

Порівняльні дослідження зневоднення водно-спиртових сумішей в паровій фазі цеолітами різних марок

Г.О. Кизюн, кандидат технічних наук, академік УТА, заступник директора з наукової роботи, ДНУ «Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології продовольчих продуктів», м. Київ.
О.С. Міщенко, кандидат технічних наук, завідувач відділом масообмінних технологій, ДНУ «Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології продовольчих продуктів», м. Київ.
І.М. Журавський, кандидат технічних наук, зав. сектором технології біоетанолу, ДНУ «Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології продовольчих продуктів», м. Київ.
Н.М. Кизюн, старший науковий співробітник, ДНУ «Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології продовольчих продуктів», м. Київ.
К.В. Дремлюга, старший науковий співробітник, ДНУ «Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології продовольчих продуктів», м. Київ.
О.В. Сосновська, науковий співробітник, ДНУ «Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології продовольчих продуктів», м. Київ

З метою розроблення установки для зневоднення біоетанолу методом адсорбції проведено дослідження із зневоднення водно-спиртових сумішей у паровій фазі. Для цього використовували природні (бентоніт, клиноптилоліт) та синтетичні цеоліти марки (NaA) вітчизняного виробництва, а також синтетичні цеоліти SILIPORIT (Франція), NaA-Y і NaA-шм російських виробників. Наведено опис та результати досліджень із зневоднення водно-спиртових сумішей в паровій фазі.

Ключові слова: біоетанол, адсорбція, зневоднення, цеоліт, водно-спиртова пара.

С целью разработки установки для обезвоживания биоэтанола методом адсорбции проведены исследования по обезвоживанию водно-спиртовых смесей в паровой фазе. Для этого использовали природные (бентонит, клиноптилолит) и синтетические цеолиты марки (NaA) отечественного производства, а также синтетические цеолиты SILIPORIT (Франция), NaA-Y и NaA-шм российских производителей. Приведено описание и результаты исследований по обезвоживанию водно-спиртовых смесей в паровой фазе.

Ключевые слова: биоэтанол, адсорбция, обезвоживание, цеолит, водно-спиртовый пар.

The dehydration of water-alcohol mixtures in vapour-phase researched on the adsorption method for working up of bioethanol dehydration plant. Zeolite NaA of national origin and also synthetic zeolite SILIPORIT (France), NaA-Y and NaA- chm of the Russian producers are used for this purpose. Description and results of researches made on the dehydration of water-alcohol mixtures in vapour-phase.

Keywords: bioethanol, adsorption, dehydration, zeolite, water-alcohol steam

З метою розробки установки для зневоднення біоетанолу методом адсорбції в УкрНДІспиртбіопрод було проведено дослідження природних (бентоніт, клиноптилоліт) та синтетичних (NaA) вітчизняних цеолітів для порівняння із синтетичними цеолітами SILIPORIT (Франція) та NaA-Y і NaA-шм російських виробників.

На першому етапі досліджень проводилось зневоднення водно-спиртових сумішей адсорбцією цеолітами різних марок в рідинній фазі та за різної температури [1].

На другому етапі на експериментальній установці було проведено дослідження зневоднення водно-спиртових сумішей адсорбцією з використанням цеолітів тих же самих марок тільки уже у паровій фазі.

В серії дослідів із зневоднення адсорбцією водно-спиртової пари, рівні кількості водно-спиртового розчину - по 1500 см³ і концентрацією спирту 96,8 % об. завантажували в реактор, з'єднаний з лабораторною колонкою діаметром 25 мм і висотою 1300 мм. Водно-спиртовий розчин, завантажений в реактор, випаровували,

а водно-спиртову пару, що утворилась в реакторі, зневоднювали, пропускаючи її через колонку, заповнену цеолітами, що досліджували. Зневоднену спиртову пару конденсували та охолоджували у прямооточному холодильнику, який встановлювали на виході пари з колонки, а отриманий конденсат спиртової пари збирали в приймальний циліндр. Періодично, змінюючи приймальний циліндр, контролювали процес адсорбції, тобто, визначали об'єм відібраного спиртового розчину та концентрацію спирту етилового в кожній фракції.

