

СОЮЗ ХІМІКІВ УКРАЇНИ, ДП «ЧЕРКАСЬКИЙ НДІТЕХІМ»

ХІМІЧНА ПРОМИСЛОВІСТЬ УКРАЇНИ

НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ ЖУРНАЛ

№ 2
(139)

2017

Заснований у вересні 1993 р.
Виходить 3 рази на рік

ЗМІСТ

Функціонування хімічних підприємств. Нове в законодавстві та практиці

Ковеня Т.В., Дєєва О.О.

Нова редакція Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про захист національного товаровиробника від демпінгового імпорту»

3

Хімічна промисловість України. Моніторингова інформація

Ковеня Т.В.

Хімічна промисловість України в першому півріччі 2017 року: основні підсумки

22

Топ 25 хімічних підприємств. Як спрацювали провідні хімічні підприємства України в 2016 році

33

Технічне регулювання. Стандартизація

Калита П.Я.

Синдром «дефіцитної економіки»

36

Нові хімічні технології: світові та вітчизняні розробки, досвід впровадження

*Пасько Н.І., Дребезова Л.П., Яременко В.Е.,
Жуковська Н.В.*

Розробка газонаповнених силіконових ущільнювачів

40

Попов Е.В., Исак А.Д., Мороз А.В.

Синтез сернистых красителей из компонентов, выделенных из коксового газа и смолы после коксования каменного угля

43

*Гордієнко О.А., Ранський А.П., Тітов Т.С.,
Білінський Й.Й.*

Технологія отримання ксантогенатів металів із відходів коксохімічних виробництв

57

Інвестиційні проекти. Промислове інвестування _____

Ковеня Т.В.

Реалізація інвестиційних проектів в країнах СНД та аналіз їх впливу на хімічну промисловість України в середньостроковій перспективі 65

Хімічні ринки: Україна, регіони, світ _____

Круглий стіл «Проблеми конкурентності ринку добрив в Україні: без ілюзій» 74

Авторські статті. Аналітика _____

Голубов А.Г., Клейнер Ю.Я., Новиков И.Н.

Химические волокна в Украине 83

Ексклюзивна інформація _____

ТОП 55 продуктів імпорту хімічної продукції в Україну в січні-червні 2017 р. 86

Засновники журналу:

Міністерство промислової політики України,

Українське хімічне товариство,

Союз хіміків України,

АТ «ВНДІХІМПРОЕКТ»

Друкується згідно з рішенням

Наукової ради ДП «Черкаський НДІТЕХІМ»

(протокол № 7 від 02.08.2017)

Видавець – Союз хіміків України, ДП «Черкаський НДІТЕХІМ»

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор:

Голубов О.Г.

Заступники головного редактора:

Мешков В.В., Піднебесний А.П.

Члени редакційної колегії:

Астрелін І.М., Бурмістр М.В., Глікін М.А., Горбатко В.С.,

Грищенко С.Г., Данилов Ю.Б., Ковеня Т.В., Лапін Є.В.,

Нечаєв О.І., Новіков І.М., Ноговіцин О.В., Походенко В.Д.,

Слободяник М.С., Олійниченко В.М., Бойко В.І.

Редакція:

Відповідальний редактор: **Канюка І.В.**

Науковий редактор: **Ковеня Т.В.**

Редактор: **Бабенко Л.Г.**

Адреса редакції:

02002, Київ, вул. Є. Сверстюка, 15

Союз хіміків України

Тел./факс: (044) 516 58 32, (0472) 37 41 65;

e-mail: office@chemunion.org.ua, niitehim@uch.net

сайт: www.chemunion.org.ua, http://niitehim.ck.ua

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серія КВ № 6887 від 22.01.2003 р.

Здано до набору 21.08.2017. Підп. до друку 30.08.2017

Формат 60×84/8. Друк офсетний. Папір офсетний № 1.

Ум. друк. арк. 8,78. Наклад: 200 пр. Зам. ХПУ-01/02-17.

Оригінал-макет та друк – видавництво ДП «Черкаський НДІТЕХІМ»,

м. Черкаси, бул. Шевченка, 205, тел.: +38(0472) 37-41-65.

