

УДК 66.067.1: 621.72

К.Луняка, докт. техн. наук; С.Кривенко; Г.Глухов, канд.техн.наук
Херсонський державний технічний університет

ОТРИМАННЯ РІВНЯННЯ “ЧОРНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ” У ВИРОБНИЦТВІ ДВООКИСУ ТИТАНУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТВЕРДОЇ ФАЗИ СУСПЕНЗІЇ, ЩО ПОСТУПАЄ НА ФІЛЬТРУВАННЯ, ЯК ФІЛЬТРУВАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Визначений вид фільтрування при використанні твердої фази суспензії, що поступає на фільтрування, як фільтрувального матеріалу, який залежить від щільності тканини і при певній щільності є фільтрування з відкладенням осаду. Для цього виду фільтрування отримане рівняння “чорної фільтрації” у виробництві двоокису титану, яке дає можливість розрахувати час фільтрування, а за ним і площу фільтрування.

Умовні позначення:

τ	– час фільтрування, с;
V	– об’єм фільтрату, м ³ ;
Q	– об’єм фільтрату, отриманого з 1 м ² поверхні фільтрування, м ³ /м ² ;
A, B	– коефіцієнти рівняння фільтрування.

Процес фільтрування є одним з найважливіших процесів хімічної технології. Правильна організація цього процесу впливає як на технологічність виконання операцій, так і на якість готового продукту.

В процесі виробництва двоокису титану фільтрування провадиться двічі – для відділення залишків вихідної сировини (“чорна фільтрація”) і при отриманні готового продукту (“біла фільтрація”). В обох випадках як допоміжний фільтруючий матеріал використовується деревне борошно. Після закінчення фільтрування при “чорній фільтрації” воно викидається у відвали разом із шламом, а при “білій” – готовий продукт відділяється від деревного борошна шляхом випалювання останнього.

Використання такого допоміжного фільтруючого матеріалу пов’язане з низкою додаткових труднощів для виробництва: додаткові витрати на купівлю деревного борошна, збільшення кількості твердих відходів і т. ін. В процесі “білої фільтрації”, коли отримують готовий продукт, деревне борошно разом з двоокисом титану піддають прожарюванню, в результаті чого деревина згоряє. Навіть незначна кількість продуктів згоряння, присутня у готовому продукті, погіршує його якість, тому вітчизняний діоксид титану поступається зарубіжному.

Нами пропонується замінити деревне борошно, яке використовується як допоміжний фільтрувальний матеріал при фільтруванні у виробництві двоокису титану, на тверду фазу суспензії, яка поступає на фільтрування.

Заміна фільтрувального матеріалу потребує внесення певних змін в конструкцію обладнання. Вдосконалення обладнання потребує детального дослідження технологічного процесу, визначення його основних параметрів, отримання закономірностей, які дозволяють визначати оптимальні режими роботи машин та проводити розрахунки їх основних конструкцій.

Процес фільтрування може здійснюватись на барабанних вакуум-фільтрах, для яких основними конструктивними характеристиками є робоча величина вакууму, площа поверхні фільтрування, швидкість обертання. Основною розрахунковою величиною є швидкість фільтрування, на яку впливають багато факторів: властивості

фільтрувального матеріалу, а саме, щільність фільтрувальної підкладки, розміри частинок фільтрувального матеріалу, його форми, здатності до стискання, вільного об'єму матеріалу; фізичні параметри рідинної системи, що піддається фільтруванню, зокрема, в'язкість фільтрату, на яку, в свою чергу справляє вплив температура; величина вакууму; товщина шару фільтрувального матеріалу.

Знаходженню взаємозв'язку між усіма вказаними параметрами присвячені основні праці по фільтруванню [1-2].

Ставлячи перед собою мету заміни допоміжного фільтрувального матеріалу, який в наш час використовується на виробництві двоокису титану – деревного борошна – на тверду фазу суспензії, що поступає на фільтрування, ми провели дослідження, яке полягало у визначенні таких характеристик процесу фільтрування, як швидкість процесу, опір фільтруючих матеріалів, часу, необхідного для намівання необхідного для отримання потрібної прозорості фільтрату шару осаду [3]. Основною величиною при розрахунках процесу фільтрування є час фільтрування, від якого залежать розрахунки часу промивки та проведення допоміжних операцій. Розрахувати час фільтрування дає змогу рівняння фільтрування.

Вид рівняння фільтрування залежить від характеру протікання цього процесу. При фільтруванні при постійному тиску, яке використовувалося в даній роботі, процес може відбуватися з відкладенням шару осаду, із закупорюванням пор фільтра і проміжний. Найбільш сприятливим є режим з утворенням шару осаду. Це пов'язане з тим, що інші режими, наприклад, із закупорюванням пор, призводять до різкого збільшення опору фільтрувальної перегородки.

