

УДК 628.16

ЖУЧЕНКО А. І., д.т.н., проф.; ОСІПА Р. А., к.т.н., доц.; ОСІПА Л. В., к.п.н.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

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 нераціональному 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_{ji} – 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 // Wasserwirtschaft. – 1994. – № 5 (34). – P. 112–113.
3. Hohue G. Proze Bautomatierungs system DCI 4000 sur Abwasserbehandlung salagen / G. Hohue // Korrespond. Abwasser. – 1994. – № 8 (31) – P. 667–671.

Надійшла до редакції 12.11.2015

Zhuchenko A. I., Osipa R. A., Osipa L. V.

OPTIMIZATION TASKS SOLVED BY MEANS OF INTEGRATED AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF WATER-SAVING

In the article the mathematical formulation of optimization problems on three levels of modern low-waste technologies enterprise management is examined, that gives an option of developing appropriate algorithmic and software of integrated automated control system.

Economic water consumption problem solution is impossible without the use of computer technology. This is due to the specific non-stationary processes, and the fact that the implementation of control systems is related to the need for use a large number of the different blocks (sometimes more than 100). Monitoring and management of plenty parameters are beyond the scope of even an experienced operator. Based on the foregoing, there is a need to implement an integrated approach to solving the problem of water resources rational usage at all levels of production management, including organizational and economic, industrial and technological.

Evaluation of water resources needs is performed at the level of primary production (organizational and economic level). Solution of the problem is carried out with linear programming method by using the application package subsystem of scheduling and production processes control (ACS subsystem of primary production). A distinctive

feature of the solution of this problem is the optimization of water flow for the normal functioning of each production process is performed with consideration for its reuse.

Optimization of water consumption allows evaluation of the necessary course conditions of the abrading processes, the need for reagents doses to ensure the required quality of cleaning (production level). After calculating the optimal task for management system the control actions are formed that implemented in the framework of an automated process control system and is delivered directly to purification processing plants, as well as to the operator panel for the controller, who monitors the water quality indicators to be cleaned, the management system tasks correction, controlling the switching operations.

The implementation of a systematic approach in the framework of the integrated automated modern enterprise management system allows to improve the quality of cleaning, making an effective impact on the main production functioning and significantly reduces the cost of the additional water consumption and allows to reduce the emission of polluted industrial waste water into the environment.

Keywords: wastewater treatment, integrated automated management system, management levels, water saving.

References

1. Kraus, T.W. and Myron, T.Y. (1995), Using a self-turning PID for front line process control, *PAGR*, vol. 36, no. 8, pp. 56–67.
2. Kerese, J. (1994), Energieesparende Steuerung der Alroststufe durch Mikroprozessor, *Wasserwirtschaft-Technik*, vol. 34, no 5, pp. 112–113.
3. Hohue, G. (1994), Proze Bautomatierungs system DCI 4000 sur Abwasserbehandlung salagen, *Korrespond. Abwasser*, no. 8 (31), pp. 667–671.

УДК 66.041.491

ЩЕРБИНА В. Ю., к.т.н., доц.; ДЕГОДЯ Т. В., бак.; НОВОХАТСЬКА Ю. М., асп.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ РОБОТИ БАНДАЖІВ ОБЕРТОВИХ ПЕЧЕЙ

Описано розрахункову модель обертової печі, що дозволяє визначати напружено-деформований стан і розподіл температур у конструктивних елементах із різними фізико-механічними властивостями. Змодельовані різні варіанти встановлення бандажа та опорних механізмів. Запропоновано технічне рішення, що дозволяє зменшити напруження в опорних вузлах і збільшити ресурс бандажа на 35... 57 %. Завдяки оптимальному розташуванню опорних роликів зменшується викривлення осі барабана печі, що підвищує надійність бандажа й позитивно впливає на роботу корпусу й футерування.

Ключові слова: обертова піч, бандаж, опорний механізм, ресурс роботи.

© Щербина В. Ю., Дегодя Т. В., Новохатська Ю. М., 2016.

Постановка проблеми. Обертові теплові агрегати барабанного типу – обертові печі – широко застосовують у багатьох галузях промисловості, зокрема в будівельній, де в більшості випадків вони є основними машинами технологічної лінії [1]. Важливими показниками якості печі є надійність і довговічність роботи опорного механізму й бандажу, які сприймають навантаження багатотонного барабана. Щоб забезпечити ці показники, слід змодельовати поведінку печі за різних експлуатаційних режимів і вибрати раціональні технологічні й конструктивні параметри.

Метою статті є розроблення моделі обертової печі, що дозволяє визначати напружено-деформований стан і розподіл температур у конструктивних елементах із різними фізико-механічними властивостями, й запропонувати технічне рішення, що дозволяє зменшити напруження в опорних вузлах і збільшити ресурс бандажа.

Виклад основного матеріалу. На сучасних обертових печах часто використовують уварені в корпус бандажі, оскільки це істотно спрощує налагодження й ремонт, хоча й підвищує експлуатаційні вимоги, недотримання яких може призвести до підвищеного зносу і стати причиною аварійної зупинки печі [2].

Зменшити внутрішні напруження і забезпечити їхній рівномірний розподіл можна, установивши теплоізоляційний шар на торцевих поверхнях бандажа й рівномірно розподіливши опорні ролики за довжиною печі й закріпленням під кутами α_1 і α_2 до її корпусу (рис. 1).