

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЗНЕВОДНЕННЯ ВУГІЛЬНИХ ШЛАМІВ ФІЛЬТРУВАННЯМ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛАТЕКСНИХ ФЛОКУЛЯНТІВ

Сергєєв П.В., канд. тех. наук.,
Донецький національний технічний університет

З використанням методів регресійного аналізу та планованого експерименту досліджено закономірності інтенсивної технології зневоднення вугільних шламів

With the use of methods of regressive analysis and experimental designed conformities to the law of intensive technology of dehydration of coal slame are explored

Ефективність зневоднення вугільних флотоконцентратів вакуумним фільтруванням в значній мірі залежить від вмісту у вихідному живленні класу менш 63 мкм [1-4]. Під час формування шару осаду на фільтрувальній поверхні тонкі вугільні частинки заповнюють порові простори між більш крупними зернами, що різко зменшує швидкість фільтрування і питому продуктивність процесу. При вмісті класу – 63 мкм більше 50-60 % цей негативний вплив призводить практично до припинення процесу фільтрування [4]. В роботах [5-6] запропоновано використання технології флокуляції (агрегації) тонких вугільних частинок за допомогою синтетичних латексів для підвищення ефективності зневоднення флотоконцентратів. Встановлено, що при витратах латексу 100 - 200 г/т шлама можливе зниження вологості осаду на 0,8 –1% при підвищенні питомої продуктивності вакуум-фільтрів.

Оскільки наведені в технічній літературі дані про цей напрямок використання латексів мають обмежений характер і не дозволяють зробити узагальнюючих висновків, нами проведені лабораторні дослідження впливу синтетичних латексів на цей процес.

Суть досліджень полягала у встановленні впливу природи та витрат згаданих латексів на питомий об'ємний опір осаду (R_{oc}), його вологість (W_{oc}) та питому продуктивність процесу фільтрування по твердому продукту (q).

Дослідження проводилися на лабораторній фільтрувальній установці за методикою, наведеною в роботі [7]. В якості об'єкту дослі-

дженъ було використано флотоконцентрат вугілля марки Ж ЦЗФ “Київська” зольністю 9 % і вмістом класу – 63 мкм 40 %. Як флокулянти використовували синтетичні латекси БС-30Ф, БС-50 і ПС-100, що відрізнялися один від одного поступовим ростом концентрації стирулу в тому ж ряді (від 30% у БС-30Ф до 100% у латексу ПС-100).

Густина гідросуміші флотоконцентрату в усіх опитах складала 250 кг/м³. Латексний флокулянт змішувався з гідросумішшю безпосередньо у ємності з мішалкою. Процес фільтрування здійснювався після 60 с перемішування з латексом при вакууметричному тиску 70 кПа. Тривалості набору осаду та його сушки складали 10 с і 20 с відповідно. Ці значення відповідають реальним, що характерні для дискових вакуум-фільтрів ДУ 250 ”Сибір”.

Результати експериментів приведені у табл.1. На рис.1 також наведені залежності $R_{oc} = f(Q)$ та $W_{oc} = f(Q)$, які збудовані на основі даних табл.1.

Таблиця 1

Результати експериментів

Витрати латексу Q, г/т	БС-30Ф			БС-50			ПС-100			Примітки
	$R_{oc}, \times 10^{10}, \text{м}^{-2}$	$W_{oc}, \%$	$q, \text{т}/(\text{г}\cdot\text{м}^2)$	$R_{oc}, \times 10^{10}, \text{м}^{-2}$	$W_{oc}, \%$	$q, \text{т}/(\text{г}\cdot\text{м}^2)$	$R_{oc}, \times 10^{10}, \text{м}^{-2}$	$W_{oc}, \%$	$q, \text{т}/(\text{г}\cdot\text{м}^2)$	
0	16,5	24,8	0,32	16,5	24,8	0,32	16,5	24,8	0,32	фільтрація без латексу
50	5,3	24,1	0,36	8,4	24,4	0,33	12,7	24,6	0,33	
100	1,6	23,7	0,41	5,2	24,1	0,36	10,1	24,5	0,34	
150	0,61	23,5	0,46	3,6	24,0	0,39	9,2	24,4	0,36	
200	0,34	23,4	0,49	2,7	23,9	0,42	8,6	24,4	0,37	