Реєстраційне свідоцтво суб'єкта видавничої справи

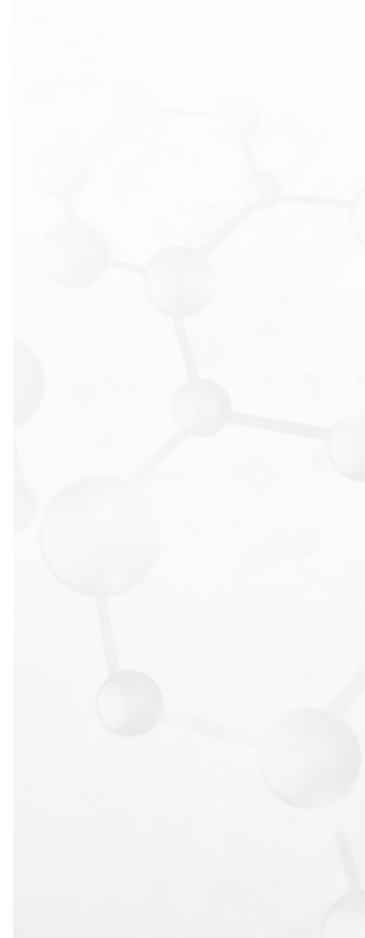
серія ДК № 5318 від 04.04.2017 р.

За достовірність викладеного матеріалу відповідальність несе автор.

За зміст реклами відповідальність несе рекламодавець.

У разі передруку посилання на журнал «Хімічна промисловість України» є обов'язковим.

Редакція залишає за собою право скорочувати статті та робити редакційну правку.





УДК 504.064.4 + 661.221 + 547.494

Рецензент:
Ткаченко С.Й. – д.т.н., професор, зав. кафедри
Вінницького національного технічного
університету

О.А. Гордієнко – к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет
А.П. Ранський – д.т.н., професор, зав. кафедри, Вінницький національний технічний університет
Т.С. Тітов – к.х.н., асистент, Вінницький національний технічний університет
Й.Й. Білинський – д.т.н., професор, зав. кафедри, Вінницький національний технічний університет

ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ КСАНТОГЕНАТІВ МЕТАЛІВ ІЗ ВІДХОДІВ КОКСОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

*Встановлені оптимальні технологічні умови отримання калій *n*-бутилксантогенату із сірковуглецю головної фракції сирого бензолу коксохімічних виробництв шляхом його хімічної взаємодії з *n*-бутанолом у лужному середовищі. Показано, що запропонована технологія отримання ксантогенатів металів може бути ефективним доповненням до існуючої схеми перероблення сирого бензолу.*

*Установлены оптимальные технологические условия получения *n*-бутилксантогената калия из сероуглерода головной фракции сырого бензола коксохимических производств путем его химического взаимодействия с *n*-бутанолом в щелочной среде. Показано, что предложенная технология получения ксантогенатов металлов может быть эффективным дополнением к существующей схеме переработки сырого бензола.*

Вступ. Раніше нами [1] були проведені дослідження взаємодії головної фракції сирого бензолу (далі – ГФСБ) коксохімічного виробництва в лужному середовищі із сильними нуклеофільними реагентами: алкіламінами, нижчими аліфатичними спиртами, алкілмеркаптанами. Отримані при цьому закономірності утворення кінцевих дитіокарбаматів [2, 3], ксантогенатів [4, 5] та тритіокарбаматів [1] металів дають можливість узагальнити та виділити деякі технологічні особливості цього процесу. Необхідно відмітити, що у випадку утворення дитіокарбаматів металів ці питання розглядались в низці робіт [1-3], тоді як технологічні аспекти отримання ксантогенатів металів з використанням відходів коксохімічних виробництв у патентній та хімічній літературі практично відсутні [4].

Виходячи із вищезазначеного, метою цієї роботи було встановлення оптимальних технологічних умов отримання ксантогенатів металів шляхом хімічної взаємодії *n*-бутанолу із сірковуглецем ГФСБ в лужному середовищі.

Постановка та актуальність задачі. Робота деяких хімічних, коксохімічних та металургійних виробництв супроводжується утворенням значних кількостей таких сполук Сульфур, як оксиди Сульфур(IV, VI), сірководень, сірковуглець, алкілмеркаптани, які, у свою чергу, потребують сучасних технологічних рішень щодо їх ефективної утилізації. Так, на ПАТ «Ясинівський коксохімічний завод» (м. Макіївка, Донецька обл.) під час виробництва коксу валового виділяється низка забруднюючих речовин, що наведені в табл. 1 [6].

