

2.Агачев В.И., Виноградов Д.А. Состояние и перспективы бестраншейного метода восстановления систем водоснабжения и водоотведения // Водоснабжение и санитарная техника. – 2003. – №12. – С.17-19.

3.Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления водопроводных и водоотводящих сетей. – М.: Прима – Пресс, 2008. – 283 с.

4.Храменков С.В. Стратегия модернизации водопроводной сети. – М.: Стройиздат, 2005. – 308 с.

5.PER AARSLET A/S, INSITUFORM: Проспект фирмы. – 2009.

6.Способ и устройство для ремонта трубопровода. Проспект фирмы «Insituform» – 2010.

Получено 20.02.2012

УДК 628.16

І.М.ЧУБ, канд. техн. наук

Харківська національна академія міського господарства

РОЗРАХУНОК НАТРІЙ-КАТІОНІТОВОГО ФІЛЬТРА

Розроблено метод визначення раціональних робочих параметрів катіонітових фільтрів у процесі експлуатації. Запропоновано залежності для визначення головних робочих параметрів фільтра на підставі розробленого способу визначення невикористаної ємкості.

Разработан метод определения рациональных рабочих параметров катионитовых фильтров в процессе их эксплуатации. Предложены зависимости для определения главных рабочих параметров фильтра на основе разработанного способа определения неиспользованной емкости.

The method for the sodium-cation filter calculation was proposed. The technique of the operational parameters estimation in the daily routines conditions was developed. Practical results which has been obtained on this basis allows to improve the sodium-cation filters operation efficiency.

Ключові слова: з'якшення, невикористана ємкість, раціональні параметри, концентраційний фронт, робоча зона.

У багатьох випадках для одержання зм'якшеної води застосовують натрій-катіонітові апарати з нерухомим щільним шаром. Аналіз роботи цих апаратів свідчить, що однією з проблем, які виникають при їхній експлуатації, є зафіксовані робочі параметри (швидкість, робоча ємкість, кількість солі й води для власних потреб), які визначають при проектуванні цих установок. Як показує практика, необхідна кількість зм'якшеної води мінлива, отже, проведення процесу зм'якшення при фіксованих робочих параметрах призводить до неефективного використання катіонітового завантаження фільтрів і нераціонального використання води і реагентів на власні потреби, а також надлишкового скидання регенераційних вод у навколишнє середовище. Таким чином, для підвищення ефективності роботи натрій-катіонітових фільтрів у замкнутій системі водопостачання підприємств теплоенергетики необхідно в процесі експлуатації визначати раціональні, економічно вигідні робочі параметри.

Сьогодні в області водопідготовки розроблена та існує достатня кількість розрахункових методів [1-3], але застосування цих методів не можливе, тому що вони не відповідають існуючим вимогам. Для визначення раціональних робочих параметрів натрій-катіонитових фільтрів під час їхньої експлуатації на сьогодні немає яких-небудь чітких вказівок.

Після детального вивчення існуючих методів розрахунку, було встановлено, що вони недостатньо враховують кількість невикористаного катіоніту на стадії фільтрування. А це впливає на визначення найбільш важливих технологічних параметрів: робочого періоду фільтру та кількості солі для регенерації. Для визначення кількості невикористаного катіоніту в робочих умовах, необхідно дослідити вплив швидкості фільтрування та вихідної концентрації на робочий період фільтру. А також встановити розподіл концентрації катіонів жорсткості в робочій зоні фільтра.

Було виконано необхідні експериментальні дослідження, результати яких наведено в [4]. Після вивчення факторів, які впливають на кількість невикористаного катіоніту під час фільтрування, було запропоновано метод розрахунку.

Згідно із запропонованим методом необхідно визначити розподіл концентрацій у робочій зоні фільтра. Для розрахунку робочу зону поділяють на декілька шарів, загальною кількістю m . За допомогою розробленої математичної моделі визначають концентрації катіонів у воді та катіоніті кожного шару і за отриманими точками будують концентраційну криву:

$$\bar{c}_{j\partial\partial u} = \alpha \cdot f(c_j); \quad j = 1, 2, \dots, m; \quad (1)$$

$$u(\bar{c}_{j\partial\partial u} - \bar{c}_{j+1\partial\partial u}) - v(c_{j-1} - c_j) = 0, \quad j = 1, 2, \dots, m, \quad (2)$$

де u , v – швидкості сорбційного фронту й води, м/с; $\bar{c}_{j\partial\partial u}$, $c_{j\partial\partial u}$ – концентрації катіонів у катіоніті й воді на j -му шарі в динамічних умовах, мг-екв/дм³; $\alpha \leq 1$ – коефіцієнт, що враховує нерівноважні умови; m – кількість шарів.

Граничними умовами для рівнянь (1) і (2) є умови тільки для стадії паралельного переносу:

$$\begin{array}{lll} z \rightarrow +\infty & C \rightarrow 0 & \bar{C} \rightarrow 0, \\ z \rightarrow -\infty & C \rightarrow C_0 & \bar{C} \rightarrow f(C_0), \end{array}$$

де z – шириною концентраційного фронту.