Як видно, латексні флокулянти суттєво зменшують питомий опір осаду R_{oc} . Зменшення R_{oc} при введенні в гідросуміш флотоконцентрату латексів обумовлено агрегацією тонкодисперсних вугільних часток в мікрофлокули. Це суттєво збільшує пористість осаду, знижує його опір, внаслідок чого зростає швидкість фільтрації води. Найбільш впливовішим є латекс БС-30Ф. При його витратах 150200 г/т величина R_{oc} зменшується в десятки разів. Збільшення концентрації в полімерних ланцюжках латексів БС-50 і ПС-100 стирулу призво-

дить до значного зниження їх впливу на R_{oc} . При витратах латексу ПС-100 200 г/т питомий опір осаду зменшується тільки в 2 рази.

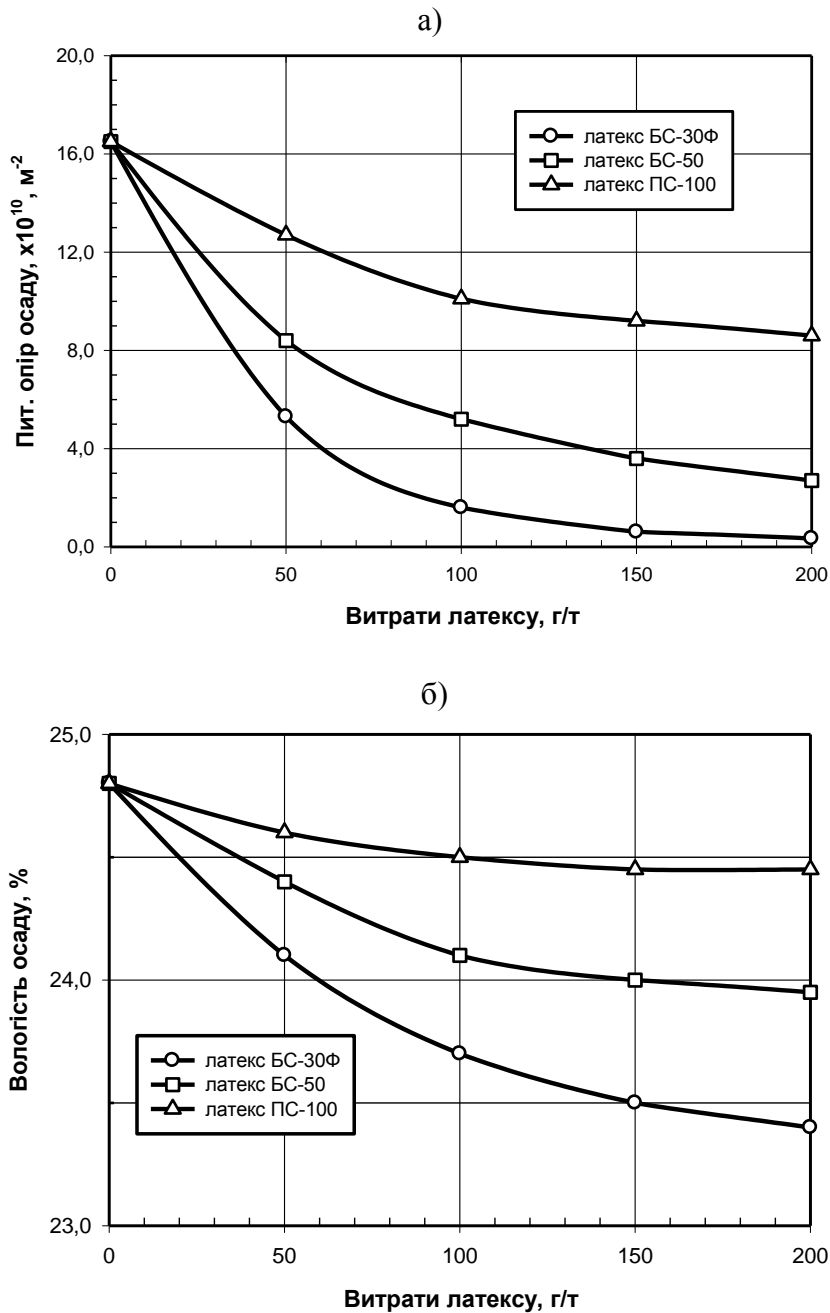


Рис. 1 Вплив витрат латексних флокулянтів на:
а – питомий опір осаду;
б – вологість осаду.

Аналогічна закономірність спостерігається при вивченні залежності $W_{oc} = f(Q)$. Вплив латексів на зниження вологості осаду W_{oc} зростає в ряду флокулянтів ПС-100 – БС-50 – БС-30Ф. При витратах останнього 100-150 г/т вологість осаду зменшується на 1,1 -1,3 %.

З використанням програмного модуля SigmaPlot нами проведені дослідження з визначення найбільш оптимальних регресійних мо-

делей, що описують знайдені залежності $R_{oc} = f(Q)$ та $W_{oc} = f(Q)$. Встановлено, що в обох випадках найбільш високими статистичними характеристиками володіють експоненти рівняння регресії виду:

$$R_{oc} = R_{oc}^o + a \cdot e^{-b \cdot Q} \quad (1)$$

$$W_{oc} = W_{oc}^o + a \cdot e^{-b \cdot Q} \quad (2)$$

