

УДК 547.541.51:66.011:62-776.6

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ ЗНЕФЕНОЛЕННЯ СТІЧНИХ ВОД КОКСОХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Язык М. О., Рубльова Л. І., Левандовський В. Ю.
(ДонНТУ, Донецьк, Україна)

На основі кінетичних досліджень запропоновано спосіб очищення стічних вод від фенолів із застосуванням сульфохлоридів. Розроблено технологічну схему і обладнання для проведення процесу знефенолення.

Одним із розповсюджених токсичних забруднювачей стічних вод хімічних виробництв є феноли. Існуючі методи знефенолення не завжди забезпечують необхідний ступінь очищення, а також є витратними. Багато з описаних в літературі [1] методів знефенолення стічних вод вимагають дотримання особливих умов. Для більшості підприємств виконання цих умов не представляється можливим.

Слід зазначити, що феноли є важливою і дефіцитною сировиною органічного синтезу й утилізувати їх шляхом деструкції не завжди економічно доцільно.

У зв'язку з цим перспективним представляється хімічний метод [2] очищення фенольних стоків шляхом сульфонілювання. Продукти цього процесу - сульфонати є нетоксичними, нерозчинними у воді та після додаткового очищення можуть бути використані в традиційних областях їх застосування - у якості пластифікаторів гум та пластмас, а також у якості антисептиків, антибіотиків, акарицидів, фунгіцидів.

Процес знефенолення відбувається за наступною схемою:



R = Ar, Alk.

Оскільки основний компонент стоків - вода, то реалізується побічний процес - гідроліз сульфохлориду:



У випадку застосування аміаку як каталізатора процес ускладнюється амінолізом:

