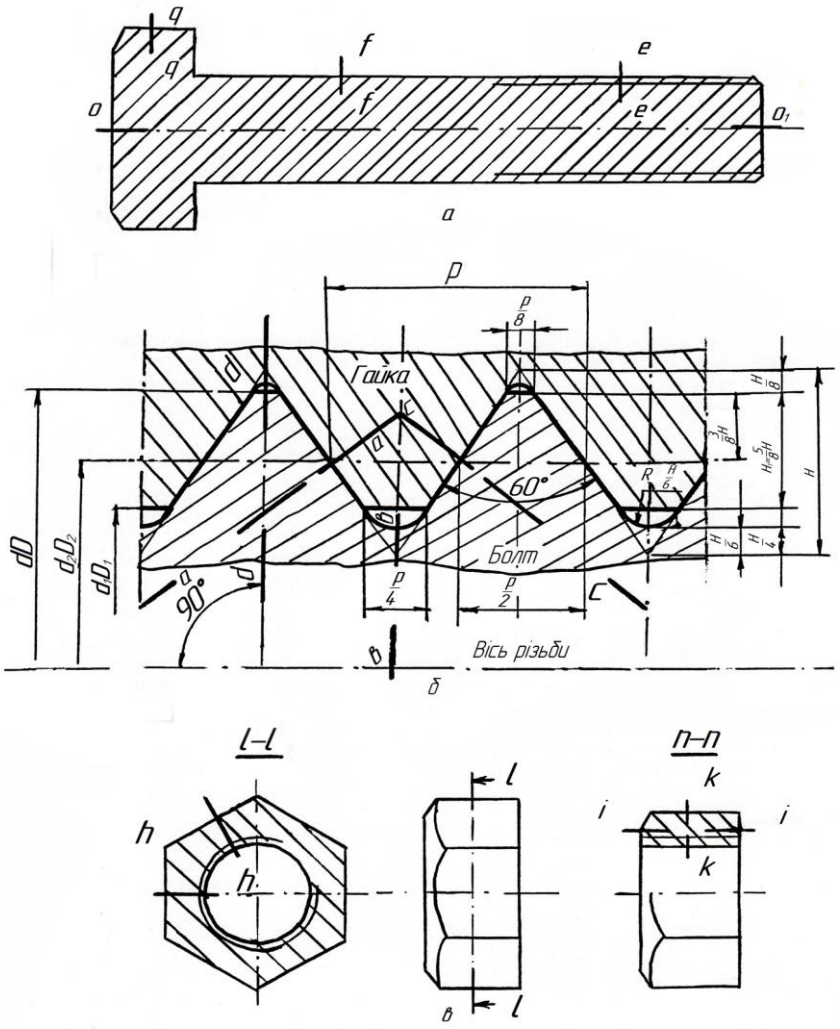


Рис.2. Схеми розташування зон визначення твердості: а – тіла болта, б - різьби, в – тіла гайки.

Перелік посилань

1. ГОСТ 1759.0-87 Болты, винты, шпильки и гайки. Технические условия.
2. Герасимов Г.В., Лихолат И.Г., Стадник В.А. “Применение резьбового крепежа в изделиях машиностроения. Ресурсо-энергосберегающие технологии в промышленности”. Материалы конференции. г. Одесса, Часть 2, К.,1997.
с. 16-17.
3. Герасимов Г.В., Гузенко Ю.М., Красавин А.П. “Определение твердости резьбового крепежа” Деп. в Укр. ИНТЭИ №345 Ук. от 27.08.99. 16 с.

