

Показники якості очистки стічної води наведені у таблиці. Як видно з цих даних, застосування розроблених схем дає змогу досягти в очищеній воді залишкових концентрацій по кожному металу в межах 0.2–0.5 мг/л, а також знизити вміст органічних домішок до потрібних лімітів. Наприклад, концентрація ПАР в очищеній воді становить 0.8–1.6 мг/л при нормативі 2.0 мг/л, НЕД (мастил, жирів, нафтопродуктів) 1.4–4.8 мг/л при нормативі 2–5 мг/л, ХПК знижується на 60–75 %, а при додатковому використанні активованого вугілля – на 90–92 %.

1. Филипчук В.Л. Сучасний стан формування складу та фізико-хімічної очистки металомістких багатокомпонентних стічних вод // Научн. труды Кременчугского ГПУ «Проблемы создания новых машин и технологий». – Кременчуг. – 2000. – Вып. 1/2000 (8). – С. 591–596. 2. Филипчук В.Л. Очистка стічних вод гальванічних виробництв // Вісник РДТУ.– Рівне. – 2000. – Вып.5(7).– С. 169–177. 3. Анопольский В.Н. // Автореф. дис... канд. тех. наук. – Л., 1983. – 25 с. 4. Очистка производственных сточных вод. / Под. ред. Ю.И. Турского.– Л., 1967. – 381 с. 5. Стахов В. А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. – Л., 1983. – 263 с. 6. Мацнев А.И. Водоотведение на промышленных предприятиях. – Львов, 1986. – 200 с. 7. Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами. – М., 1977. – 355 с. 8. Когановский А.М. и др. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении. – М., 1983. – 287 с. 9. Пушкарев В.В., Трофимов Д.И. Физико-химические особенности очистки сточных вод от ПАВ. – М., 1975. – 144 с.

УДК 622.277:621.319

Ігор Тимофеев*, Ігор Галянчук*, Неоніла Тазалова**
 Національний університет “Львівська політехніка”,
 *кафедра теплотехніки і теплових електричних станцій
 **кафедра гідравліки та сантехніки

КІНЕТИКА РОЗЧИНЕННЯ ПОРОЖНИНИ ЗАТОПЛЕНИМ СТРУМЕНЕМ ВОДИ

© Тимофеев Ігор, Галянчук Ігор, Тазалова Неоніла, 2002

With view process intensification of underground output of useful fossil, creation of cavity for underground gases keeping and petrochemical expediently to employ energy flowing out from immovable nozzle.

З метою інтенсифікації процесу підземного видобутку корисних копалин, створення порожнини для підземного зберігання газів і нафтопродуктів доцільно застосовувати енергію, що витікає із нерухомого сопла [1, 2]. В цих роботах було встановлено, що форма циліндричного каналу в покладах кам'яної солі, по якому рухається вода, розчиняючи стінки циліндра, залишається практично циліндричною. Цей висновок дає підставу у першому наближенні подати схему розчинення порожнини затопленим струменем води, що витікає із нерухомого сопла радіусом r_c , у вигляді циліндра з напівсферичним дном. Отже, процес розчинення каналу зводиться до процесу просування напівсферичного фронту вздовж осі сопла, що супроводжується постійним збільшенням радіуса порожнини.

В такому випадку рівняння Шукарева А.Н. [2], з урахуванням впливу інертних домішок, можна подати у вигляді

$$\frac{dM}{dt} = \bar{K}_c \alpha F (C_s - C_1), \quad (1)$$

де M – маса речовини, що розчиняється за час t , кг; \bar{K}_c – коефіцієнт швидкості розчинення, середній по поверхні напівсфери, м/с; α – коефіцієнт доступності поверхні для реагенту в умовах екранування інертними (нерозчинними) домішками [2]; F – геометрична поверхня розчинення, м²; C_s – концентрація насичення розчину, кг/м³; C_1 – поточна концентрація розчиненої речовини у розчиннику, кг/м³.

У зв'язку із зменшенням швидкості руху затопленого струменя при збільшенні глибини порожнини $\bar{K}_c = f(t)$. Подамо цю залежність у вигляді

$$\bar{K}_c = \bar{K}_0 - At^m, \quad (2)$$

де \bar{K}_0 – коефіцієнт швидкості розчинення в початковий момент часу, тобто при $t = 0$; A і m – константи, які визначаються експериментальним шляхом.