Найбільш дослідженим і математично описаним є процес фільтрування з відкладенням осаду. Рівняння цього процесу має вигляд:

$$\tau = AV + BV^2 \quad (1)$$

Для цього рівняння ми визначали константи А і В.

Спочатку виявляли вид фільтрування. Оскільки при фільтруванні використовуються різні тканини, ми дослідили вплив щільності фільтрувальної підкладки на вид фільтрування. Дані наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати дослідів по фільтруванню суспензії для визначення виду фільтрування.

Тканина №1				Тканина №2			
τ, с	q, м	(τ/q) × 10 ⁻³	(τ/q ²) × 10 ⁻¹⁰	τ, с	q, м	(τ/q) × 10 ⁻³	(τ/q ²) × 10 ⁻¹⁰
26	0,052	0,5	0,96	11	0,052	0,21	0,40
138	0,104	1,3	1,25	71	0,104	0,68	0,65
325	0,156	2,1	1,34	160	0,156	1,02	0,65
585	0,208	2,8	1,34	293	0,208	1,40	0,67
Тканина № 3				Тканина № 4			
τ, с	q, м	(τ/q) × 10 ⁻³	(τ/q ²) × 10 ⁻¹⁰	τ, с	q, м	(τ/q) × 10 ⁻³	(τ/q ²) × 10 ⁻¹⁰
5	0,052	0,09	1,73	3	0,052	0,057	1,09
15	0,104	0,14	1,34	8	0,104	0,077	0,74
65	0,156	0,42	2,69	23	0,156	0,15	0,96
183	0,208	0,88	4,22	67	0,208	0,32	1,54
358	0,260	1,30	4,99	112	0,260	0,43	1,65
				265	0,312	0,85	2,72
				465	0,364	1,27	3,48

За даними таблиці 1 були побудовані залежності між величинами в координатах $p=f(t/q)$ (таблиця 2, мал.1, де – позначення “Ряд 1” – “Ряд 4” відповідають тканинам №1- №4).

Таблиця 2

Характер залежностей у різних координатах

№	Вид фільтрування	Залежність у координатах	Вигляд лінії для тканини №			
			1	2	3	4
1	Із закупорюванням пор	$q-\tau/q^2$	Крива	Крива	Крива	Крива
2	Із поступовим закупорюванням пор	$\tau-\tau/q$	Крива	Пряма	Пряма	Пряма
3	З утворенням осаду	$q-\tau/q$	Пряма	Крива	Крива	Крива

Як видно з даних, наведених в таблиці 2, лише при використанні найбільш щільної тканини як фільтрувальних підкладок фільтрування йде з утворенням осаду, що є найбільш сприятливим. При використанні фільтрувальних підкладок з меншою щільністю фільтрування йде таким чином, що спочатку відбувається закупорювання пор фільтра, а потім вже формується шар допоміжного фільтрувального матеріалу. Для процесу фільтрування з відкладенням осаду пропонується рівняння (1). Для цього рівняння були визначені константи рівняння фільтрування. З цією метою при постійному тиску, який при проведенні дослідів складав 0,04 МПа, а температура 25⁰С, визначали час, необхідний для фільтрування певного об'єму суспензії з використанням тканини №1 як фільтрувальної підкладки. Результати наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Результати дослідів по фільтруванню суспензії при постійному перепаді тиску на фільтрі

№	Експериментальні значення величин				Значення величин, розрахованих за рівнянням (1)			$\Delta\tau, \%$
	τ, c	$V \cdot 10^6, m^3$	$\tau/V, 10^{-6}$	$V^2 \cdot 10^{15}$	AV	BV^2	τ, c	
1	70	70	1	4,9	17	59	76	7
2	138	100	1,38	10	24	120	144	4,1
3	223	130	1,72	16,9	31	202	233	4,3
4	325	150	2,17	22,5	36	270	306	6,2
5	448	180	2,49	32,4	43	389	432	3,6
6	585	200	2,92	40	48	480	528	10