УДК 621.825.5

ЗНОШУВАННЯ РОЛИКІВ ЛАНЦЮГА В ЛАНЦЮГОВИХ МУФТАХ

к.т.н., доц. Скуратовський А.К., студенти Малнацький Б.В., Степчук І.В.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

У нафтовидобувних машинах широко застосовуються ланцюгові муфти, використання яких обумовлене їх компактністю, простотою конструкції і високою здатністю навантаження. Проте, як показує досвід експлуатації, вони часто передчасно виходять з ладу, що обумовлює необхідність їх заміни при непланових простоях машин в період експлуатації,. На підставі обстежень зовнішнього стану ланцюгових муфт після їх експлуатації можна зробити висновок, що однією з основних причин передчасного виходу їх з ладу є знос роликів ланцюга. Метою даної роботи було визначення впливу кутових зміщень півмуфт на зношування роликів ланцюга. При наявності кутових зміщень зубці півмуфт ковзають по роликах вздовж лінії їх контакту. Взаємне ковзання роликів ланцюга і зубців півмуфт при цьому носить зворотно-поступальний характер з швидкістю, яка залежно від обраної точки відліку на периметрі муфти змінюється за законом косинуса або синуса

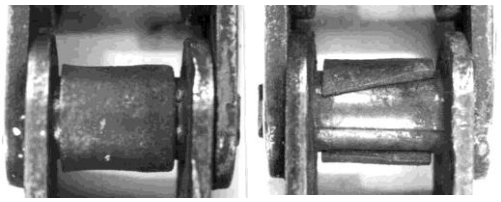


Рис.1. Ролики після експлуатації

$$V_{ск} = dL / dt = 0{,}5 d_d \omega \sin\alpha \cos\varphi$$

де $dL = 0{,}5 d_d \sin\alpha \sin\varphi$ - шлях ковзання за проміжок часу dt.

При цьому внаслідок клинового ефекту ролики безперервно обертаються.

На підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що кутові зміщення півмуфт призводять до зношування роликів ланцюга, яке відбувається внаслідок їх взаємного ковзання з зубцями півмуфт.

Перелік посилань

1. Скуратовский А.К. Исследование условий изнашивания цепных муфт // Проблемы трения и изнашивания. Техника, Киев, 1980 г., вып.17., С.71-75.
2. Скуратовский А.К. Методика исследования взаимодействия деталей цепных муфт// Технология и автоматизация машиностроения, Техника, Киев, 1980 г., вып.25, С.72-74.

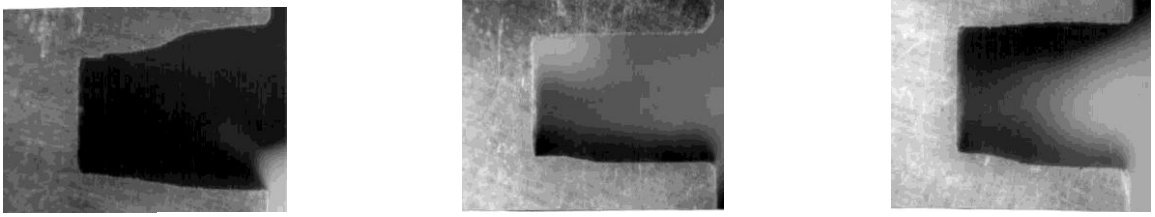
УДК 621.873.3

СТАН ЗНОШЕНИХ КАНАВОК ПОРШНІВ ДВИГУНА

к.т.н., доц. Скуратовський А.К., студенти Григоренко О.В., Татарчук О.О.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Поршневі двигуни внутрішнього згоряння на сьогодні є основою мобільної енергетики всіх галузей господарства, тому питанню підвищення працездатності, надійності і довговічності їх головного, найбільш напруженого органу – циліндро-поршневої групи приділяється велика увага. Від правильного визначення його стану й своєчасного усунення несправностей залежить безвідмовність машини.