© Гордієнко О.А., Ранський А.П., Тітов Т.С., Білинський Й.Й., 2017



Нові хімічні технології: світові та вітчизняні розробки, досвід впровадження

Таблиця 1

Перелік основних забруднюючих речовин та їх сумарні викиди на ПАТ «Ясинівський коксохімічний завод» за 2008 та 2012 роки

Забруднюючі речовини	Викиди, т/рік	Вклад у загальні викиди, %	Питомі викиди г/т коксу	Викиди, т/рік	Вклад у загальні викиди, %	Питомі викиди г/т коксу
	2008 рік*			2012 рік**		
Найбільш поширені забруднюючі речовини						
NO _x (у перерахунку на NO ₂)	1508,28	19,1	824,2	1803,50	30,4	776,7
CO ₂	1288,77	16,4	704,2	1459,77	24,6	628,7
SO ₂	4170,83	53,0	2279,1	2024,17	34,2	871,7
H ₂ S	28,01	0,3	15,3	11,00	0,19	4,7
CS ₂	4,47	0,06	2,4	1,79	0,03	0,8
H ₂ SO ₄	5,26	0,066	2,9	3,36	0,06	1,5
Небезпечні забруднюючі речовини						
бензол	113,02	1,44	61,8	18,69	0,32	8,1
толуол	6,26	0,08	3,4	5,53	0,09	2,4
нафталін	62,91	0,8	34,4	1,57	0,03	0,7
фенол	6,06	0,08	3,3	6,48	0,11	2,8
HCN	66,97	0,85	36,6	8,52	0,14	3,7
Інші речовини						
алкани	4,78	0,061	2,6	2,31	0,04	1,0
NH ₃	105,13	1,34	57,4	74,89	1,26	32,3

Примітка: * – працювали коксові батареї № 1, 5, 6;

** – працювали коксові батареї № 1, 4, 5, 6

У роботі [6] відмічається, що на підприємстві впроваджена та функціонує ресурсоенергозберігаюча комплексна технологія, яка забезпечує найбільш повне використання матеріально-сировинних ресурсів, що зводить до мінімуму утворення відходів та забруднюючих речовин, знижує небезпеку неминучих відходів, забезпечує їх своєчасне знешкодження та видалення. Однак серед наведених заходів відсутня будь-яка інформація щодо утилізації високотоксичного сірковуглецю, що пояснюється найменшою його питомою вагою в загальному об'ємі основних забруднюючих речовин (табл. 1), високою токсичністю та відсутністю надійних технологій його перероблення. Висока токсичність сірковуглецю (табл. 2, [7]) є суттєвою перепорою в розробці новітніх технологій його перероблення та впровадження їх у промисловість.

Враховуючи вищезазначене, розробка технології перероблення сірковуглецю ГФСБ передбачає необхідні вимоги до експлуатації апаратів та хімічного обладнання, розміщених у закритих приміщеннях або у відкритому варіанті у вигляді триповерхової залізобетонної етажерки з майданчиками для технічного обслуговування хімічного обладнання. Тобто, як сама технологія отримання ксантогенатів металів із ГФСБ, так і апаратурно-технологічне обладнання повинні відповідати вимогам робіт з речовинами або сумішами речовин категорії вибухонебезпечності II С та групі речовин вибухонебезпечності Т 5 [7].



Таблиця 2

Фізико-хімічні та інші властивості сірковуглецю

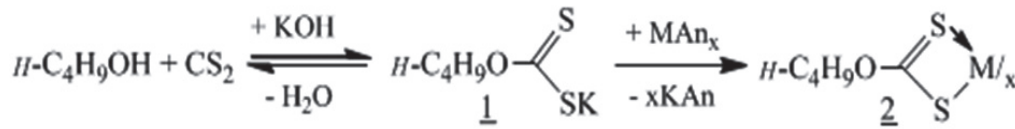
Показник та одиниця виміру	Властивості	Література
Фізико-хімічні властивості		
Фізичний стан	Прозора, безбарвна рідина. Під дією світла розкладається з утворенням речовин, що мають специфічний запах	[8, 9]
$t_{пл}, ^\circ C$	-112	[10]
$t_{кип}, ^\circ C$	46,0-46,2	[10]
$t_{спал}, ^\circ C$	-43	[9]
$t_{самозайм}, ^\circ C$	102	[9]
Густина, г/см³	1,293 (0 °C), 1,264 (20 °C)	[11]
Розчинність при 20 °C, г/л	Вода (2,04), розчиняється в ацетоні, метанолі, бензолі, хлороформі	[8]
Реакційна здатність	Окиснюється, гідратується, гідролізується, галогенується, взаємодіє з лугами та сульфідами лужних металів	[9]
Пожежо- та вибухонебезпечність		
Загальна характеристика	Легкозаймиста речовина. Може вибухнути під час нагрівання. У разі контакту з гарячими поверхнями легко самозаймається. Пари з киснем повітря утворюють вибухонебезпечні суміші. При перевезенні оберігати від електростатичних зарядів. Бурхливо реагує з окисниками, викликаючи небезпеку пожежі або вибуху. Група вибухонебезпечності суміші – Т5. Категорія вибухонебезпечності суміші – II С	[11, 12]
Контрольні показники небезпечності		
Контрольні показники	ГДК _{р.з.} (м.р./с.с.), мг/м ³ – 10/3. Гостре отруєння настає при концентрації більше 1 мг/дм ³ . Симптоми: втрата свідомості після декількох перших вдихань, глибокий наркоз, втрата всіх рефлексів (включаючи роговидний і зіничний), потім – летальний кінець та зупинка дихання. Концентрації 200-500 ppm можуть викликати смерть	[8, 11, 13, 14]
Токсичність		
Загальна токсичність	Високонебезпечна за впливом на людину речовина, може викликати смерть у випадку вдихання та поглинання. Вражає центральну та периферійну нервову, серцево-судинну, дихальну системи, шлунково-кишковий тракт, печінку, нирки, очі, шкіру	[11, 14]