Після перетворень системи рівнянь (1) і (2) було отримано остаточну формулу

$$\frac{u}{v} [f(c_j) - f(c_{j+1})] - c_{j-1} + c_j = 0, \quad j = 1, 2, \dots, m. \quad (3)$$

Рівняння (3) вирішується методом Ньютона. Крім того, для вирішення запропоновано графічний спосіб з використанням ізотерми. Суть методу полягає в графічному інтегруванні точок, отриманих за допомогою псевдорівноважної кривої (динамічної ізотерми) і робочої лінії. Після вирішення рівняння (3) будь-яким запропонованим способом, отримують значення концентрацій катіонів жорсткості у катіоніті для кожного шару робочої зони. Далі визначають невикористану ємкість катіоніту Δe . Для її розрахунку запропоновано формулу

$$\bar{C}_0 \cdot V_{p,z} - \sum_{j=1}^m \bar{C}_{j_{дин}} \cdot \Delta V_j = \Delta e, \text{ мг-екв}, \quad (4)$$

де ΔV_j – об'єм катіоніту на j -му шарі; \bar{C}_0 – ємкість катіоніту з урахуванням умов регенерації, мг-екв/дм³.

На підставі запропонованого способу визначення невикористаної ємкості (4) і виконаних теоретичних та експериментальних досліджень запропоновано залежності для визначення часу роботи фільтра до проскоку й робочої ємкості, з урахуванням умов фільтрування:

$$\tau_{np} = \frac{1}{u \cdot f} (V_k - V_{н.з}) = \frac{\bar{C}_0}{C_0 \cdot v \cdot f} (V_k - V_{н.з}) = \frac{\bar{C}_0}{C_0 \cdot v} h_k \left(1 - \frac{V_{н.з}}{V_k} \right), \text{ год.} \quad (5)$$

$$e_p = \frac{\bar{C}_0 \cdot (V_k - V_{н.з})}{h \cdot f} = \bar{C}_0 \cdot \left(1 - \frac{V_{н.з}}{V_k} \right), \text{ г-екв/м}^3, \quad (6)$$

де V_k – обсяг катіоніта у фільтрі, м³; $V_{н.з}$ – кількість невикористаного катіоніта у фільтрі, м³

Такий спосіб розрахунку враховує умови експлуатації фільтра і невикористану ємкість катіоніту в робочій частині апарата. Обсяг $V_{н.з}$ у формулах (5) і (6) залежить від висоти робочої зони і форми концентраційного фронту, які, у свою чергу, залежать від швидкості фільтрування, діаметру зерна катіоніту і вихідної концентрації води.

Встановлення залежності невикористаного катіоніту від швидкості і форми концентраційного фронту та вплив його на визначення часу роботи фільтра до проскоку, а також урахування зниження обмінної ємкості завантаженого катіоніту під час його експлуатації – це головні переваги розробленого методу розрахунку.

Застосування розробленого методу дозволяє визначати раціональні параметри працюючих фільтрів, які є більш ефективними й економічно вигідними у порівнянні з існуючими. У свою чергу, це приводить до більшого використання ємкості завантаженого катіоніту з 75-80% до 90% і скорочення витрати води і реагентів на власні потреби водопідготовки до 15%.

1.Копылов А.С. Водоподготовка в энергетике / А.С. Копылов, В.М. Лавыгин, В.Ф.Очков. – М.: МЭИ, 2003. – 309 с.

2.Славинская Г.В. Методика расчета выходных кривых ионообмена по асимптотическому уравнению динамики сорбции / Г.В. Славинская // Химия и технология воды. – 1993. – Т.15, №4. – С.243-249.

3.Комплекс программ расчета процесса химводоочистки на основе математической модели / И.В. Комарова, Н.К. Галкина и др. // Наука производству. – 1998. – №2 (4). – С.61-63.

4.Чуб И.Н. Исследование процесса умягчения в катионитовом фильтре / И.Н.Чуб // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2008. – Вип.50. – С.125-129.

Отримано 23.11.2011

УДК 628.337 : 65.012.12

В.В.КРУЧИНА, Е.А.ПОЛИЩУК, кандидаты техн. наук

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков

ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО И МЕХАНООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕХОВ

Рассматривается проблема утилизации жидких промышленных отходов. Предложены рекомендации для разработки технологического процесса электроимпульсного диспергирования. Проанализированы результаты сравнительной экономической эффективности двух методов очистки промышленных стоков.

Розглядається проблема утилізації рідких промислових відходів. Запропоновано рекомендації для розробки технологічного процесу електроімпульсного диспергування. Проаналізовано результати порівняльної економічної ефективності двох методів очищення промислових стоків.

The problem of utilization of liquid industrial wastes is considered. The developments of electro-disintegration process are recommended. The results of the comparative cost-effectiveness of two methods for the treatment of industrial effluents are analyzed.

Ключевые слова: утилизация, реагентная обработка, элюат, электрокоагуляция, электрофлотация, коагулянт, электрический сатуратор, электроимпульсное диспергирование, диспергент.

Гальванические шламы складировются промышленными предприятиями в шламонакопителях. Длительное хранение шламов приводит к загрязнению подземных вод, почвы и атмосферного воздуха. Результатом этого является возникновение ряда опасных заболеваний населения.