1 *2* *3*

Рис.1. *Профілі зношених канавок поршня* (*1, 2, 3* – номери канавок)

Метою даної роботи було визначення стану поршнів двигуна СМД-14 після експлуатаційного напрацювання. Огляд зовнішнього вигляду поршня показав наявність криволінійних профілів канавок, що свідчить про протікання процесу зношування в сполученні кільце-канавка. Цей процес особливо наочно відображений в профілі першої канавки. Слід зазначити, що знос першої канавки поршня в осьовому напрямі по верхній поверхні приблизно в 2,5 разу вище, ніж по нижній поверхні. Це свідчить про нерівномірне силове навантаження сполучення, оскільки при русі поршня вниз під дією газів, що розширюються, верхня поверхня першої канавки зазнає також ударне навантаження. Аналіз даних показує, що при роботі на сполучення кільце-канавка поршня діють тиск газів, сили тертя та сили інерції. Кільце при цьому має складну траєкторію переміщення щодо канавки поршня як в радіальному, так і в осьовому напрямках. Воно крім цього деформується відносно радіальної площини, що призводить до зменшення площі контакту і збільшення питомого тиску. Ці чинники і визначають процес інтенсивного зношування в сполученні кільце-канавка.

Перелік посилань

1. Демко А.А., Надточій О.В., Марченко В.В. Аналіз методів і засобів для ресурсного діагностування циліндро – поршневої групи дизельних двигунів // Механізація сільськогосподарського виробництва. –Зб. наук. пр. НАУ. -Том IV. – К.: 1998.

УДК 621.762

МАГНІТНО-АБРАЗИВНА ОБРОБКА

доц. Скуратовський А.К., студенти Шмельова Д.Ю., Овсяннікова М.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Магнітно-абразивна обробка (англ. magnetic-abrasive machining, нім. Magnetschleifbearfeitung) - абразивна обробка, здійснювана при русі заготовки і абразивних зерен один відносно одного в магнітному полі. Вона є одним з нетрадиційних методів фінішної обробки, який був розроблений порівняно недавно. В якості ріжучого інструменту використовується феромагнітний абразивний порошок, що складається з спечених між собою феромагнітних і абразивних частинок. Проте в деяких випадках можуть використовуватися і однорідно змішані абразивні і феромагнітні частинки. Обробка здійснюється завдяки впливу магнітного поля в зазорі між поверхнею заготовки і обертовим полюсом електромагніту.

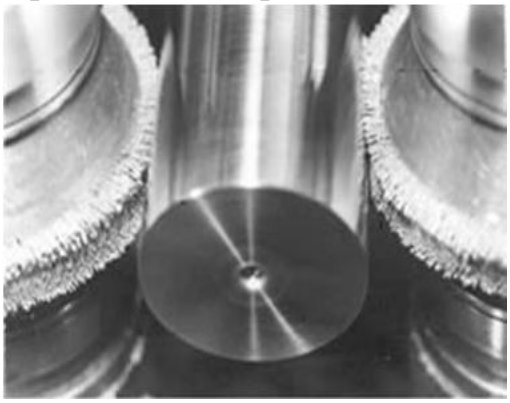


Рис.1. Фінішна обробка вала

Зерна магнітно-абразивного порошку взаємодіють між собою і розташовані між полюсами магніту уздовж силових ліній магнітного поля, створюючи тим самим гнучку магнітно-абразивну щітку. Магнітне поле утримує порошок у робочому зазорі і виступає в ролі зв'язки, притискає порошок до оброблюваної деталі. Даний спосіб дозволяє обробляти також фасонні поверхні. Фінішна обробка, зняття задирок, а також заокруглення можуть бути виконані одночасно. Метод магнітно-абразивної обробки може бути використаний також для виконання операцій полірування та видалення оксидних плівок при високій швидкості обертання заготовок.

Перелік посилань

1. Спосіб магнітно-абразивної об’ємної обробки . Патент України на винахід № 25441 А, В24В 31/112 / Майборода В.С., Гейчук В.М., № 95094329. Заявл. 29.09.95. Опубл. 30.10.98, Бюл.№6.
2. Сакулевич Ф.Ю. Основы магнитно-абразивной обработки - Минск: Наука и техника, 1981.- 328 с.
3. Майборода В.С. Магнитно-абразивная обработка кромок деталей //Технология и автоматизация машиностроения.-№47.–1991.–С.38-39.