Експериментальна частина. Об'єктом дослідження була головна фракція сирого бензолу Ясинівського коксохімічного заводу із вмістом сірковуглецю 31,7%. Визначення сірковуглецю у вихідній ГФСБ проводили на газовому хроматографі Кристал-Люкс 4000 в умовах, що наведені в роботі [1]. Хімічне вилучення сірковуглецю із ГФСБ проводили на лабораторній установці, що включала реактор-ксантогенатор, механічну мішалку з електроприводом, холодильник Лібіха, крапельну воронку, контактний термометр і електричне реле, льодову баню (0–5 °C) та/або електронагрівач.



Нові хімічні технології: світові та вітчизняні розробки, досвід впровадження

Результати та обговорення. Хімічне вилучення сірководню із ГФСБ проводили з використанням *n*-бутанолу за реакцією:



де $\text{M} = \text{Mn}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Cu}^+, \text{Zn}^{2+}$; $\text{An} = \text{Cl}^-, \frac{1}{2} \text{SO}_4^{2-}, \text{CH}_3\text{COO}^-$.

Взаємодія вихідних речовин за схемою (1) супроводжувалась утворенням калій *n*-бутилксантогенату 1 та відповідних метал-хелатів 2. Оптимізація технологічних параметрів синтезу сполуки 1 полягала у встановленні оптимального мольного співвідношення *n*-C₄H₉OH : KOH : CS₂, температури та часу реакції. При цьому системні дослідження реакції (1) проводили з урахуванням таких її особливостей:

- наведена реакція є рівноважною, а тому утворений калій *n*-бутилксантогенат може піддаватись гідролізу з утворенням вихідних речовин;
- під час оптимізації технологічних параметрів реакції хімічного вилучення CS₂ із ГФСБ температуру та час реакції необхідно мінімізували;
- для забезпечення позитивного ефекту принципу Ле Шательє необхідно встановити оптимальне мольне співвідношення вихідних сполук.

З урахуванням вищезазначених положень були проведені дослідження хімічного вилучення CS₂ із ГФСБ *n*-бутиловим спиртом у присутності калій гідроксиду та встановлена залежність виходу калієвої солі *n*-бутилксантогенової кислоти від часу реакції (рис. 1).

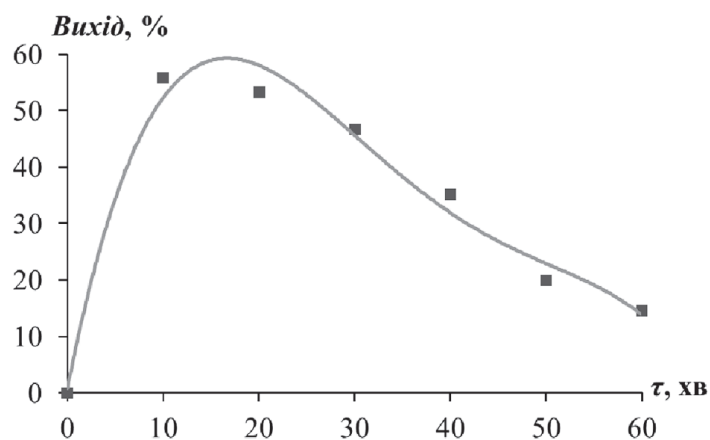


Рис. 1. Залежність виходу калієвої *n*-бутилксантогенату від часу реакції (умови: $t = 15-20^\circ \text{C}$; співвідношення *n*-C₄H₉OH : KOH : CS₂ = 1 : 2 : 1)

Отримані дані показують, що кінцева калієва сіль *n*-бутилксантогенової кислоти утворюється з максимальним виходом 55,8% вже за перші 10 хв реакції. Поступове збільшення тривалості реакції до 60 хв призводить до зменшення виходу калієвої солі до 14,6%, що можна пояснити проходженням побічних реакцій гідролізу.

