

НЕСТЕР А.А. (Хмельницький національний університет)

РОЗРАХУНОК ЗАМКНЕНИХ СИСТЕМ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА

В статье представлены данные исследований, направленных на создание оборудования, которое уменьшает давление на окружающую среду.

В статті представлені данні досліджень, направлених на створення обладнання, яке зменшує тиск на навколишнє середовище.

Paper represents research focused in creating equipment that'd reduce effect on environment.

Проблемою України та світового співтовариства є охорона навколишнього природного середовища, в тому числі водних басейнів, від забруднення промисловими відходами. Значна частина заготовленої або добутої сировини (92%) перетворюється на відходи. Розміщення відходів потребує вилучення значних площ землі, а транспортування та зберігання їх лягає важким тягарем на економіку підприємств. Токсичні відходи потребують спеціальних заходів щодо їх знешкодження та ізоляції.

З метою зменшення кількості відходів потрібно використовувати ресурсозберігаючі безвідходні та маловідходні технології комплексного перероблення сировини та комплексного використання води в замкнених системах [1].

В теперішній час розроблені й успішно експлуатуються ефективні системи оборотного водопостачання, що дозволяють на 60-95% скоротити забір води з поверхневих і підземних джерел. Але, при експлуатації оборотних систем постає ряд складнощів із-за накопичення в них окремих домішок, а саме, тих що знаходяться в воді і іонно-молекулярної степені дисперсності [2].

Сучасні дослідження не дають відчутних результатів так як не вирішеними залишаються питання шламових відходів. Відновлення водних розчинів травлення друкованих плат є однією з головних задач у створенні замкнутих процесів використання водних ресурсів. Враховуючи вищенаведене, ми поставили задачу проведення комплексних досліджень, що повинні дати поштовх до створення ліній та установок з автоматичним корегуванням технологічного процесу і забезпеченням повторного використання водних розчинів травлення та інших технологічних розчинів. А для цього потрібні відповідні методики розрахунку замкнених систем [3,4].

Запропонована методика, призначена для розрахунку замкнених систем водного господарства промислових підприємств, базується на запропонованих класифікаціях і моделях накопичення домішок в замкненій системі.

Початковими даними для розрахунку є витрата води в замкнутому циклі в точці споживання (Q_{Π}^{3C}), інтенсивність надходження інгредієнтів в систему (μ_i^{Π}), концентрація інгредієнтів в «підживальнювальній» $C_i^{ПД}$ та «продувній» ($C_i^{ПП}$) воді, гранично допустима концентрація інгредієнтів в водоймі ($C_{ГДКi}^{ВД}$), витрата води ($Q^{ВД}$) або об'єм ($V^{ВД}$) водойми.

Необхідно визначити основні параметри, що характеризують внутрішній стан водойми (коефіцієнт циркуляції води α_{OC}^B , винесення $\alpha_{Вит}^B$, випаровування $\alpha_{Вип}^B$) ефективність очищення E^P , об'єм і геометричні розміри основних споруд замкнутої системи.

При виборі системи водного господарства промислового підприємства в першу чергу необхідно порівняти витрату води Q_{Π}^{3C} з допустимим значенням витрат води, що відбирається з джерел води (міського водопроводу, свердловин технічної води, річок, озер і т.п.). Якщо $Q_{ДОП}^{ПД} \geq Q_{\Pi}^{3C}$, то застосовується незамкнена (прямотічна) система; якщо $Q_{ДОП}^{ПД} < Q_{\Pi}^{3C}$, то застосовується замкнена неізольована система з коефіцієнтом рециркуляції, який можна визначити з виразу

$$\alpha_p^B \geq 1 - \frac{Q_{ДОП}^{ПД}}{Q_{\Pi}^{3C}} = 1 - \alpha_{ПД}^B. \quad (1)$$

Коефіцієнт підживлення» замкнених систем $\alpha_{\text{ПД}}^B$ повинен знаходитися в межах, вказаних в табл. 1.

Таблиця 1 –Допустимі коефіцієнти «підживлення» («продувки») замкнених систем водного господарства при відборі води з водойм (скиду в водойми)

Продуктивність замкнених систем, $\text{м}^3 / \text{год}$	Ефективна потужність водойми, $\text{м}^3 / \text{с}$								
	0,01	0,05	0,10	0,25	0,50	1,0	2,5	5,0	10
5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
10	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
50	0,04	0,2	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
100	0,02	0,1	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
500	0,004	0,05	0,04	0,1	0,2	0,4	0,5	0,5	0,5
1000	0,002	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	0,5	0,5
2500	-	0,004	0,003	0,02	0,04	0,03	0,2	0,4	0,5
5000	-	0,002	0,004	0,01	0,02	0,04	0,1	0,2	0,4
10000	-	-	0,002	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2

Примітка: 1. Максимальний коефіцієнт «підживлення» («продувки») прийнятий 0,5 так як при більших значеннях цих коефіцієнтів влаштування замкнених систем недоцільне.