УДК 621.825

ЛАНЦЮГОВА МУФТА ПІДВИЩЕНОЇ НАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ

к.т.н., доц. Скуратовський А.К., студенти Вітюк Д.С., Василенко Р.М.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Недоліком стандартної ланцюгової муфти, яка містить ведучу і ведену фланцеві напівмуфти, виконані у вигляді зірочок, взаємодіючих через ланцюг, є перекос роликів ланцюга, що знижує її навантажувальну здатність.

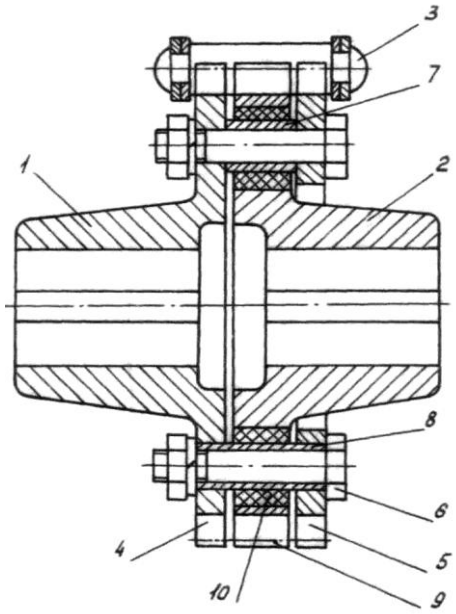


Рис.1. Загальний вид муфти

Для підвищення навантажувальної здатності муфти пропонується забезпечити її додатковою зірочкою з жорстко зв'язуючими з ведучою напівмуфтою кріпильними елементами і встановленими на них розпірними і центруючими втулками, а фланець веденої напівмуфти виконати з отворами і розмістити його між ведучою напівмуфтою і додатковою зірочкою, при цьому кожен кріпильний елемент зі втулкою змонтований в отворах фланця веденої напівмуфти. Завдяки симетричному прикладанню зусиль до ланцюга виключається перекос роликів. Для підвищення демпфуючої здатності на втулки можуть бути одягнені пружні елементи. Такі муфти дозволяють також застосовувати багаторядні ланцюги.

Перелік посилань

1. Цепная муфта. А.с. № 623025 F16D 3/54 / Скуратовский А.К., Тривайло М.С. Заявл. 14.03.78. Опубл. 05.09.78, Бюл.№33.

УДК 621.882.6:006.354

ГРАФІЧНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ГОСТУ 1759-70

студент Коваленко Д. В., студент Погребна І. Д., с.н.с. Герасимов Г.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

ГОСТ 1759-70 представлений за допомогою комп'ютерної графіки(AutoCad). ГОСТ 1759-70 застосовується у багатьох галузях проектування, тому виникає необхідність у легкому та швидкому доступі до технічних вимог. Графік – креслення, що застосовують для наочного вираження кількісної залежності різних процесів. Таблиця - це набір з стовбців, які відділені один від одного та мають самостійні заголовки. Тобто, таблиця є способом передачі змісту, що полягає в організації структури даних, в якій окремі елементи розміщені у комірках, завдяки чому можна упорядковувати інформацію, для полегшеного пошуку в документі.

Останнім часом спостерігається перехід до більш мобільних та комунікабельних джерел інформації, яким через свою застарілість не являється ГОСТ 1759-70 у табличній формі(виконаний не в форматі таблиць Excel). "Технічні вимоги на болти, гвинти, шпильки і гайки" за ГОСТом 1759-70 у вигляді таблиці нажаль, не в змозі забезпечити швидкого пошуку необхідної інформації. Дана таблиця не зовсім відповідає вимогам сучасної технічної мови стандартів, вона є громіздкою у використанні. Незручність полягає у нераціональному розгалуженні таблиці на дві окремі частини, іноді повторному розташуванні марок сталі, посилань та виносок. Загалом дана таблиця є об'ємною за рахунок великої кількості строк і стовбців, які візуально не складають вигляду сітки. Така будова ускладнює пошук.