де R_{oc}^o та W_{oc}^o – деякі початкові значення питомого опіру та вологості осаду; a и b – параметри рівняння регресії.

Для латексу БС-30Ф рівняння регресії $R_{oc} = f(Q)$ має вигляд:

$$R_{oc} = 0,1186 + 16,3911 \cdot e^{-0,0233 \cdot Q} \quad (3)$$

Оцінки моделі: коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,99988$; стандартна помилка оцінки $SE = 0,1051$.

Для того ж латексу рівняння регресії $W_{oc} = f(Q)$:

$$W_{oc} = 23,267 + 1,5354 \cdot e^{-0,0125 \cdot Q} \quad (4)$$

Оцінки моделі: коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,99982$; стандартна помилка оцінки $SE = 0,0150$.

Серед технологічних показників осаду, які реально можуть контролюватися на фабриці, найбільш суттєво змінюється під впливом добавки латексного флокулянта питома продуктивність процесу фільтрування по твердому продукту (q). З даних табл.5.х витікає, що обробка латексами гідросуміші вугільного флотоконцентрату призводить до значного збільшення q . Як і у випадку залежностей $R_{oc} = f(Q)$ та $W_{oc} = f(Q)$, зростання цього впливу спостерігається в ряду флокулянтів ПС-100 – БС-50 – БС-30Ф. При витратах латексу БС-30Ф 150-200 г/т питома продуктивність q зростає на 30-50 %.

Для більш змістовного дослідження впливу на питому продуктивність процесу фільтрування його основних технологічних параметрів реалізовано активний факторний експеримент на основі некомпозіційного плану Бокса-Бенкена для трьох факторів: густини гідросуміші (X_1), величини вакууму (X_2), витрат латексу БС-30Ф (X_3). Рівні варіювання факторів наведено у табл.2.