2. Максимальний коефіцієнт «підживлення» («продувки»), що забезпечує екологічну безпеку, прийнятий для протічних водойм рівним 5% від його потужності. Для непротічних водойм цей коефіцієнт не повинен перевищувати 1%. Ця величина може коректуватися органами санітарного контролю в залежності від місцевих умов.

3. Лініями виділені зони можливого облаштування прямооточних систем (вище верхньої лінії), замкнених неізолюваних (між лініями), замкнених ізолюваних систем (нижче нижньої лінії).

Ефективна потужність водойми в межах промислової зони визначається з врахуванням великих водоспоживачів, що забирають воду з цієї водойми в межах зони:

$$M_{\text{ЕФ}}^{\text{ВД}} = \gamma_i^{3C} M_{\text{Д}}^{\text{ВД}} \quad (2)$$

де $M_{\text{Д}}^{\text{ВД}}$ – дійсна потужність водойми, $\text{м}^3 / \text{с}$,

γ_i^{3C} – коефіцієнт, що визначається за формулою

$$\gamma_i^{3C} = \frac{Q_{\text{Пі}}^{3C}}{\sum_{i=1}^N Q_{\text{Пі}}^{3C}} \quad (3)$$

Аналогічна оцінка проводиться по величині допустимого викиду «продувних» вод. При цьому визначається величина допустимих «продувних» витрат з врахуванням санітарного стану водойми:

$$Q_{\text{max}i}^{\text{ПП}} \leq \frac{\text{ПДС}_i^{\text{ГР}}}{C_{\text{ГДК}i}^{\text{ВД}}} \quad (4)$$

При $Q_{\text{max}i}^{\text{ПП}} \geq Q_{\text{П}}^{3C}$ використовується розімкнена (прямоточна) система.

При $Q_{\text{max}i}^{\text{ПП}} < Q_{\text{П}}^{3C}$ – замкнена система з коефіцієнтом рециркуляції води:

$$\alpha_p^B \geq 1 - \frac{ПДC_i^{ГР}}{C_{ГДК}^{ВД} Q_{П}^{3C}} = 1 - \frac{Q_{\max i}^{ПР}}{Q_{П}^{3C}} = 1 - \alpha_{ПР}^B \quad (5)$$

При цьому, як і для випадку розрахунку по величині «підживлення» $\alpha_p^B \geq 0,5$ у відповідності до табл. 1.

При відборі «підживлюваної» води із міського водопроводу величина $Q_{Доп}^{ПД}$ визначається технічними вимогами комунальних служб, при відборі «продувних» вод в міську каналізацію розрахунок проводиться аналогічно розрахунку для водойм і при цьому величина $ПДC_i^{ГК}$ повинна бути прийнята для тих очисних споруд, куди потрапляють стічні води з каналізаційної мережі (біологічно-очисні споруди і т.п.).

Вищенаведені розрахунки дозволяють визначити максимальне значення $\alpha_{ПД}^B$, $\alpha_{ПР}^B$; мінімальні значення приймаються на основі техніко-економічних розрахунків при оптимізації роботи замкненої системи.

Після вибору системи і встановлення коефіцієнта $\alpha_{ПР}^B$ визначаємо витрату води на «підживлення» системи:

$$Q_{ПР}^B = \alpha_{ПР}^B Q_{П}^{3C} + \alpha_{И}^B Q_{П}^{3C} + \alpha_{УН}^B Q_{П}^{3C} + \alpha_{П}^B Q_{П}^{3C} + \alpha_C^B Q^{3C} \quad (6)$$

Коефіцієнти $\alpha_{И}^B$, $\alpha_{УН}^B$, $\alpha_{П}^B$, α_C^B визначаються експериментально або за відомими залежностями. Величина α_C^B попередньо може бути прийнята рівною 3-5%.

