

Технічні науки

УДК 661.717.5

Кушнірук Віталій Миколайович

магістрант

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Кушнирук Виталий Николаевич

магистрант

Национального технического университета Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Kushniruk Vitaliy

Master degree Student of the

National Technical University of Ukraine

“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

Гулієнко Сергій Валерійович

кандидат технічних наук, старший викладач

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Гулиенко Сергей Валерьевич

кандидат технических наук, старший преподаватель

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Guliyenko Sergiy

PhD, Senior Lecturer

National Technical University of Ukraine

“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ КОНЦЕНТРУВАННЯ КАРБАМІДУ ЗВОРОТНІМ ОСМОСОМ

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ
КАРБАМИДА ОБРАТНЫМ ОСМОСОМ
THE ESTIMATION OF EFFECTIVITY OF CARBAMIDE
CONCENTRATIONBY REVERSE OSMOSIS**

Анотація. Досліджено ефективність концентрування розчинів карбаміду зворотнім осмосом

Ключові слова: карбамід, концентрування, зворотній осмос, мембрана.

Аннотация. Исследована эффективность концентрирования растворов карбамида обратным осмосом

Ключевые слова: карбамид, концентрирования, обратный осмос, мембрана.

Summary. The effectivity of carbamide solution concentration be reverse osmosis was investigated.

Key words: carbamide, concentration, reverse osmosis, membrane.

Вступ. Карбамід(сечовина) - найбільш цінне безбаластне азотне добриво, що містить до 46% азоту. Карбамід застосовується також як азотисту добавку для корму худоби. Виробляється у вигляді світло-білих гранул або кристалів. Добриво водорозчинне, біологічно кисле, так як під дією ґрунтових мікроорганізмів піддається різним мікробіологічним процесам, де кінцевим продуктом є солі нітратної кислоти [1].

Карбамід широко використовується не тільки в сільському господарстві, аї в промисловості. З нього використовують карбамідні смоли для виробництва цінних пластмас, синтетичних клеїв, складом для просочування тканин. Карбамід також використовується в фармацевтичній промисловості і для виготовлення синтетичних волокон [1].

Карбамід отримують синтетично з аміаку і двоокису вуглевод.

Виробництво карбаміду включає стадії хімічної взаємодії (NH_4) та вуглекислого газу (CO_2), дистиляція продуктів синтезу и переробки розчинів карбаміду, отриманих при дистиляції, в готовий продукт. Синтез проходить в дві стадії. В першій відбувається створення карбаміновокислотного амонію(карбамату). В другому випадку відбувається дегідратація карбамату з утворенням карбаміду в рідкій фазі(розплаву)[1].

Для виробництва карбаміду прямим синтезом використовують колону з легованої сталі.

Принципова схема такого способу синтезу представлена на рис. 1.

Всередині колони є внутрішній циліндр, призначення якого захистити корпус високого тиску від агресивного реакційного середовища. Рідкий аміак насосом подається в кільцевий простір між корпусом і внутрішнім циліндром, омиває корпус, захищає його від впливу агресивного середовища і реагує з двоокису вуглеводу, який подається знизу колони в внутрішній простір циліндра. Колона робить при режимі витіснення. Плав карбаміду відводиться з верхньої частини колони, дроселюється до атмосферного тиску і направляється в дистиляційну колону, де від розчину карбаміду відганяється аміак і продукти розкладення вуглеаміноїних солей. Розчин карбаміду випарюють в випарному апараті і кристалізують чи гранулюють карбамід в грануляційній башті. Гази дистиляції направляються на регенерацію і шляхом абсорбції звільняється від різних реагентів і знову запускається в процес [1].