Дослідження залежності виходу калієвої солі *n*-бутилксантогенової кислоти від температури реакції проводили з використанням тієї ж системи: *n*-C₄H₉OH – KOH – CS₂ (ГФСБ). Отримані при цьому дані (рис. 2) показують, що калієва сіль *n*-бутилксантогенової кислоти утворюється з максимальним виходом 60,1% при охолодженні реакційної маси до 0-5 °C. Незначне підвищення температури до 10-15 °C суттєво не впливає на зменшення виходу калій *n*-бутилксантогенату (1,1-2,5 %), тоді як наступне підвищення, наприклад до 45 °C, зменшує вихід кінцевого продукту на 23,7%.

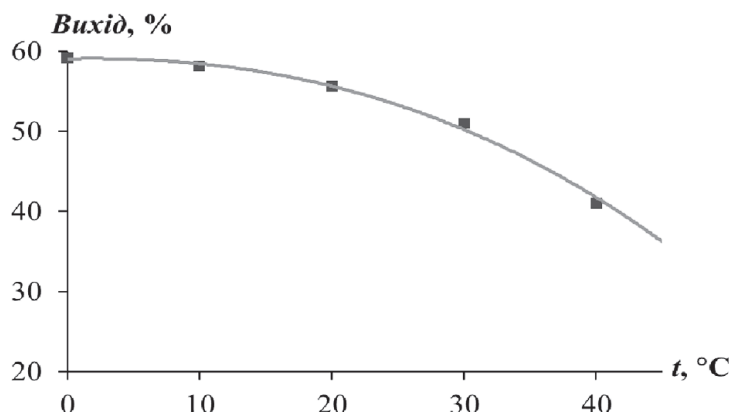


Рис. 2. Залежність виходу калій *n*-бутилксантогенату від температури реакції

При цьому необхідно відмітити, що залежність виходу сполуки 1 від температури була досліджена протягом перших 10 хв за мольного співвідношення $n\text{-C}_4\text{H}_9\text{OH} : \text{KOH} : \text{CS}_2 = 1 : 2 : 1$. Таке співвідношення враховувало хімічну рівновагу реакції вилучення сірковуглецю із ГФСБ та її зміщення в напрямку утворення калієвої солі *n*-бутилксантогенової кислоти.

На рис. 3 наведені дані дослідження залежності виходу калієвої солі *n*-бутилксантогенової кислоти від співвідношення реагентів.

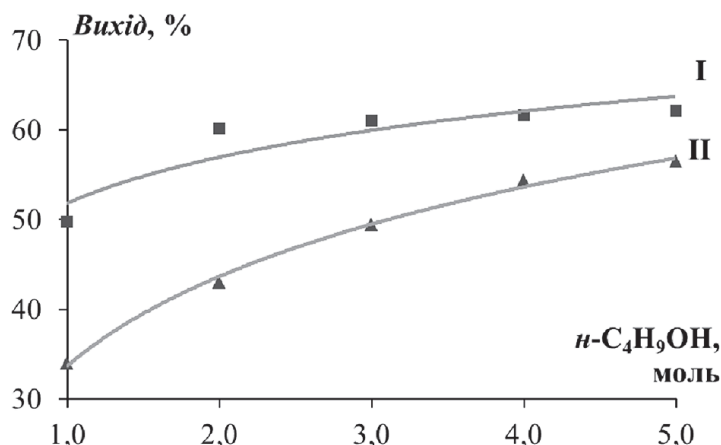


Рис. 3. Залежність виходу калій *n*-бутилксантогенату від надлишку *n*-бутанолу в діапазоні I (оптимальні умови: $\tau = 10$ хв, $t = 0\text{-}5$ °C) та II (умови: $\tau = 60$ хв, $t = 15\text{-}20$ °C)

Апріорі передбачалось, що суттєве збільшення кількості вихідного *n*-бутилового спирту сприятиме збільшенню виходу калієвої солі *n*-бутилксантогенової кислоти. Але отримані результати (рис. 3) показують, що в оптимальному температурному та часовому діапазоні I у випадку збільшення кількості *n*-бутанолу в 5 разів вихід калієвої солі *n*-бутилксантогенової кислоти збільшився лише на 12,3%, тоді як збільшення кількості *n*-бутилового спирту уже в 2 рази призводить до збільшення виходу калієвої солі на 10,4%. Дещо інакшою є залежність виходу калієвої солі *n*-бутилксантогенової кислоти від кількості *n*-бутанолу, що досліджена в температурному та часовому діапазоні II. Так, у випадку збільшення кількості *n*-бутанолу в реакційній масі в 5 разів вихід калієвої солі *n*-бутилксантогенової кислоти збільшується на 22,5% і, загалом, не перевищує 52,8-56,5%.