Представлений графік зручний у використанні, оскільки охвачує поле зору крайніх величин. Вміщує 12 класів міцності болтів, 8 класів міцності гайок. Графік демонструє інтенсивність відмінності механічних властивостей болтів, а не гайок. Кількість використаних матеріалів відразу ж можна оглянути у верхніх і нижніх строчках.

Трактування ГОСТу, виконано візуальними можливостями комп'ютерної графіки. Було розроблено і представлено зручну альтернативу у вигляді графічної залежності класу міцності від твердості матеріалу(основного параметра визначення) - «Графік технічних вимог на різьбове кріплення ГОСТ 1759-70». Представлений графік має відношення до устарівшого ГОСТу 1759-70 і може бути уточнений для останнього ГОСТ 1759.0-87. Графіки дають змогу швидко та доступно обрати необхідні технічні вимоги.

Графічна інтерпретація подана у вигляді додатку Рис.1.

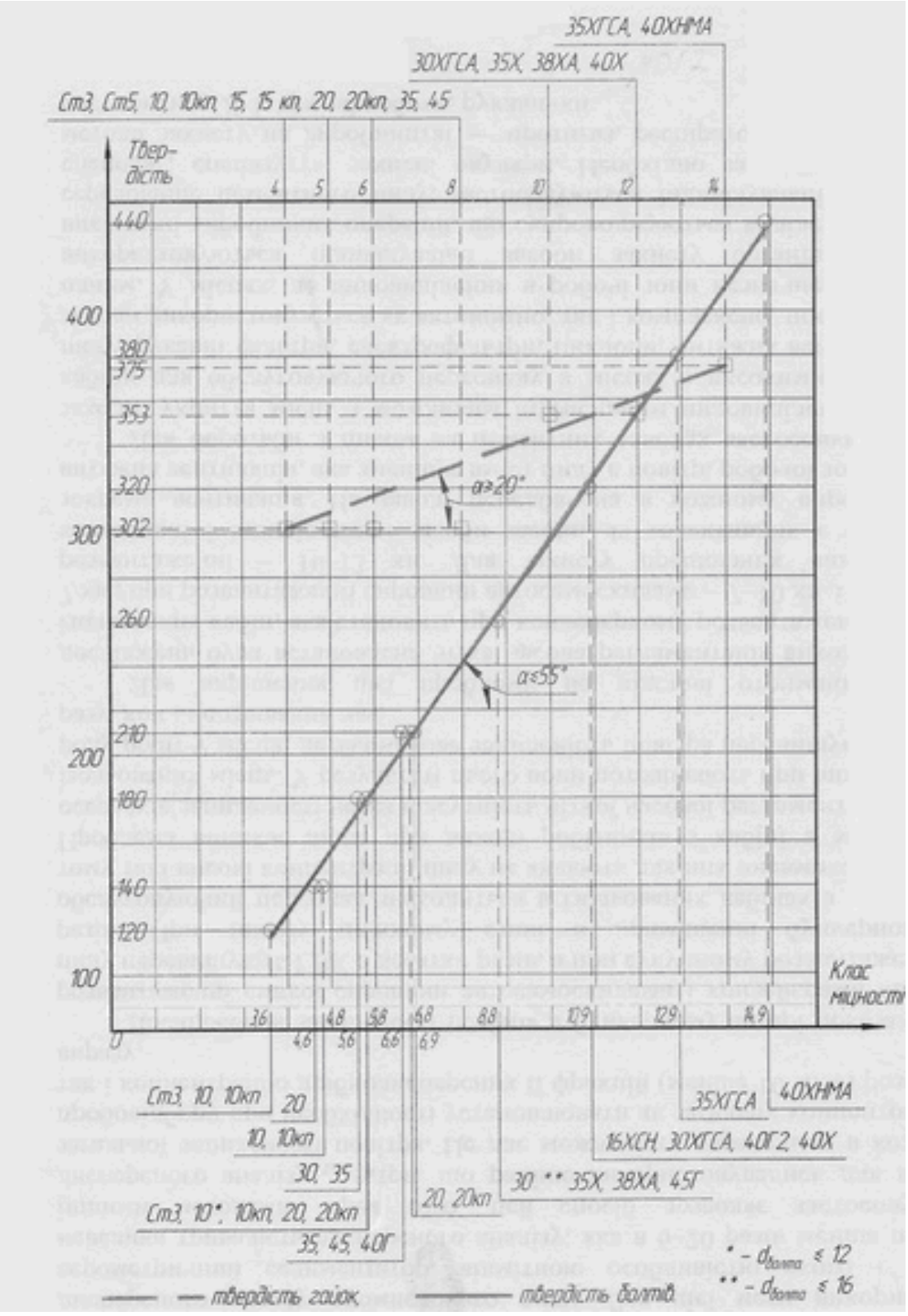


Рис. 1 – Твердість болтів та гайок в залежності від класів міцності

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

1. Малишев О.Ю., Зубрій О. Г.
ВИНОСНИЙ ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ЦИРКУЛЯЦІЙНОГО ГАЗУ 3
2. Мельник С.В. Ракицький В.Л.,
АРОВИЙ КАЛЬЦИНАТОР ІЗ РЕТУРНИМ ЖИВЛЕННЯМ У СОДОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ 5
3. Вигівський М. П., Гатілов К. О.