Рівняння балансу розчиненої речовини по твердій і рідкій фазах в умовах циркуляції порції розчинника:

$$M = V_m \cdot \rho_m = V_p (C_1 - C_n), \quad (3)$$

де $V_m = \frac{2}{3} \pi \rho_m r^3$ – об'єм порожнини у формі напівсфери, м³; ρ_m – густина речовини, що розчиняється, кг/м³; r – радіус напівсфери, м; V_p – об'єм циркулюючого розчинника, м³; C_n – початкова концентрація речовини у розчиннику, кг/м³.

З рівняння (3) знаходимо C_1 :

$$C_1 = C_n + \frac{2\pi\rho_m r^3}{3V_p}. \quad (4)$$

Визначаємо з лівої частини рівняння (3) шляхом диференціювання $dM = 2\pi\rho_m r^2 dr$ і підставляємо одержаний вираз в (1) з урахуванням, що $F = 2\pi r^2$, а \bar{K}_c з (2), дістанемо:

$$\frac{dr}{dt} = \frac{\alpha}{\rho_m} (\bar{K}_0 - At^m) \left(C_s - C_n - \frac{2\pi\rho_m r^3}{3V_p} \right). \quad (5)$$

Оскільки $\bar{K}_0 \approx 10^{-4}$ м/с, а $C_n = 0$, то, нехтуючи неявними членами рівняння (5), запишемо остаточно:

$$\frac{dr}{r^3 - a^3} = B t^m dt, \quad (6)$$

$$\text{де } a = \sqrt[3]{\frac{3C_s V_p}{2\pi\rho_m}}; \quad B = \frac{2\pi\alpha A}{3V_p}.$$

Інтегрування рівняння (6) дає вираз

$$\frac{1}{3a^2} \ln(r - a) = B \frac{t^{m+1}}{m+1} + C. \quad (7)$$

При $t = 0$ $r = r_c$, відповідно стала інтегрування визначається, як

$$C = \frac{1}{3a^2} \ln(r_c - a). \quad (8)$$

Тоді рівняння кінетики процесу фізичного розчинення порожнини затопленим струменем має вигляд

$$\ln\left(\frac{r - a}{r_c - a}\right) = 3a^2 B \frac{t^{m+1}}{m+1} \quad (9)$$

або

$$r = a + (r_c + a) \exp\left(3a^2 B \frac{t^{m+1}}{m+1}\right). \quad (10)$$

Одержане рівняння дає можливість визначити зміну радіуса (розмірів) напівсфери в часі при розчиненні затопленим струменем води, що витікає із нерухомого сопла радіусом r_c . Для цього необхідно експериментальним шляхом з рівняння (1) визначити \bar{K}_c у відповідні моменти часу. Маючи залежність $\bar{K}_c = f(t)$, згідно з рівнянням (2) будемо графік у координатах $\ln(\bar{K}_0 - \bar{K}_c) - \ln t$. По тангенсу кута нахилу прямої визначаємо коефіцієнт m , а по відрізьку, який відсікає пряма на осі абсцис, – коефіцієнт A .

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

УДК 62-54:621.646.3:532.542:532.135

Вадим Орел
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра гідравліки та сантехніки

РЕГУЛЮВАННЯ ВИТРАТИ РІДИНИ У ГІДРАВЛІЧНІЙ СИСТЕМІ ВВЕДЕННЯМ У ПОТІК ДОДАТКІВ

© Орел Вадим, 2002

In clause the possibility of regulation of the flow rate in pipework by change of hydraulic resistances by enter into a flow the hydrodynamic active additives is shown.

Введенням гідродинамічно активних додатків (ГДАД) у потік рідини забезпечується управління його параметрами [1]. До ГДАД належать високомолекулярні полімери та міцелотвірні поверхнево-активні речовини (МПАР). Залежно від концентрації цих додатків і від геометричних характеристик протічного каналу може відбуватися зменшення чи збільшення втрат енергії в останньому. При цьому зменшення втрат досягається в трубах постійного поперечного перерізу (ефект Томса) та при малих його змінах, коли в потоці переважають втрати тертя. При значних змінах перерізу спостерігається тільки збільшення втрат [2]. Цю властивість ГДАД можна використати при регулюванні витрати рідини як один із способів ресурсо- та енергозаощадження [1].