Таким чином, дослідження хімічного вилучення CS_2 із ГФСБ шляхом його взаємодії з *n*-бу-



Нові хімічні технології: світові та вітчизняні розробки, досвід впровадження

тиловим спиртом у присутності калій гідроксиду показало суттєву різницю в кількісному утворенні (вихід, %) калій *n*-бутилксантогенату та, наприклад, калій метилксантогенату, умови утворення якого досліджені в роботі [1]. Безумовно, це пояснюється не лише меншою реакційною здатністю *n*-бутилового спирту порівняно з метиловим (рКа *n*-C₄H₉OH та CH₃OH становить, відповідно, 17,0 [15] та 15,5 [16]), а й стійкістю утворених ксантогенатів лужних металів до гідролізу.

Отриманий калій *n*-бутилксантогенат реакцією обміну з водорозчинними солями деяких 3d-металів переводили у відповідні важкорозчинні метал-хелати (реакція 1). Практичний вихід та умови отримання *n*-бутилксантогенатів деяких 3d-металів наведені в роботі [5].

Виділення сірковуглецю із складу ГФСБ в технологічному циклі ректифікації сирого бензолу. Модифікація існуючої схеми ректифікації сирого бензолу дозволяє вирішити цю проблему шляхом врахування встановлених нами даних щодо хімічного вилучення CS₂ із ГФСБ з отриманням кінцевих ксантогенатів деяких 3d-металів (рис. 4).

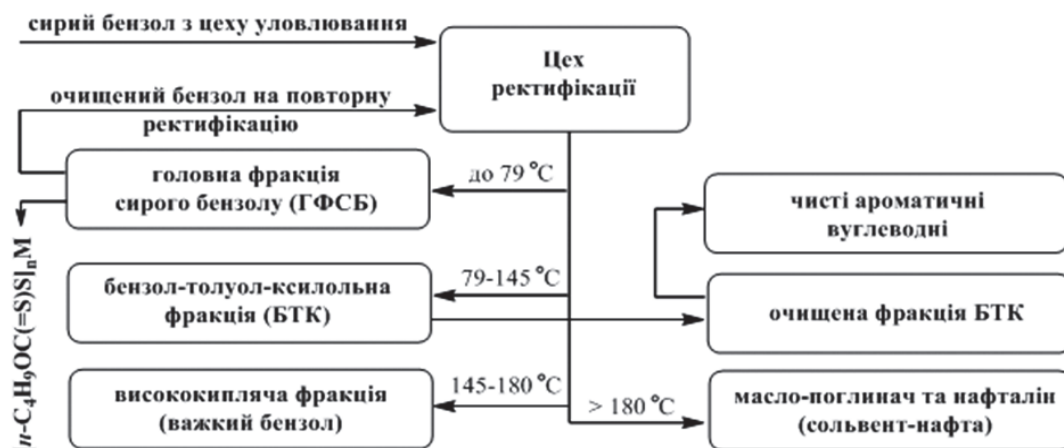


Рис. 4. Модифікована схема ректифікації сирого бензолу

Запропонована нами модифікація існуючої технології ректифікації сирого бензолу полягає в тому, що сірковуглець із фракції ГФСБ із вмістом 25-32% хімічно вилучали до кінцевих *n*-бутилксантогенатів деяких 3d-металів, а потім очищену фракцію знову подавали на стадію повторної ректифікації (рис. 4). Досліджений процес виділення CS₂ із ГФСБ відмічається високою технологічністю. Так, при хімічному вилученні сірковуглецю із ГФСБ утворюється, наприклад, цинк *n*-бутилксантогенат з виходом 95%. Оскільки після виділення кінцевого цинк метал-хелату утворюється велика кількість технічної води, її повторно використовують у замкненому технологічному контурі (рис. 5). Необхідно відмітити, що під час розроблення технології хімічного вилучення CS₂ із ГФСБ коксохімічних виробництв в основу були покладені концептуальні положення «зеленої хімії» [17] (Top 10 DOE, US Department of Energy), що забезпечило високий рівень екологічної безпеки перероблення сірковуглецю ГФСБ в продукцію промислового призначення.

Принципова технологічна схема блочно-модульної установки хімічного вилучення сірковуглецю із ГФСБ з отриманням ксантогенатів металів наведена на рис. 5.