ТЕПЛООБМІННИК НАГРІВАННЯ НЕЙТРАЛІЗОВАНОЇ ОЛІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ РАФІНУВАННЯ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ 7
4. Воронцов М.Є., Чалаєв Д.М,
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОТИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДУ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧОГО МАТЕРІАЛУ (ТАМ) МЕТОДОМ T-HISTORY 9
5. Давидов А.С., Гатілов К.О.
РЕАКТОР ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ СТИРОЛУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕМУЛЬСІЙНОГО ПОЛІСТИРОЛУ 11
6. Гатілов К.О., Зеленчук В.А.
БАРАБАННИЙ ВАКУУМ-ФІЛЬТР ДЛЯ ЗНЕВОДНЕННЯ МЕТАЛЕВОГО ПОРОШКУ-СИРЦЮ 13
7. Календюк Я. В. , Степанюк А.Р.
МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ГІДРООЧИЩЕННЯ ГАСУ 15
8. Кирилець В.С., Ракицький В. Л.
ТЕПЛООБМІННИК ДЕТАНДЕРНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ БЛОКУ РОЗДІЛЕННЯ ПОВІТРЯ 17
9. Семінський О.О., Кліщ О.В.
СПОСОБИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕПЛООБМІНУ В'ЯЗКИХ РІДИН В ТЕПЛООБМІНИХ АПАРАТАХ КОЖУХОТРУБНОГО ТИПУ 19
10.Кравченко С.Є., Швед М. П.
ТЕПЛООБМІННИК ОХОЛОДЖЕННЯ КОНДЕНСАТУ ДІЛЯНКИ ДЕСОРБЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ 21
Гулієнко С.В., Місюров К.Д.
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ РОБОТИ БЛОКУ ПІДГОТОВКИ ПАЛИВА У ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СХЕМІ ВІСБРЕКІНГУ 23