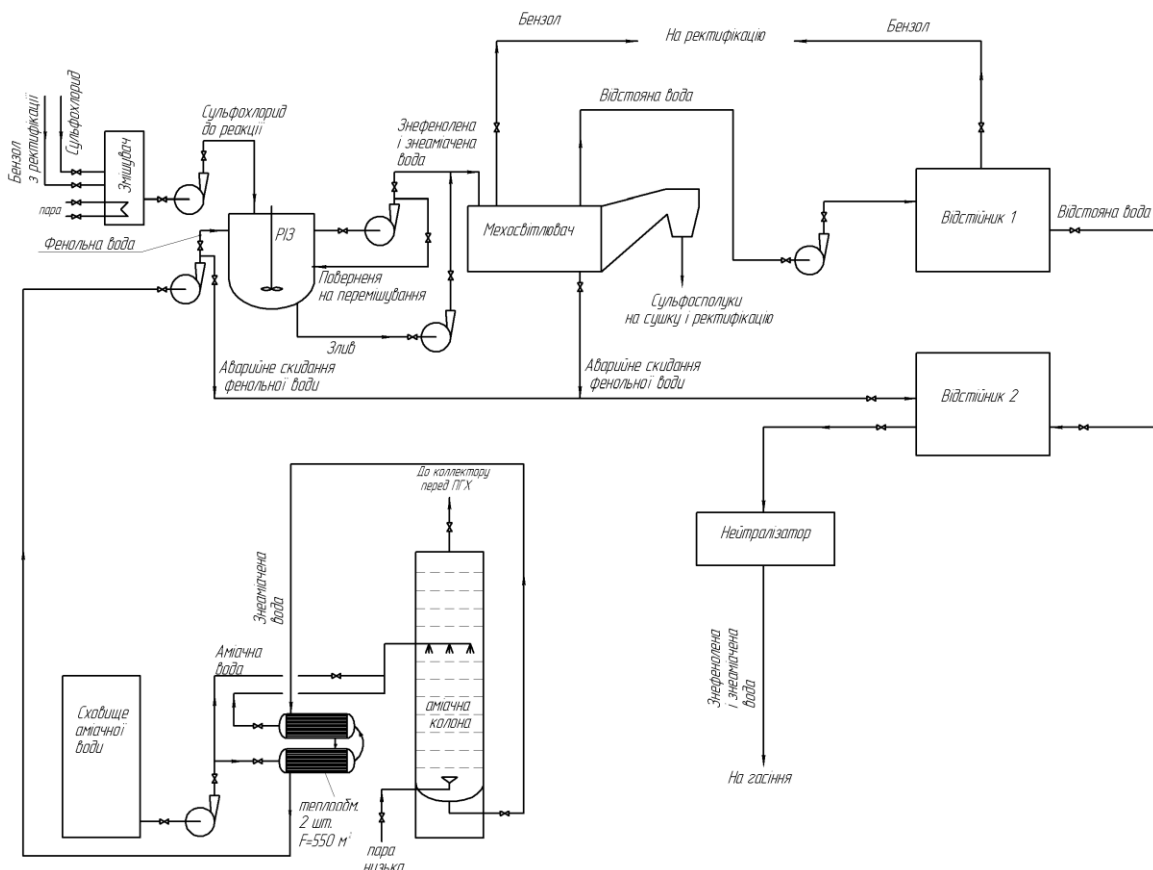


Було досліджено кінетичними методами реакцію сольволізу просторово утруднених сульфурвмісних сполук, стеричні ефекти в яких у літературі обговорюються неясно, побіжно і лише на якісному рівні внаслідок труднощів, що обумовлені синтезом і вивченням просторово утруднених субстратів. При вивченні нами конкуруючої реакції гідролізу аренсульфохлориду (2), що протікає паралельно з каталітичним потоком (3) показано, що її швидкість значно (більш ніж в 10^5 разів) поступається процесу сульфонілювання [2].

На основі проведених кінетичних досліджень було розроблено спосіб очищення стічних вод від фенолів. Ступінь очищення перевищує 99.9%, залишкова концентрація фенолу на рівні 10 мг/л. Для процесу очищення були обрані субстрати для яких характерні велика швидкість реакцій і практично повна нерозчинність у воді, що з технологічної точки зору приводить до ще меншої швидкості гідролізу даних сульфохлоридів і меншої їх кородуючої активності в порівнянні з аренсульфохлоридами на основі бензену і його гомологів. Шляхом змішення різних сполук можна підібрати необхідну активність суміші по відношенню до основних компонентів фенольних вод. Переваги застосування хімічного методу очищення: скорочення об'ємів води, пари і електроенергії, що витрачаються на знефенолення; проведення знефенолення при будь-яких

концентраціях фенолу із заданим ступенем очищення; наявність N43 у воді, виступаючого в ролі каталізатору; скорочення виробничих площ із-за поєднання двох процесів в одне відділення (парове знефенолення і біохімічистка); кінцеві продукти знефенолення є товарними; легкість розділення очищеної води від продуктів знефенолення.

Запропоновано наступну технологічну схему відділення хімічного знефенолення (рис. 1) [3]. Летючий аміак, що міститься у воді, планується відганяти в аміачній колоні для поліпшення економічних показників виробництва. Для інтенсифікації процесу запропоновано попередне

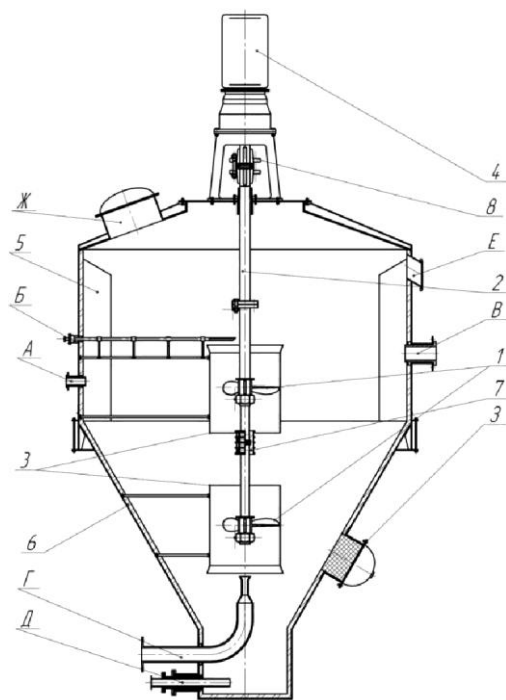


розчинення сульфохлориду у бензені, що є одним з продуктів коксохімічного підприємства.