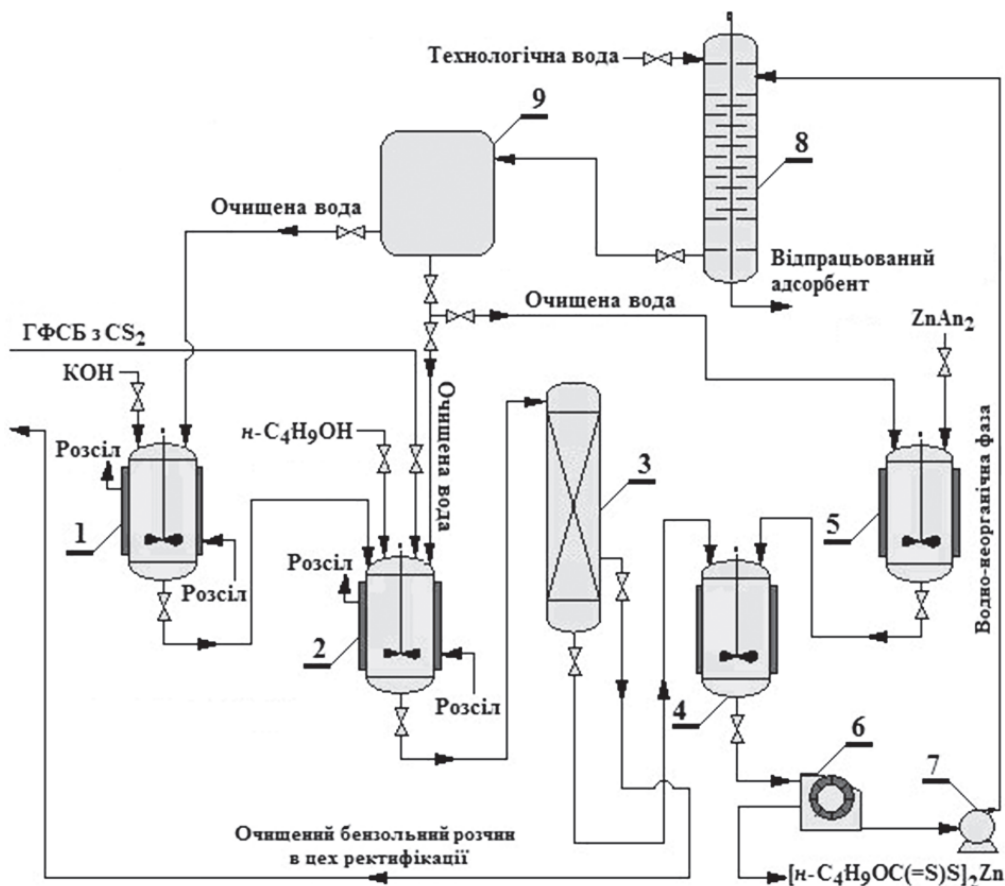


Рис. 5. Технологічна схема блочно-модульної установки хімічного вилучення сірководню із ГФСБ коксохімічних виробництв: 1 – реактор для приготування розчину калій гідроксиду; 2 – реактор для утворення калій *n*-бутилксантогенату; 3 – роздільна колона; 4 – реактор для утворення цинк *n*-бутилксантогенату; 5 – реактор для приготування водних розчинів солей Цинку; 6 – центрифуга; 7 – насос; 8 – колона з природним адсорбентом; 9 – резервуар для очищеної води

ГФСБ із CS_2 надходить зі збірника цеху ректифікації сирого бензолу в реактор 2, куди попередньо подають *n*-бутиловий спирт та водний розчин калій гідроксиду необхідної концентрації з реактора 1. Процес проводять при постійному перемішуванні та охолодженні ($0-5\text{ }^\circ\text{C}$), контролюючи оптимальне співвідношення реагентів. Утворений калій *n*-бутилксантогенат розбавляють водою до повного розчинення та направляють в роздільну колону 3. Після розділення водно-неорганічний шар подають в реактор 4, а із реактора 5 подають концентрований водний розчин солі ZnAn_2 (де $\text{An} = \text{Cl}^-, \frac{1}{2}\text{SO}_4^{2-}, \text{CH}_3\text{COO}^-$ тощо). Реакційну масу перемішують протягом 15-20 хв, підтримуючи температуру в межах $15-25\text{ }^\circ\text{C}$. Суспензію, що містить цинк *n*-бутилксантогенат, подають на центрифугу 6 для фільтрування. Фільтрат із залишками вихідних реагентів насосом 7 подають на колону з природним адсорбентом 8. Очищену воду направляють в резервуар 9 для повторного використання. Очищений від сірководню бензолний розчин подають назад у цех ректифікації на наступне перероблення та доочищення відомими промисловими методами.