11.Плешко О.В., Швед М. П.
ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ПІДІГРІВУ СТИРОЛУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОТРИМАННЯ ПОЛІСТИРОЛУ 25
12.Гулієнко С.В., Ромаскевич М.П.
НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛООБМІНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ВОДНЮ 27
13.Тишко Ю. А., Степанюк А. Р.
АПАРАТ ПОВІТРЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ УСТАНОВКИ ПЕРЕРОБКИ ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТУ 29
14.Вербовський Д.О., Швед М. П.
ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ НАГРІВАННЯ МОНОЕТАНОЛАМІНУ ДІЛЯНКИ ДЕСОРБЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ 31
15.Ревенко О.О , Степанюк А.Р.
ТЕПЛООБМІННИК ОХОЛОДЖЕННЯ МОНОЕТАНОЛАМІНУ ДІЛЯНКИ УСТАНОВКИ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ 33
16.Сапон А.Ю., Степанюк А.Р.
МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ГІДРООЧИЩЕННЯ ГАСУ 35

СЕКЦІЯ 2

«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ БІОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

17. Гайдай С.С., Углянський В.О., Михальчук О.Д.
ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ БІОГАЗУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПРОЦЕСУ ОЧИСТКИ БІОГАЗУ 38
18. Михальчук О.Д., Губарєв Я.В.
КОНДЕНСАТОР ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ УСТАНОВКИ ДЛЯ КОЦЕНТРУВАННЯ АЗОТНОЇ КИСЛОТИ ЗА ДОПОМОГОЮ НІТРАТУ МАГНІЮ 40
19. Гатілов К.О., Зубрій О. Г., Мельник О.М.
РЕАКТОР ПЕРЕЕТЕРИФІКАЦІЇ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ БІОДИЗЕЛЯ 42
20. Серебрянський Д.С., Руденко О.В.
РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ 44
21. Углянський В.О., Гайдай С.С., Михальчук О.Д.
ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ПІДІГРІВУ БІОГАЗУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПРОЦЕСУ ОЧИСТКИ БІОГАЗУ 46

22. Зубрій О.Г., Зайцев С.В., Филька В.П.
ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ОТРИМАННЯ БІОДИЗЕЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ 48
23. Серебрянський Д.О., Петрик Л. С.
РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ СУМІШІ ЕТИЛОВИЙ СПИРТ-ВОДА 50
24. Гайдай С.С., Углянський В.О., Михальчук О.Д.
ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ БІОГАЗУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПРОЦЕСУ ОЧИСТКИ БІОГАЗУ 52
25. Швед М. П., Гончарова І. С.
ГОРИЗОНТАЛЬНИЙ КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ПІДІГРІВУ ВОДИ УСТАНОВКИ ФЕРМЕНТАТИВНОГО РОЗРІДЖЕННЯ КРОХМАЛЮ 54

СЕКЦІЯ 3

«ОБЛАДНАННЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЗАОЩАДЖУЮЧИХ І ЕКОБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ХОЛОДИЛЬНИХ І ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

26. Абаєв А.Ю., Ракицький В. Л.
ЛІНІЯ РАФІНАЦІЇ ГІДРАТОВАНОЇ ОЛІЇ 57
27. Матвієнко А.А., Коноваленко М.А., Ільєнко Б.К.
МАЛОГАБАРИТНА УСТАНОВКА ПО ПЕРЕРОБЦІ ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТУ 60
28. Коноваленко М.А., Матвієнко А.А., Ільєнко Б.К.
МАЛОТОННАЖНІ УСТАНОВКИ З ПЕРЕРОБКИ НАФТИ ТА ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТУ 62
29. Продан О.С., Улітько Р. М.
СУШАРКА ВС 300 КПІ ДЛЯ СУШІННЯ КАЗЕІНУ 65
30. Ференс В.М., Улітько Р.М.
АГРЕГАТ ДЛЯ СУШІННЯ МАРКИ ВС-150-КПІ 67
31. Магазій П.М., Чиж Я.В.
МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЛОНИ ДЛЯ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ СТИРОЛУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПОЛІСТИРОЛУ БЛОЧНИМ МЕТОДОМ 69

СЕКЦІЯ 4

«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ УПРАВЛІННЯ ОБЛАДНАННЯ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ВИРОБНИЦТВА»