Фактори та рівні їх варіювання

Фактори	Код фактору	Один. виміру	Рівні факторів		
			-1	0	+1
Густина гідросуміші	X ₁	кг/м ³	200	300	400
Вакууметричний тиск	X ₂	кПа	40	60	80
Витрати латексу	X ₃	г/т	0	100	200

Дослідження проводилися на тій же лабораторній фільтрувальній установці і на тому ж самому вугіллі, що і у попередніх експериментах

Розробка та аналіз рівняння регресії здійснювалося за допомогою програми Statgraphics Plus. Як видно з парето-графіка, що наведений на рис.2, статистично значимими є більшість коефіцієнтів рівняння регресії за винятком коефіцієнтів при парній взаємодії X₂X₃ та квадратичному члені X₂².

З урахуванням значимості коефіцієнтів рівняння регресії має вигляд:

$$q = 0,2933 + 0,05 \cdot X_1 + 0,0875 \cdot X_2 + 0,0775 \cdot X_3 + 0,0333 \cdot X_1^2 - 0,015 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,02 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,0383 \cdot X_3^2 \quad (5)$$

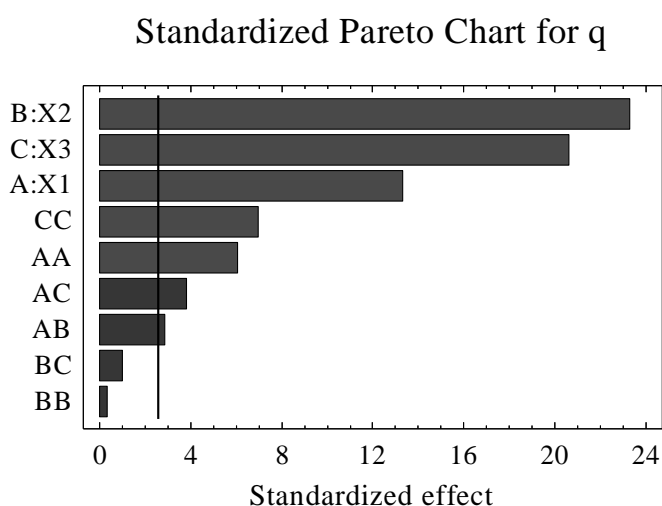


Рис.2 Парето-карта коефіцієнтів моделі (вертикальна лінія відповідає 95 % значущості коефіцієнтів);

Адекватність регресійної моделі підтверджується високим значенням коефіцієнту детермінації $R^2 = 99,60\%$, та малою величиною стандартної помилки оцінки $SE = 0,01065$.

На рис.3 представлені часткові тривимірні перетини гіперповерхні цільової функції. Як видно, зростання величини кожного з факторів, що досліджуються, призводить до збільшення питомої продуктивності процесу фільтрації. Найбільш впливовішим