Інтенсивність надходження компонента при «підживленні» систем

$$\mu_i^{ПД} = C_i^{ПД} Q^{ПД} \quad (7)$$

Прийmemo інтенсивність надходження компонента за рахунок введення реагентів при очистці $\mu^P = 0$. Тоді

$$\mu^C = \mu_i^П + \mu_i^{ПД} \quad (8)$$

Визначивши $\Delta C_{П}^C$, μ^C та прийнявши $E^P = 1$, розрахуємо фактор накопичення. При $\Omega \leq 1$ накопичення компонента в системі відсутнє і «продувка» системи забезпечує не перевищення $C_{ГДК}$ без механізму очисних споруд для даного компонента. При $\Omega > 1$ необхідно збільшувати коефіцієнт «продувки» $\alpha_{ПР}^B$ або вводити для компонента блок очистки. Аналогічний аналіз необхідно провести для всіх компонентів, що присутні в циркулюючій воді.

З виразу фактора накопичення $\Omega = \frac{\mu^C}{\mu_{ГДК}^C}$ знаходимо $\mu_{ГДК}^P$ і наступні, використовуючи вираз інтенсивності надходження компонента

$$\mu^C = \mu^П + \mu^P + \mu^{ПД} \quad (9)$$

де $\mu^П$, μ^P та $\mu^{ПД}$ - інтенсивність надходження компонента, відповідно до технологічних операцій використання споживача) при очистці води, за рахунок «підживлення» системи., значення $\mu_{Доп}^P$.

За величиною $\mu_{доп}^P$ і E^P вибираємо метод очистки від того чи іншого значення компоненту. Обравши відповідний метод очистки і уточнивши для нього значення μ^P , E^P , K^{IC} (K^{IB}), визначаємо об'єм і розміри блока очисних споруд (ОС).

Використовуючи графіки коливання концентрації компонентів і витрат води перед і після блоку споживача за допомогою методики, розробленої Роговим В.М. та В. С. Гарвацьким, визначаючи об'єм усереднювачів і накопичувачів відпрацьованої та очищеної води. Потім визначивши V^C

$$V^C = V^{Y1} + V^{Y2} + V^{H1} + V^{H2} + V^{\Pi} + V^{OC} \quad (10)$$

знаходимо концентрацію компонента в системі в залежності від часу накопичення t . При періодичній продувці строк роботи системи до досягнення концентрації компоненту, при якій потрібно виконувати продувку, визначається в відповідності до отриманої залежності $C = f(t)$ для вибраних параметрів замкненої системи.

Точний якісний розрахунок системи всіх елементів системи може бути виконаний за допомогою системи рівнянь для уніфікованої та для спрощеної схеми. Розрахунки можуть бути використані для проектування замкнених систем.

Висновки:

1. В теперішній час розроблені й успішно експлуатуються ефективні системи оборотного водопостачання, що дозволяють на 60-95% скоротити забір води з поверхневих і підземних джерел. Але, при експлуатації оборотних систем постає ряд складнощів із-за накопичення в них окремих домішок, а саме, тих що знаходяться в воді і іонно-молекулярної степені дисперсності.
2. Для аналізу існуючих замкнених систем доцільно оцінити зв'язок системи з екологічним резервуаром, а також можливість створення маловідходних технологій, обґрунтувати необхідність створення замкнених систем в конкретних випадках, скласти схему замкненої системи.
3. Прогнозування роботи замкнених систем за допомогою запропонованих математичних моделей дозволяє встановити рівень накопичення домішок в циркулюючій воді в процесі їх експлуатації. Варіанти формул, описуючих роботу запропонованої уніфікованої схеми, можуть бути використані в подальшому для її оптимізації.
4. Область допустимого введення реагентів при очистці води в замкнених системах може бути визначена за допомогою узагальнених графічних залежностей на основі запропонованого фактору накопичення Ω .

Перспективи подальших досліджень повинні бути направлені на створення методики, втілення та інтенсифікації фазово-дисперсних перетворень в замкнених системах водного господарства.

Бібліографічний список:

1. Соловьев С.Г., Фиошин М.Я., Иванов Е.И. Основные тенденции развития электротехнической очистки сточных вод // Электрохимия и охрана окружающей среды, тезисы докладов Всесоюзной конференции 20-23 июня. – Иркутск. – 1984. - 55 с.
2. Оренштейн А.Е. Очистка сточных вод гальванических производств предприятий химического и нефтяного машиностроения. // Защита окружающей среды и техника безопасности в гальваническом производстве - М., 1982. - С.65-69.
3. Генкин В.Е. Электрохимические методы очистки промышленных сточных вод. // Труды ВОДГЕО. вып.20. - М., 1968. – С. 54-58.
4. Рогов В.М., Филипчук В.Л. Применение электрохимического изменения величины рН и Eh в технологии очистки воды // Химия и технология воды. – 1983. – №1. – С.12-14.