32. Улітько Р.Н., Биковець Д.П.
ВАКУУМ-ФОРМУЮЧИЙ ЦИЛІНДР КРМ 72
33. Новохат О.А., Єгоров А.О.
ПРЕСОВА ЧАСТИНА КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ З РОЗРОБКОЮ ПРЕСУ ПОВОРОТНОГО 74
34. Новохат О.А., Жаркой Р.В.
ПРЕС ПАПЕРОРОБНОЇ МАЩИНИ З РОЗРОБКОЮ НИЖНЬОГО ВАЛУ 76
35. Зайцев С.В., Невінський О.В.
СУШИЛЬНА ЧАСТИНА ПАПЕРОРОБНОЇ ЧАСТИНИ 78
36. Зайцев С.В., Овсюков Є.О.
ТРЬОХВАЛЬНІЙ ПРЕС КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ 80
37. Новохат О.А., Пустовіт А.В.
АНАЛІЗ СУШИЛЬНИХ ЧАСТИН ПАПЕРОРОБНИХ МАШИН 82
38. Мельник О.П., Пустовіт В.А.
МОДЕРНІЗАЦІЯ НАКАТУ ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ У ВИРОБНИЦТВІ САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНОГО ПАПЕРУ 84
39. Новохат О.А., Сапронов К.В.
ПРЕСОВА ЧАСТИНА ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ 86
40. Марчевський В.М., Прокоп'єв М.В.
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕССУ ПРЕСУВАННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БАШМАЧНОГО ПРЕСУ 88
41. Черепанов М. С., Марчевський В. М.
УСТАНОВКА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУСПЕНЗІЙ 90

СЕКЦІЯ 5

«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА»

42. Яроцький С.М. Штефан Н.І.
ЗАКОНИ КЕПЛЕРА ПРО РУХ ПЛАНЕТ ТА ЗАКОН ВСЕСВІТНЬОГО ТЯЖІННЯ 92
43. Слободянюк К.С., Штефан Н.І.
ІСТОРІЯ ВИНИКНЕННЯ МІР МЕХАНІЧНОГО РУХУ. ЇХ РОЛЬ У МЕХАНІЦІ 93
44. Борисенко Є.Ю., Штефан Н.І.
З ІСТОРІЇ РОЗВИТКУ ДИНАМІКИ 94

СЕКЦІЯ 6

«ДЕТАЛІ МАШИН»

45. Герасимов Г. В., ГапонюкМ.М.,Мітусов Р.О.,Степанюк Д. А.
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ В ШАРНІРАХ ПРИВІДНИХ ЛАНЦЮГІВ 96
46. Герасимов Г.В., Григоренко О.В., Малнацький Б.В., Степчук І.В.
ДО МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ТВЕРДОСТІ НАРІЗНОГО КРІПЛЕННЯ 98
47. Скуратовський А.К., Малнацький Б.В., Степчук І.В.
ЗНОШУВАННЯ РОЛИКІВ ЛАНЦЮГА В ЛАНЦЮГОВИХ МУФТАХ 100
48. Скуратовський А.К., Григоренко О.В., Татарчук О.О.
СТАН ЗНОШЕНИХ КАНАВОК ПОРШНІВ ДВИГУНА 101
49. Скуратовський А.К., Шмельова Д.Ю., Овсяннікова М.О.
МАГНІТНО-АБРАЗИВНА ОБРОБКА 102
50. Скуратовський А.К., Вітюк Д.С., Василенко Р.М.
ЛАНЦЮГОВА МУФТА ПІДВИЩЕНОЇ НАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ 103
51. Коваленко Д. В., Погребна І. Д., Герасимов Г.В.
ГРАФІЧНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ГОСТУ 1759-70 104

Підписано до друку 15.11.2011 р. Формат 60x90 1/16.
Папір офсетний. Умовн. др. арк. 4,6
Друк різограф. Тираж 200 прим. Зам. № 0112/02.

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