

УДК 622.277:621.319

Тимофєєв І., Скіра В. \*, Ільків І. \*\*

ДУ "Львівська політехніка", кафедра теплотехніки і теплових електричних станцій

\* ДУ "Львівська політехніка", кафедра техногенно-екологічної безпеки

\*\* ДУ "Львівська політехніка", кафедра хімічної інженерії і промислової екології

## КІНЕТИКА РОЗЧИНЕННЯ СТІНОК ЦИЛІНДРИЧНОГО ТА ЩІЛИННОГО КАНАЛІВ

© Тимофєєв І., Скіра В., Ільків І., 2000

**In this work are the methods of intensification the process chemical dissolution the canals of configuration concentric and chink. Also possibility definition the coefficient of velocity of chemical dissolution based on experiment data.**

З метою інтенсифікації геотехнологічних методів видобутку корисних копалин, зокрема, питної води, нафти, яка є важливою енергетичною сировиною, необхідно збільшувати реакційну поверхню за допомогою розчинення твердої фази. Ця фаза одночасно може містити в собі нерозчинні сполуки. Такою сполукою при видобуванні питної води нафти та сірки є вапняк, який екранує реакційну поверхню, зменшуючи тим самим швидкість процесу. Для видалення вапняку застосовується кислотна обробка щілини, утвореної гідророзривом пласта або гідроперфораторами.

Рівняння швидкості хімічного розчинення з урахуванням впливу газових виділень на кінетику процесу має вигляд [1]:

$$\frac{dM}{dt} = K \alpha F m C_R, \quad (1)$$

де  $M$  – маса речовини, розчинена за час  $t$ , кг;  $K$  – коефіцієнт швидкості розчинення чистої речовини, м/с;  $\alpha$  – коефіцієнт доступності поверхні для реагенту в умовах екранування газовими бульбашками [2];  $F=2\pi rL$  – геометрична поверхня розчинення, м<sup>2</sup>;  $r$  – поточний радіус циліндричного каналу, м;  $L$  – довжина каналу, м;  $C_R$  – поточна концентрація реагенту, кг/м<sup>3</sup>;  $m$  – стехіометричний коефіцієнт хімічної реакції.

**1. Кінетика хімічного розчинення стінок циліндричного каналу в режимі циркуляції реагенту.** Рівняння балансу маси розчиненої твердої речовини запишемо з врахуванням зміни радіуса циліндричного каналу  $r$  при умові, що форма каналу практично не змінюється:

$$M = m (C_{R.n.} - C_R) V = \pi (r^2 - R^2) L \chi_p, \quad (2)$$

де  $C_{R.n.}$  – початкова концентрація реагенту, кг/м<sup>3</sup>;  $V$  – об'єм розчинника, що циркулює, м<sup>3</sup>;  $R$  – початковий радіус каналу, м;  $\chi_p$  – вміст розчинної речовини в пласті, кг/м<sup>3</sup>.

Продиференціювавши ліву частину рівняння (2) і підставивши вираз  $dM=2\pi rL\chi_p dr$  в (1), дістанемо:

$$\frac{dr}{dt} = \frac{K \cdot \alpha \cdot m}{\chi_p} C_p. \quad (3)$$

З рівняння (2) знаходимо:

$$C_R = C_{R.n.} - \beta (\varphi - 1), \quad (4)$$

$$\beta = \frac{\pi \cdot R^2 \cdot L \cdot \chi_p}{m \cdot V}; \quad \varphi = \frac{r^2}{R^2}.$$

Підставивши це значення  $C_R$  в (3), дістанемо:

$$\frac{d\varphi}{b^2 - \varphi^2} = d\tau, \quad (5)$$

$$\text{де } b = \sqrt{\frac{C_{R.n.} \cdot m \cdot V}{\pi \cdot R^2 \cdot L \cdot \chi_p}}; \quad t = \frac{2 \cdot K \cdot \alpha \cdot \pi \cdot R \cdot L \cdot b}{V} t.$$

Інтегрування (5) дає результат:

$$\ln \left| \frac{b + \varphi}{b - \varphi} \cdot \frac{b - 1}{b + 1} \right| = \tau. \quad (6)$$