Рисунок 1 – Технологічна схема відділення хімічного знефенолення

Реакція проходить в ультрамікрогетерогенному середовищі у реакторі ідеального змішення (РІЗ) (рис. 2). Вода з реактора виводиться через злив, та за допомогою перемішуючого насосу. Частина води, що забирається насосом повертається до реактора, а інша частина відводиться далі за схемою. Продукти реакції нерозчинні у воді, проте розчинні в бензені. Тому, стоки виводяться в мехосвітлювач для очищення від сульфоефіру, що випадає в осад. Потім в два послідовно сполучених відстійника на додаткове відстоювання. Після, відстоюана очищена вода може бути відправлена на нейтралізацію для видалення розчинених в ній соляної і сульфокислот, а далі на доочистку на позамайданчикові очисні споруди, або на гасіння коксу. Суміш сульфоефірів і сульфамідів, що відстоюлася, в бензені прямує на ректифікацію в результаті якої очищений бензен повертається в цикл знефенолення, а продукти реакції піддаються подальшому розділенню.

Основним конструктивним елементом технологічної схеми є реактор ідеального змішення (РІЗ) в якому відбувається процес знефенолення. Конструкція корпусу даного апарату є вдосконаленим сатуратором з урахуванням специфіки процесу сульфонілювання фенолів (рис. 2). У апараті запропоновано механічне перемішування з використанням пропелерних мішалок і гідравлічне — багатократним прокачуванням рідини через систему апарат — циркуляційний



насос — апарат.

Рисунок 2 – Схема апарату для проведення процесу знефенолення

Мішалки 1 встановлені на валу 2 так, що при однаковому напрямі обертання засмоктують і виштовхують рідину в протилежних напрямках («від себе»). У просторі між мішалками досягається дуже інтенсивне перемішування. Мішалки виконуються з направляючими трубами 3. Перемішувальний пристрій приводиться в рух від приводу 4. Для запобігання воронкоутворення і усунення застійних зон в апараті встановлюються відбивні перегородки 5. Для захисту корпусу від корозії апарат футерується зсередини двома шарами діабазової плитки на діабазовій мастиці 6. Для з'єднання валів використовуються два види муфт: муфта подовжньо-роз'ємна по ГОСТ 23106-78 (позиція 7) в апараті для поліпшення якості перемішування; муфта подовжньо-роз'ємна по МН 5871 — 66 (позиція 8) для з'єднання валу мішалки з валом приводу [3].

Вода після аміачної колони подається в апарат через штуцер А. Розчин сульфохлориду в бензені - через трубу Б. Для здійснення гідравлічного перемішування вода забирається з апарату насосом через штуцер В, після чого частково йде на відстоювання, а частково повертається через трубу Г. Також вода забирається через зливи Ді Е. У апараті є ремонтні люки Ж і З.

Також нами було проведено моделювання процесу перемішування в апараті з використанням програмного модулю SolidWorksFlowSimulation. Моделювання показало, що розподіл швидкостей в апараті нерівномірний, є застійні зони, тобто прийнята конструкція і режим експлуатації апарату недосконалі і потребують

доопрацювання. Тому було зроблено раціоналізацію конструкції шляхом варіювання основних конструктивних і технологічних параметрів апарату, що впливають на перемішування. В результаті було отримано нову конструкцію, яка дозволяє проводити процес більш інтенсивно, чим досягається поліпшення ступіню очищення.

За попереднім розрахунком економічної ефективності запропонованого методу в порівнянні його з існуючим на ОАО «Авдіївський коксохімічний завод», показано, що економічний ефект складає близько 6 млн. грн/рік в першому наближенні (не обчислювалися амортизаційні відчислення). При цьому в розрахунок не включено прибуток від реалізації продуктів очищення - ароматичних сульфосполук.

Враховуючи вищесказане, представляється можливим рекомендувати даний метод до впровадження у виробництво після промислових випробувань.

Список літератури:

1. Лейбович Р.Е. Технология коксохимического производства- М.: Металлургия, 1982. - 360 с.
2. Языков Н.А., Рублева Л.И., Левандовский В.Ю. / Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів.- Збірка доповідей VI Міжнародної конференції аспірантів і студентів.-Т.2- Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2007.- С.126-127.
3. Рублева Л.И., Левандовский В.Ю., Языков Н.А. / Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте '2009.- Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции.- Т.3. Технические науки - Одесса: Черноморье, 2009.- С. 72-79.