ВИСНОВКИ.

Таким чином, досліджена технологія хімічного вилучення сірководню із головної фракції сирого бензолу коксохімічних виробництв шляхом його взаємодії з *n*-бутиловим спиртом у лужному середовищі дозволила отримати калієву сіль *n*-бутилксантогенової кислоти та кінцеві малорозчинні у воді метал-хелати деяких 3d-металів (на прикладі цинк *n*-бутилксантогенату). Процес



Нові хімічні технології: світові та вітчизняні розробки, досвід впровадження

утворення останніх проходить без виділення проміжної калієвої солі *n*-бутилксантогенової кислоти. Отримані результати можуть бути використані під час проектування дослідно-промислової установки хімічного вилучення сірковуглецю із ГФСБ коксохімічних виробництв.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Тітов Тарас Сергійович*. Підвищення екологічної безпеки коксохімічних виробництв хімічним вилученням сірковуглецю із бензолної фракції: дис. ... канд. хім. наук: 21.06.01 / Тітов Тарас Сергійович. – Вінниця, 2016. – 191 с.
2. Пат. 69639 Україна, МПК (2012.01) C01B 21/00. Спосіб очищення головної фракції сирого бензолу коксохімічного виробництва від сірковуглецю / А.П. Ранський, Т.С. Тітов, О.В. Бондарчук; заявник та патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № u201111887; заявл. 10.10.2011; опубл. 10.05.2012, Бюл № 9/2012.
3. Пат. 93608 Україна, МПК (2014.01) C01B 21/00. Спосіб очищення головної фракції сирого бензолу коксохімічного виробництва від сірковуглецю / А.П. Ранський, Т.С. Тітов, С.П. Прокопчук, Т.М. Авдієнко; заявник та патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № u201404292; заявл. 22.04.2014; опубл. 10.10.2014, Бюл № 19/2014.
4. *Ранский А.П.* Получение ксантогенатов металлов реагентной переработкой сероуглерода головной фракции коксохимических предприятий / А.П. Ранский, Т.С. Титов, Т.Н. Авдиенко // Экологический вестник России. – 2013. – № 11. – С. 18-21.
5. *Гордієнко О.А.* Аналіз реакції дитіокарбокислювання *n*-бутанолу сірковуглецем в присутності гідроксиду калію / О.А. Гордієнко, О.А. Гуменчук, Т.С. Тітов // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2017. – № 1. – С. 40-44.
6. Комплексное решение экологических проблем на ПАО «Ясиновский коксохимический завод» / А.К. Саенко, И.К. Дегтярев, А.Л.Борисенко [и др.] // Углекислотный журнал. – 2013. – № 6. – С. 67-73.
7. Рекомендації ООН ST/SG/AC.10/30/Rev.4 «Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals». – New York and Geneva: UNITED NATIONS, 2011. – 568 с.
8. ГОСТ 19213-73. Сероуглерод синтетический технический. Технические условия. – Введ. 01.01.1975. – М.: Изд.-во стандартов, 1988. – 12 с.
9. *Пеликс А.А.* Химия и технология сероуглерода / А.А. Пеликс, Б.С. Аранович, Е.А. Петров, Р.В. Котомкина. – Л.: Химия, 1986. – 224 с.
10. Carbon disulfide. Material Safety Data Sheet. – Texas: Sciencelab.com, Inc. – 6 p.
11. ICSC: 0022. Carbon disulphide. – The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH): International Chemical Safety Cards (ICSC), 2000.
12. *Петров Е.А.* Технология производства сероуглерода: учебное пособие для рабочих профессий / Е.А. Петров. – М.: Отд-ние НИИТЭХима, 1979. – 68 с.
13. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы. – Введ. 15.06.2003. – М.: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Минздрава России, 2003. – 268 с.
14. Вредные вещества в промышленности: в 3-х т. Т. 2 / [под. ред. Н.В. Лазарева, Э.Н. Левиной]. – Л.: Химия, 1976. – 624 с.
15. *Беккер Г.* Введение в электронную теорию органических реакций / Г. Беккер. – М.: Мир, 1977. – 658 с.
16. *Альберт А.* Константы ионизации кислот и оснований / А. Альберт, Е. Сергент. – М.: Химия, 1964. – 180 с.
17. *Моисеев И.И.* «Зеленая химия»: траектория развития / И.И. Моисеев // Успехи химии. – 2013. – Т. 82, № 7. – С. 616-623.

Стаття надійшла до редакції 12 червня 2017 р.