Ступінь нейтралізації розчину реагенту:

$$\eta = \frac{C_{R.n.} - C_R}{C_{R.n.}} = 1 - \frac{C_R}{C_{R.n.}}, \quad (7)$$

Рівняння (6) дає можливість визначити коефіцієнт швидкості хімічного розчинення  $K$  обробкою експериментальних кривих  $C_R(t)$  за рівнянням:

$$\Phi = \frac{V}{2 \cdot \alpha \cdot \pi \cdot R \cdot L \cdot b} \ln \left| \frac{b + \varphi}{b - \varphi} \cdot \frac{b - 1}{b + 1} \right| = K \cdot t. \quad (8)$$

**2. Кінетика хімічного розчинення стінок щілинного каналу в режимі циркуляції реагенту.** Нехтуємо поверхнею бокових стінок щілини через те, що ширина каналу  $B$  значно більша за його початкову висоту  $H$ , а стінки щілини лишаяються практично паралельні протягом усього процесу.

Рівняння балансу розчиненої речовини:

$$M = 2 B h L \chi_p = V (C_{R.n.} - C_R) m, \quad (9)$$

де  $h$  - приріст висоти каналу, м.

Проінтегрувавши ліву частину рівняння (9), підставляємо вираз  $dM=2BL\chi_p dh$  у рівняння (1) з урахуванням, що  $F=2BL$ , одержимо:

$$\frac{dh}{dt} = \frac{K \cdot \alpha \cdot m}{\chi_p} C_p. \quad (10)$$

Знаходимо значення  $C_R$  з рівняння (9), підставляємо у (10) та, проінтегрувавши одержаний вираз, отримаємо:

$$\ln\left(\frac{a}{a-h}\right) = \tau, \quad (11)$$

$$\text{де } a = \frac{C_{R.n.} \cdot V \cdot m}{2 \cdot B \cdot L \cdot \chi_p}; \quad \tau = \frac{2 \cdot \alpha \cdot B \cdot L \cdot K}{V} t.$$

Рівняння (11) дає можливість визначити коефіцієнт швидкості хімічного розчинення  $K$  обробкою експериментальних даних кінетичних кривих  $C_R(t)$  за рівнянням:

$$\Phi = \frac{V}{2 \cdot \alpha \cdot B \cdot L} \ln\left(\frac{a}{a-h}\right) = K \cdot t. \quad (12)$$

1. Аксельруд Г.А. *Массообмен в системе твердое тело – жидкость.* – Львов, 1970. 2. Молчанов А.Д., Тимофеев И.Л. *Интенсификация технологических процессов растворения и выщелачивания.* – Львов, 1988.

УДК 622.277:621.319

Алексеев А., Скіра В.<sup>1</sup>, Тимофеев І.<sup>2</sup>, Волошкевич П.<sup>3</sup>

ДУ "Львівська політехніка", кафедра гідравліки та сантехніки

<sup>1</sup>ДУ "Львівська політехніка", кафедра техногенно-екологічної безпеки

<sup>2</sup>ДУ "Львівська політехніка", кафедра теплотехніки і теплових електричних станцій

<sup>3</sup>ДУ "Львівська політехніка", кафедра нарисної геометрії і графіки

## КІНЕТИКА СУСПЕНДУВАННЯ ГЛИНИ

© Алексеев А., Скіра В., Тимофеев І., Волошкевич П., 2000

**Is investigated of process of dissolution of clay with use of the various solvents.  
The processing experimental yes receives numerical meanings importance of constants.**

Актуальною проблемою сьогодення є дефіцит питної води. Збільшення її видобутку можливе за рахунок буріння нових свердловин, але це вимагає додаткових капіталовкладень та призводить до зміни гідрогеологічних умов довкілля, додаткового відчуження орних земель. Тому основна увага приділяється інтенсифікації роботи наявних водозабірних свердловин, дебіт яких у часі експлуатації зменшується.

Зменшення продуктивності водозабірних свердловин значною мірою зумовлено кольматацією їх фільтрів і прифільтрової зони водоносного пласта різноманітними твердими домішками, зокрема глиною.

Використання процесу суспендування глини дозволяє збільшити дебіт свердловин у процесі експлуатації. Рушійна сила такого процесу визначається фізико-хімічною дією молекул розчинника та реагентів на частинки глини при їх дифузії по мікрокапілярах під дією так званого капілярного тиску та за рахунок поверхневої активності (ефект Ребіндера). При цьому кристалічні тверді тіла втрачають свою початкову міцність, а аморфні (пластичні) збільшуються в об'ємі – набрякають. У роботі [1] показано, що із дванадцяти реагентів