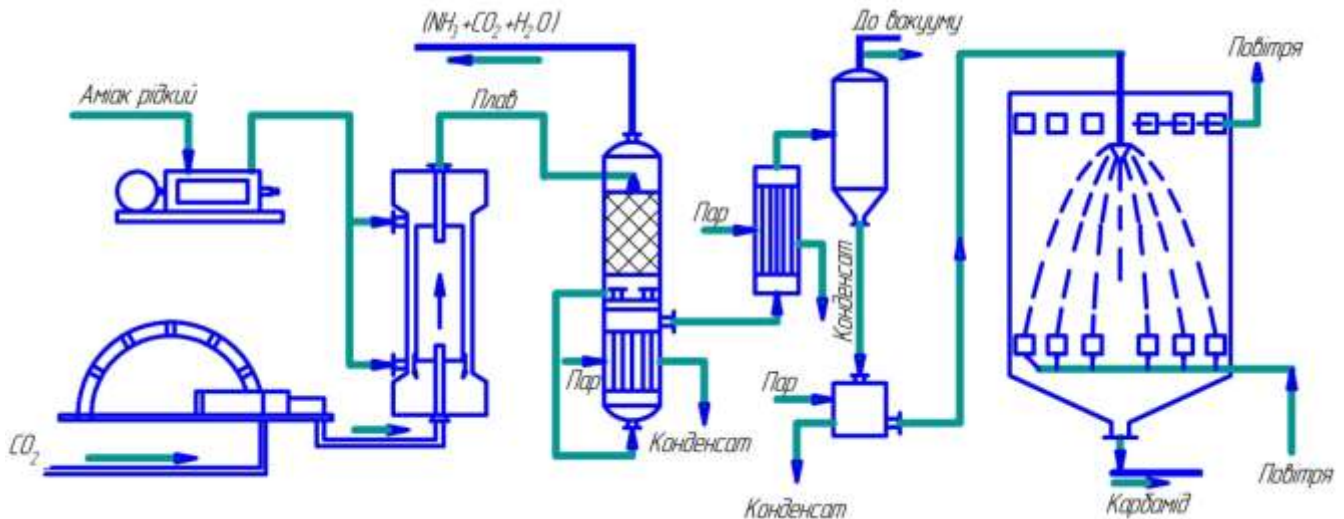


Рис. 1. Технологічна схема виробництва карбаміда

Розчин карбаміду випарюють в випарному апараті і кристалізують чи гранулюють. Випарювання це досить енергозатратний процес, тому що щоб енергозатрати на випарюванні були мінімальні, концентрація карбаміду в розчині повинна бути не нижче 35-40%. При такій концентрації після випарювання відбувається втрата карбаміду з парою [2]. Виділення карбаміду з парової фази технічно складно реалізувати, тому доцільно для зменшення втрат карбаміду вилучати його з конденсату. Перспективним для цього є процес зворотного осмосу, який широко використовується для концентрування та очищення розбавлених розчинів [3-4].

Постановка проблеми. Зворотний осмос належить до групи мембранних процесів, рушійною силою яких є градієнт тиску, – баромембранних процесів. В основі баромембранних процесів лежить явище осмосу – самовільного проникнення розчинника через мембрану до встановлення рівноваги. Рівновага в таких системах характеризується величиною осмотичного тиску. Він виникає при контакті двох розчинів різних концентрацій (або розчину і чистого розчиннику) через мембрану, яка здатна пропускати розчинник і затримувати розчинену речовину [3-4].

Однак даних щодо селективності зворотноосмотичних мембран відносно карбаміду в джерелах літератури не достатньо. Так само не достатньо інформації щодо можливих ступенів концентрування таких установках.

Метою даного дослідження є перевірка селективності комерційно-доступних зворотноосмотичних мембран щодо карбаміду.

Матеріали та методи. Для проведення експериментів використовувалася експериментальна установка (рисунок 2), яка була розроблена в ході попередніх досліджень [5].

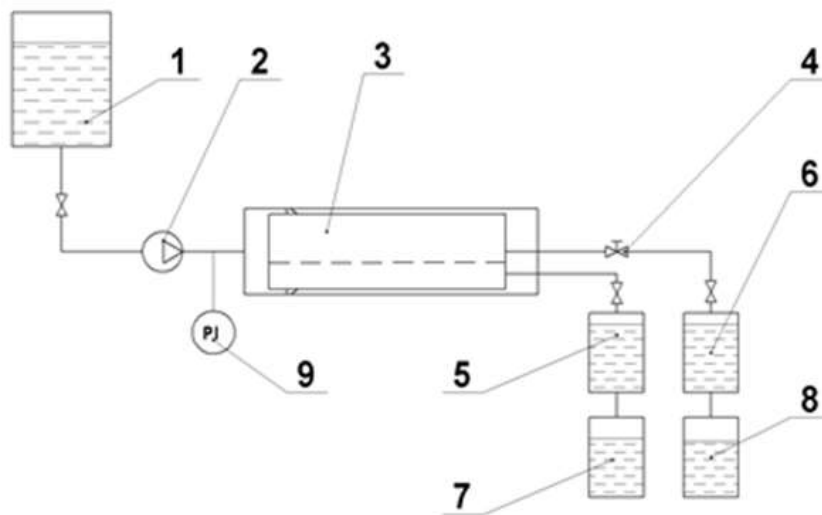


Рис. 2. Експериментальна установка

Методика проведення експерименту полягала в такому. Розділюваний розчин зі збірника 1 насосом 2 подавався на мембранний апарат 3, де відбувався процес зворотного осмосу. Витрати пермеату та ретантату вимірювалися об'ємним методом за допомогою збірників 5 та 8. Продуктивність та робочий тиск регулювався краном 4.