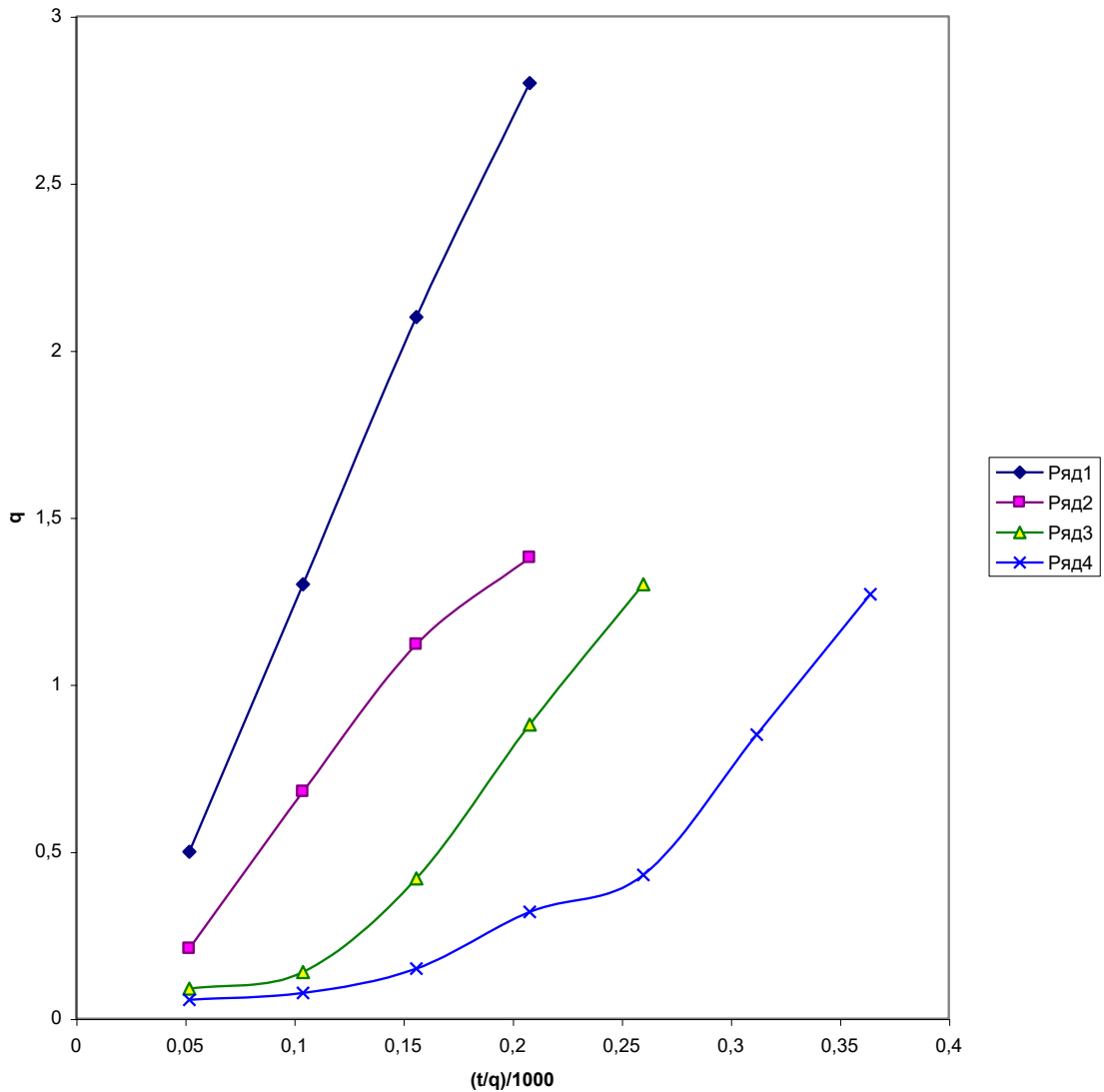
За даними таблиці 3 були розраховані константи рівняння (1). Для цього були побудовані залежності в координатах $\frac{\tau}{V} - V$. При цьому отримали пряму, коефіцієнти рівняння являють собою константи фільтрування. З урахуванням цих констант рівняння фільтрування має вигляд:

$$\tau=2,4 \cdot 10^5 V+1,2 \cdot 10^{-14} V^2 \tag{2}$$

Низьке значення константи В дозволяє користуватись наближеним рівнянням

$$\tau=2,4 \cdot 10^5 V \tag{3}$$

Мал.1. Визначення виду фільтрування для тканин з різною щільністю



Останнє рівняння дає можливість розрахувати час фільтрування з точністю, достатньою для практичних цілей, а за ним – площу фільтрування, яку можна регулювати зміною ступеня занурення барабана в корито, і швидкість обертів барабана фільтра.

The kind (view) of filtrating is determined, which one depends on density of a tissue and at definite density represents filtrating with deposit of a deposit (residue). For this kind of filtrating the obtained equation, which one enables to calculate time of filtrating, and behind it (him) and area of filtrating.

Література

1. Жужиков В.А. Фильтрование. Теория и практика разделения суспензий.- М.: Химия, 1971.- 440 с.
2. Флореа О., Смигельский О. Расчеты по процессам и аппаратам химической технологии. – М.: Химия, 1971. – 448 с.
3. К.В. Луняка, С.В. Кривенко, Г.М.Глухов. Використання математичного моделювання при дослідженні процесу “чорної фільтрації” у виробництві двоокису титану. Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. № 3(8), 2001. – С. 11-14.

Одержано 25.08.2001 р.