Результати порівняльних досліджень зневоднення водно-спиртових розчинів адсорбцією в паровій фазі на цеолітах різних марок

№ п/п	Марка цеолітів	Маса цеолітів, г		Т регенерації, °С	Вихідний розчин		Т дослід, °С	Зміна міцності по фракціях											
		до адсорбції	після адсорбції		Кількість, см ³	Міцність, % об.		1 фракція		2 фракція		3 фракція		4 фракція		5 фракція		6 фракція	
								V, см ³	M., % об	V, см ³	M., % об	V, см ³	M., % об	V, см ³	M., % об	V, см ³	M., % об	V, см ³	M., % об
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	NaA-шм	374	498,5	400	1500	96,8	70	230	99,92	230	99,94	230	99,89	220	99,67	220	99,28	200	98,89
2	Na-A	299,8	381	400	1500	96,8	70	220	99,85	240	99,88	355	99,35	265	98,36	310	97,8	-	-
3	SILIPORIT	348	458	400	1500	96,8	70	225	99,94	230	99,9	220	99,56	265	98,88	250	98,25	185	98,27
4	Бентоніт 1-2 мм	438,5	516,8	400	1500	96,8	70	255	99,87	255	99,86	250	99,8	230	98,18	250	97,21	-	-
5	Бентоніт 1,4-4 мм	440,2	518,4	400	1500	96,8	70	250	99,81	240	99,8	230	98,71	240	97,96	230	97,34	130	97,3
6	Клиноптилоліт 1-3	434,5	515,9	400	1500	96,8	70	220	99,67	240	99,83	240	99,03	225	97,85	310	97	-	-

Продовження таблиці 1

№ п/п	Результати адсорбції										Примітки
	Отримано, см ³	Затримано цеолітами			Втрати, см ³		Вміст води у рециклі, % об	Ступінь концентрування по воді	Питома сорбційна ємність по воді, г/кг		
		розчину		В т.ч. води, см ³	розчину	В т.ч. води					
		г	см ³								
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	1330	124,5	142,4	42,0	27,6	0,9	25,2	7,9	112,3		
2	1390	81,2	91,6	33,3	18,4	0,6	30,8	9,6	111,1		
3	1375	110	124,4	36,1	0,6	-	28,9	9	103,7		
4	1240	78,3	93	30,3	167	5,3	13,7	4,3	70,7	збільшення тиску	
5	1320	78,2	92,3	26,8	87,7	2,8	16,4	5,1	60,9		
6	1260	81,4	95,6	25,7	144,4	4,6	12,6	3,9	59,1	збільшення тиску	

Процес адсорбції припиняли після випаровування всього об'єму водно-спиртового розчину завантаженого в реактор на даний дослід, а вологі цеоліти зважували на лабораторних вагах. Після закінчення дослідження складали матеріальний баланс. За результатами матеріального балансу визначали незворотні втрати, кількість розчину адсорбованого цеолітами, кількість води в цьому розчині та концентрацію адсорбованого розчину. Результати досліджень наведено в таблиці 1.

З таблиці 1 видно, що цеоліт NaA виробництва НІОХІМ

(м. Харків), за даних умов проведення зневоднення водно-спиртового розчину в паровій фазі підтвердив найвищу, серед досліджених цеолітів, ступінь концентрування по воді, яка становить 9,6. Дещо меншу – 9,0 ступінь концентрування показав цеоліт SILIPORIT фірми СЕСА (Франція) і ще меншу – 7,9 цеоліт NaA-шм російського виробництва. Що стосується природних цеолітів – бентоніту та клиноптилоліту, то за їх використання було досягнуто значно менші показники цього значення в порівнянні із синтетичними цеолітами, які змінювались від 3,9 до

5,1 в залежності від марки цеоліту та розмірів їх фракцій.

Також з таблиці 1 видно, що цеоліт NaA-шм підтвердив найвищу, серед досліджених за даних умов цеолітів, сорбційну ємність по воді, яка становить 112,3 г/кг цеоліту. Дещо меншу сорбційну ємність по воді має вітчизняний цеоліт NaA виробництва НІОХІМ, яка становить 111,1 г/кг цеоліту. Цеоліт SILIPORIT фірми СЕСА має ще меншу сорбційну ємність, яка становить 103,7 г/кг цеоліту. Найнижчу сорбційну ємність по воді, як і у разі зневоднення у рідкій фазі, показали природні