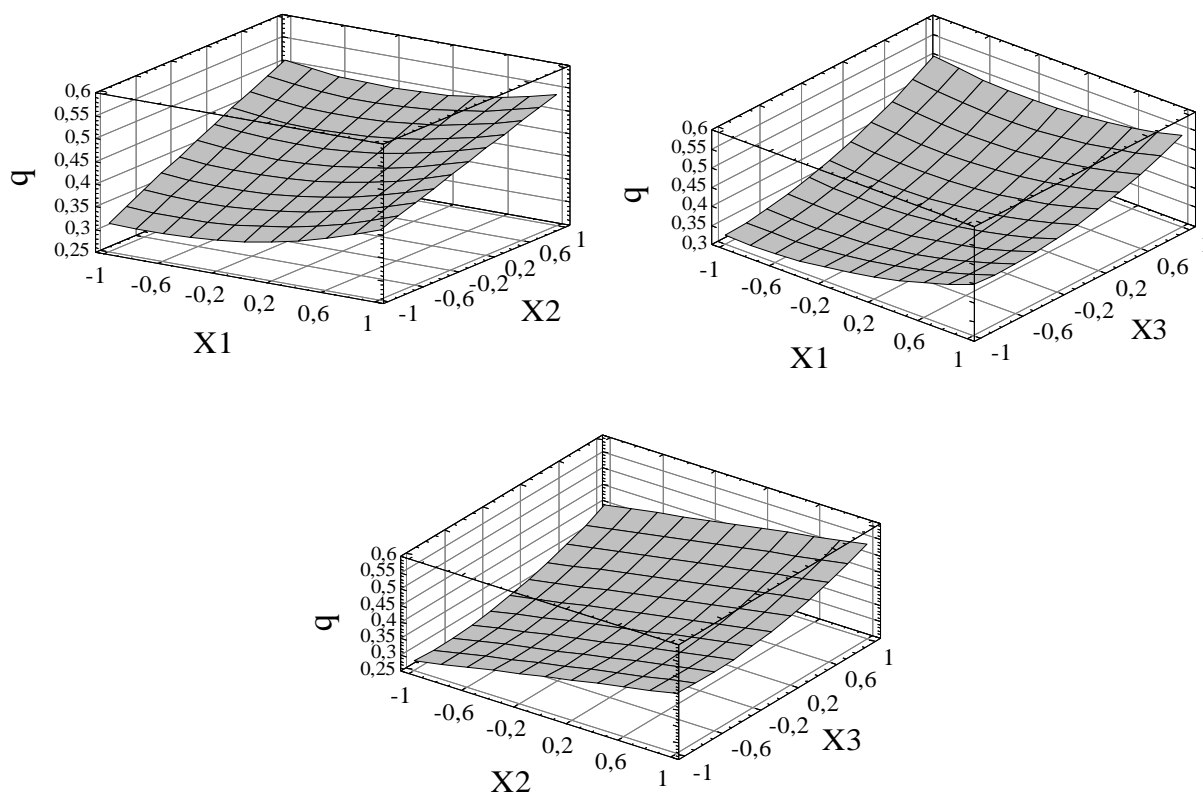


Рис.3 Тривимірні перетини поверхні цільової функції

фактором є вакууметричний тиск X_2 . Зростання вакууметричного тиску з 40 до 80 кПа викликає збільшення величини q в середньому на 50-60 %. Значущість коефіцієнту при парній взаємодії X_1X_2 свідчить про помітний вплив вакууметричного тиску на характер залежності $q = f(X_1)$. Дійсно, як видно з тривимірного графіка $q = f(X_1X_2)$, при великих значеннях вакууметричного тиску ($X_2 \rightarrow +1$) зростаюча функція $q = f(X_1)$ майже нівелюється, тобто густина гідросуміші істотно не впливає на питому продуктивність процесу фільтрації. Це підтверджує відомий факт, що механічні фактори в процесі зневоднення фільтрування є домінуючими.

При витратах латексного флокулянта (фактор X_3) 100-200 г/т спостерігається збільшення питомої продуктивності фільтрації q в середньому на 20-50 %. Значущість коефіцієнту при парній взаємодії X_1X_3 вказує на суттєвий взаємний вплив цих факторів на цільову функцію q . Зростання витрат флокулянта (значень фактору X_3) значно зменшує вплив густини гідросуміші (фактору X_1) на питому продуктивність процесу. Це, імовірно, обумовлено певною стабілізацією в'язкості гідросуміші при агрегації латексом вугільних часток в мікрофлокули. Тому застосування латексів для підвищення ефективності

вакуумного фільтрування достатньо ефективно у широкому діапазоні густини вихідної гідросуміші.

Список джерел

1. Бейлин М.И. Теоретические основы процессов обезвоживания углей. - М.: Недра. - 1969. - 240 с.
2. Руденко К.Г., Шемаханов М.М. Обезвоживание и пылеулавливание. - М.: Недра, 1981.- 350 с.
3. Каминский В.С., Барбин Н.Б., Долина Л.Ф. Интенсификация процессов обезвоживания.- М.: Недра, 1982.- 224 с.