Для приготування розділюваного розчину використовувалася знесолена вода та карбамід (марки А вищого сорту). Експерименти проводилися з концентраціями карбаміду 50 та 100 мг/дм³. Концентрація карбаміду в розчині вимірювалась на основі залежності густини розчину від

концентрації карбаміду (тарувальна залежність отримувалась шляхом вимірювання маси розчинів відомої концентрації).

Результати і обговорення. В ході експериментального дослідження на кожен однакову концентрацію робили п'ять вимірювань протягом однакового часу, в діапазоні зміни робочого тиску від 0,2 МПа до 0,6 МПа. Це робили для того, для встановлення впливу прикладеного тиску на ступінь концентрування.

Результати експериментів наведені на рисунку 3.

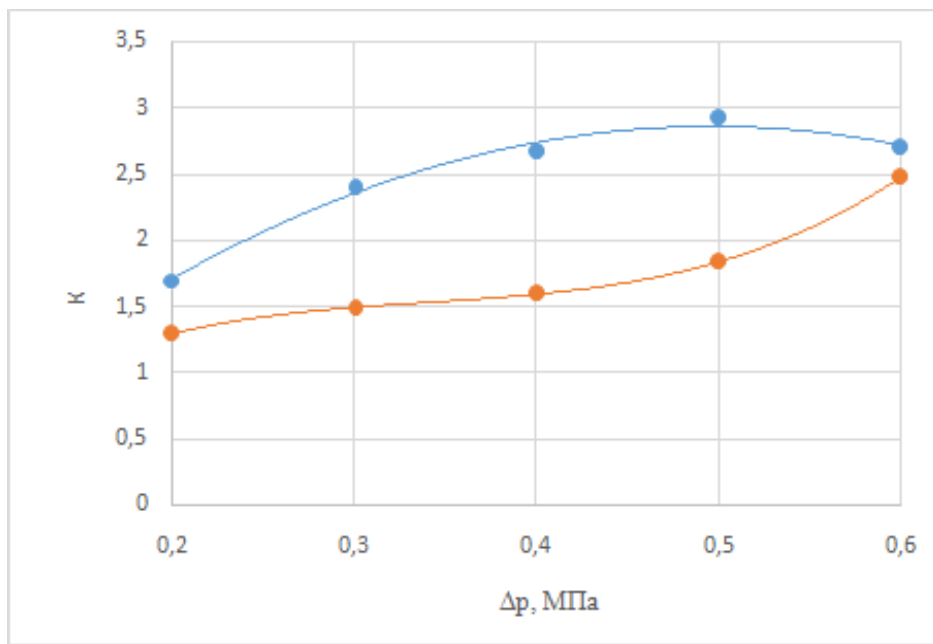


Рис. 3. Графік залежності ступені концентрування від тиску

На графіку видно, що при збільшенні тиску ступінь концентрування збільшується. Тому при збільшенні тиску ефективність концентрування розчинів карбаміду збільшується.

Висновки. Експериментальні дослідження показали, що зворотній осмос дозволяє ступені концентрування від 1,5 до 3, отже цей процес може бути використаний для вилучення карбаміду з конденсату.

Література

1. Мухленов И. П. Общая химическая технология – Москва "Высшая школа", 1977. с.:ил., 288библиогр.
2. Горловский Д. М., Альтшулер Л. Н., Кучерявый В. И. Технология карбамида–Ленинград "Химия", 1981. с.:ил., 313библиогр.
3. Мулдер М. Введение в мембранную технологию: Пер. с англ. М.: Мир, 1999. 513 с., ил.
4. Моделювання процесів мембранного розділення [Електронний ресурс] :навчальний посібник для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. С. В. Гулієнко. Електронні текстові данні (1 файл: 3,25 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 166 с. – Назва з екрана.
5. Корнієнко Я.М. Оцінка ефективності регенерації відпрацьованих рулонованих мембранних модулів / Я.М. Корнієнко, С.В. Гулієнко, М.О. Лялька // Наукові праці ОНАХТ. 2015. Випуск 47. Т.1. С. 19-21.