БІОЕТАНОЛ

цеоліти – бентоніт та клиноптилоліт. Причому, для бентоніту, з розмірами часток від 1 до 2 мм, ємність по воді є найвища серед природних цеолітів і становить 70,7 г/кг цеоліту, а для бентоніту, з розмірами часток від 1,4 до 4 мм та клиноптилоліту, з розміром часток від 1 до 3 мм, вона є значно меншою і становить відповідно 60,9 та 59,1 г/кг цеоліту. Дослідження показали, що у разі адсорбції у паровій фазі має місце більш різка відмінність в адсорбційній ємності між синтетичними та природними цеолітами, ніж у разі адсорбції в рідинній фазі [1]. Це пояснюється тим, що зменшується поверхня контакту цеоліту з водно-спиртовою парою, через наявність плоских граней в частках природних цеолітів і з цієї причини відбувається більш щільне прилягання часток одне до одного ніж для синтетичних цеолітів, які мають круглу або циліндричну форму. Таке явище призводить до погіршення умов контактування парової фази з цеолітом під час швидкого проходження через нього водно-спиртової пари. Під час же адсорбції в рідкій фазі час контакту рідкої фази з цеолітом суттєво

більший ніж під час зневоднення в паровій фазі. Тому цей фактор менше впливає на кількість адсорбованої води природними цеолітами.

Таким чином, результати досліджень процесу зневоднення водно-спиртових сумішей різними цеолітами в паровій фазі показали що:

- найвищу сорбційну ємність по воді за атмосферного тиску показав синтетичний цеоліт NaA-шм виробництва Ішимбайського СХЗК, яка становить 112,3 г/кг цеоліту;

- близьку до попереднього сорбенту сорбційну ємність по воді має цеоліт NaA виробництва НІОХІМ (м. Харків), для якого вона складає 111,1 г/кг цеоліту;

- синтетичний цеоліт SILIPORIT фірми СЕСА (Франція) показав дещо меншу ємність по воді, яка становить 103,7 г/кг цеоліту;

- досліджені природні цеоліти показали значно меншу сорбційну ємність, яка для бентоніту з величиною часток від 1 до 2 мм становить 70,7 г/кг цеоліту, а для бентоніту, з частками від 1,4 до 4 мм та клиноптилоліту, з частками від 1 до 3 мм вона

була значно меншою і становить відповідно 60,9 та 59,1 г/кг цеоліту;

- як і у випадку зневоднення у рідкій фазі, цеоліт NaA, виробництва НІОХІМ, забезпечує найкращу, з досліджених за даних умов синтетичних цеолітів, ступінь концентрування по воді, яка становить 9,6, для цеоліту SILIPORIT фірми СЕСА цей показник становить 9,0, а для NaA-шм, виробництва Ішимбайського СХЗК – 7,9. Ступінь концентрування по воді для природних цеолітів гірша і становить від 3,9 до 5,1, в залежності від марки цеолітів та розміру їх часток;
- природні цеоліти мають високий гідравлічний опір проходженню водно-спиртової пари.

Список використаних джерел

1. Порівняльні дослідження цеолітів різних марок в процесі зневоднення водно-спиртових сумішей / Кизюн Г.О., Міщенко О.С., Журавський І.М. та ін. // Цукор України. – 2012. - № 8 (80). – С.18-22.

*Рецензент: К.О. Данілова,
к.т.н.*

ЦІКАВІ НОВИНИ

Учені перетворили на паливо звичайне повітря

Невелика британська компанія виробила перше паливо з повітря, використовуючи революційну технологію, яка може допомогти вирішити енергетичну кризу, пише видання Independent. Компанія «Air Fuel Synthesis» у серпні ц.р. виробила перші 5 літрів палива на невеликій установці для виробництва рідкого палива з вуглекислого газу та водяної пари.

Компанія сподівається, що за два роки їй вдасться побудувати більшу установку, здатну виробляти тону палива в день. Хоч процес поки що знаходиться на ранніх етапах і потребує електрики з національної мережі, компанія вважає, що у результаті можливо буде використовувати силу поновлюваних джерел - вітрових електростанцій або приливних гребель.

«Ми взяли вуглекислий газ з повітря та водень з води і перетворили ці елементи на паливо. Ніхто не робить нічого подібного ні в нашій країні, ні за її межами, наскільки нам відомо», - говорить голова компанії Пітер Харрісон. «Наше паливо здатне працювати в існуючих двигунах. Це означає, що може бути використана існуюча транспортна інфраструктура», - продовжує він.

Спочатку передбачається вироблене новаторське паливо змішувати зі звичайним. «Технологія також ідеально підходить для віддалених районів, які мають достатні джерела поновлюваної енергії, але обмежені можливостями для їх зберігання», - відмічає Харрісон.

Хоча прототип системи розроблений для виділення вуглекислого газу з повітря, ця частина процесу поки що занадто неефективна з точки зору комерційного використання, підкреслює автор статті. Проте професор Клаус Лакнер з Колумбійського університету Нью-Йорка відмічає, що висока вартість будь-якої нової технології завжди з часом різко скорочується.

Джерело: Independent