

ОПТИМІЗАЦІЙНІ ЗАДАЧІ, ЩО ВИРІШУЮТЬ В ІНТЕГРОВАНІЙ АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ ВОДОЗБЕРЕЖЕННЯ

Розглянуто математичну постановку оптимізаційних задач на трьох рівнях керування сучасною маловідходною технологією, що надасть можливість перейти до розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення інтегрованої автоматизованої системи керування процесами водозбереження.

Ключові слова: очищення стічних вод, інтегрована автоматизована система керування, рівні керування підприємством, водозбереження.

© Жученко А. І., Осіпа Р. А., Осіпа Л. В., 2016.

Постановка проблеми. Питання забезпечення населення водою, придатною для споживання, є актуальною в усіх регіонах України. Із метою охорони навколишнього середовища й раціонального використання природних ресурсів законодавець посилює норми викидів у навколишнє середовище та вимоги до споживання свіжої води. Зростає також і ціна на воду, що безсумнівно, сприяє більш економному її споживанню.

Вирішення завдання економного водоспоживання є неможливим без використання засобів інтегрованих автоматизованих систем керування (ІАСК). Це обумовлено як характерною для процесу нестаціонарністю, так і необхідністю використання великої кількості різних блоків (іноді понад 100). Контролювати й керувати значною кількістю параметрів не під силу навіть досвідченому операторові. Відповідно до вищезазначеного постає потреба запровадження комплексного підходу до вирішення питання раціонального використання водних ресурсів на всіх рівнях керування виробництвом, у тому числі організаційно-економічному, виробничому й технологічному. Що стосується функціонування ІАСК, то для цього необхідна математична постановка оптимізаційних задач на кожному рівні керування й розроблення відповідного алгоритмічного та програмного забезпечення.

Аналіз функціонування систем керування водозбереженням [1–3] надає можливість зробити висновок, що за умов посилення екологічних норм на підприємствах вирішують локальні задачі автоматизації керування лише на технологічному рівні, що не дозволяє розглядати завдання повторного використання водних ресурсів комплексно на трьох рівнях керування. За умов дефіциту води це наносить шкоду навколишньому середовищу й нерациональному використанню водних ресурсів.

Метою статті є постановка оптимізаційних задач керування на трьох рівнях управління підприємством.

Виклад основного матеріалу. Запропонований підхід раціонального водоспоживання й водоочищення на першому етапі передбачає оцінку потреби у водних ресурсах на організаційно-економічному рівні керування.

Організаційно-економічний рівень. Цільова функція:

$$W_1 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_j Q_{ji} (1 + k_{ji}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

Обмеження описують такими співвідношеннями:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Q_{ji} \leq \bar{C}, \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Q_{ji} \leq \bar{Q}_{ji}, \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \bar{Q}_{ji} \leq \tilde{Q}_{ji}, \quad Q_{ji} \geq 0; \bar{Q}_{ji} \geq 0; k_{ji} \geq 0,$$

де Q_{ji} – витрата води для нормального функціонування виробничого процесу j у момент часу i ; C_{ji} – ціна одиниці витрати води у виробничому процесі j ; k_{ji} – коефіцієнт повторного використання води виробничим процесом j у момент часу i ; \bar{C} – нормативи витрат, передбачені науково-фінансовим планом; \bar{Q}_{ji} – ліміт водоспоживання виробничим процесом j у момент часу i .

Виробничий рівень. Цільова функція:

$$W_2 = \sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Q_{ji} (1 - \tilde{k}_{ji}) n_{ki} + \sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^n p_{ki} \rightarrow \min,$$

де $k = 1, 2, \dots, l$; $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$; $p_{ki} \geq 0$; y – економічна оцінка води в регіоні; n_{ki} – кратність розведення води забрудником k у момент часу i ; \tilde{k}_{ji} – заданий рівень повторного використання води виробничим процесом j у момент часу i ; p_{ki} – затрати, потрібні для видалення забрудника k у момент часу i .

Технологічний рівень. Завдання на цьому рівні належать до класу задач оптимального управління технологічними процесами очищення стічних вод і формуються в такий спосіб.

Задають функціонал $\int_{T_0}^{T_1} [Q^T(t)R(t)Q(t) + U^T(t)R_1^T(t)U(t)] dt$, де R і R_1^T – відповідно невід’ємно визначені

матриці, а $U^T(t)$ – матриця керівних впливів, і визначають його мінімальне значення для рівняння динаміки об’єкта керування.

Потребу в водних ресурсах оцінюють на рівні основного виробництва (організаційно-економічний рівень) відповідно до математичної постановки оптимізаційної задачі (1). Задачу розв’язують методом лінійного програмування за допомогою пакета прикладних програм підсистеми календарного планування та управління виробничими процесами (підсистеми АСК основного виробництва). Відмінною особливістю вирішення цього завдання є те, що оптимізацію витрати води для нормального функціонування виробничого процесу j здійснюють з урахуванням її повторного використання.

Оптимізація обсягу водоспоживання дозволяє оцінити необхідні умови очищення й потребу в реагентах, що забезпечують необхідну якість очищення.

Якщо необхідну якість очищення не забезпечено, слід провести додаткові дослідження про кількісний та якісний склад стічних вод, після чого адміністратор актуалізує базу даних. На підставі уточненої вхідної інформації переглядають умови очищення та оцінку необхідних доз реагентів.

Після розв’язання задачі оптимізації в системі керування формують керівні впливи, що реалізуються в АСК ТП і надходять безпосередньо на технологічні установки, а також пульт оператора, який контролює показники якості води, що очищується.

Висновок. Реалізація системного підходу в рамках інтегрованої автоматизованої системи керування сучасного підприємства дозволяє підвищити якість очищення використовуваної води, що покращує функціонування основного виробництва і скорочує затрати на додаткове водоспоживання, а також надає можливість зменшити скид стічних вод у навколишнє середовище.

Список використаної літератури

1. *Kraus T. W.* Using a self-tuning PID for front line process control / T. W. Kraus, T. Y. Myron // *PAGR*. – 1995. – № 8 (36). – P. 56–67.
2. *Kerese J.* Energieesparende Steuerung der Alrobstufe durch Mikroprozessor / J. Kerese // *Wasserwirt-Wassertechnik*. – 1994. – № 5 (34). – P. 112–113.
3. *Hohue G.* Proze Bautomatierungs system DCI 4000 sur Abwasserbehaulung salagen / G. Hohue // *Korrespond. Abwasser*. – 1994. – № 8 (31) – P. 667–671.

Надійшла до редакції 12.11.2015