

Бобух А. О., Дзевочко О. М., Подустов М. О., Переверзева А. М.

ДО ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ДВОРІВНЕВОЇ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБОРОТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОСПОЖИВАННЯ ВИРОБНИЦТВА КАЛЬЦИНОВАНОЇ СОДИ

Вступ

Виробництво кальцинованої соди за аміачним способом (ВКС) відноситься до складних неперервних технологій із декількома замкненими циклами за матеріальними потоками [1–3]. Детальний аналіз ВКС [4, 5] дозволив зробити висновок про необхідність та доцільність декомпозиції задач управління цією технологією на задачі управління основними та допоміжними технологіями, як задачами меншого розміру. Серед допоміжних технологій на увагу заслуговує технологія оборотного водопостачання та водоспоживання (ТОВП та ВС) ВКС, оскільки на нормальне функціонування цієї технології серед інших енергоресурсів (електроенергія, кокс, пара) потрібно 150 м^3 технічної води на отримання 1 т кальцинованої соди [1–3].

В результаті проведених досліджень допоміжної ТОВП та ВС ВКС було визначено, що ця технологія має дворівневу структуру [4, 5].

Мета роботи

Розробити основи дворівневої комп'ютерно-інтегрованої технології оборотного водопостачання та водоспоживання виробництва кальцинованої соди за аміачним способом для підвищення ефективності функціонування та зниження енергетичних витрат основними технологіями цього виробництва.

Основна частина

Для виконання мети роботи спочатку розглянемо спрощену структурну схему допоміжної ТОВП та ВС ВКС, яка включає три стадії переробки води [4 – 7]. (рис. 1).

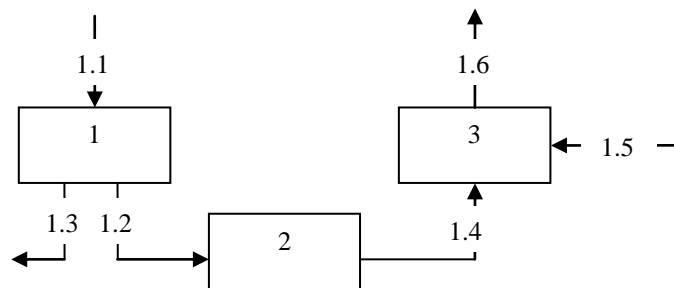


Рисунок 1 – Спрощена структурна схема допоміжної технології оборотного водопостачання та водоспоживання виробництва кальцинованої соди.

На першій стадії вода (1.1) подається насосами з електродвигунами подається від основних технологій ВКС (на рис. 1 не показані), де вона використовується для охолодження і тому розігрівається, в камеру (1) гарячої води.

На другій стадії основний об'єм гарячої води (1.2) поступає на охолодження в градирні (2), а за допомогою ліній продувки (на рис. 1 не показана) після камери (1)

гарячої води, частина гарячої води (1.3) виводиться із допоміжної ТОВП та ВС ВКС для підтримки необхідного рівня солемісту гарячої води (1.2).

Третя стадія використовується для збору охолодженої води (1.4) після градирні (2) в камері (3) холодної води. В камеру (3) лінією подачі (на рис. 1 не показана) свіжої холодної води (1.5) в допоміжну ТОВП та ВС ВКС подається ця вода для компенсації безповоротного споживання холодної води (1.6), Із камери (3) холодна вода (1.6) насосами з електродвигунами (на рис. 1 не показані) подається на основні технології ВКС (на рис. 1 не показані), які потребують охолодження.

Аналіз розроблених поодиноких та узагальненого критеріїв раціонального функціонування при розгляді основних принципів моделювання допоміжної ТОВП та ВС ВКС [4] та алгоритму оптимізації функціонування цієї допоміжної технології [5] сприяв визначенню дворівневої допоміжної ТОВП та ВС ВКС як структури управління.

Верхній рівень допоміжної ТОВП та ВС ВКС передбачає управління підсистемами оборотного водопостачання та обмеженнями для забезпечення нормального функціонування основних технологій ВКС. На цьому рівні визначаються тільки ті збурюючі впливи, які, як за своєю абсолютною величиною, так і за силою впливу на основні технології, визивають суттєві коливання на їх виходах.

Нижній рівень допоміжної ТОВП та ВС ВКС передбачає управління своїми підсистемами та обмеженнями, зокрема спорудами такими як градирні, насосні станції тощо. Незважаючи на те, що взаємозв'язок поміж цими підсистемами допоміжної ТОВП та ВС ВКС дуже великий, вони умовно розділені на три режими функціонування: водний і тепловий режими та сольовий баланс.

Аналіз розглянутих цих трьох режимів функціонування допоміжної ТОВП та ВС ВКС [5, 7] надає можливість стверджувати, що підсистема теплового режиму є основною цієї допоміжної технології, а її математичну модель (ψ_{oen}), отриману у вигляді (1), необхідно взяти за основу для розробки дворівневої допоміжної ТОВП та ВС ВКС, яка сприятиме підвищенню ефективності функціонування та зниженню енергетичних витрат основними технологіями ВКС:

$$\psi_{oen}(Q, F_0, J, H) = \frac{\alpha\beta(F_0, J)V}{CF_0} = \int_{t_{xi}}^{t_{zi}} \frac{dt}{H_n(t) - H - \frac{[t_{zi} - t_{xi}(Q, F_0)]CF_0}{\alpha J}}, \quad (1)$$

де Q – теплове навантаження усіх теплообмінних апаратів допоміжної ТОВП та ВС ВКС;

F – витрати води при роботі усіх теплообмінників цієї технології;

J – витрати повітря, яке бере участь в теплообміні цієї технології;

H – ентальпія повітря, яке бере участь в теплообміні цієї технології;

α – поправочний коефіцієнт;

β – об'ємний коефіцієнт масовіддачі;

V – об'єм споруди охолодження;

C – питома теплоємність води;

H_n – ентальпія насиченої пари, яка змінюється у часі (t);

t_{zi} – температура гарячого i -го матеріального потоку;

t_{xi} – температура холодного i -го матеріального потоку.

Розглянемо дворівневу допоміжну ТОВП та ВС ВКС як об'єкт управління з

урахуванням наведених вище особливостей. Оскільки будемо розглядати її верхній рівень, дію факторів внутрішньої дестабілізації цієї технології до уваги сприймати не будемо. З урахуванням такої постановки, отримуємо структурну схему (рис. 2) дворівневої допоміжної ТОВП та ВС ВКС, що відображає суттєві взаємозв'язки.

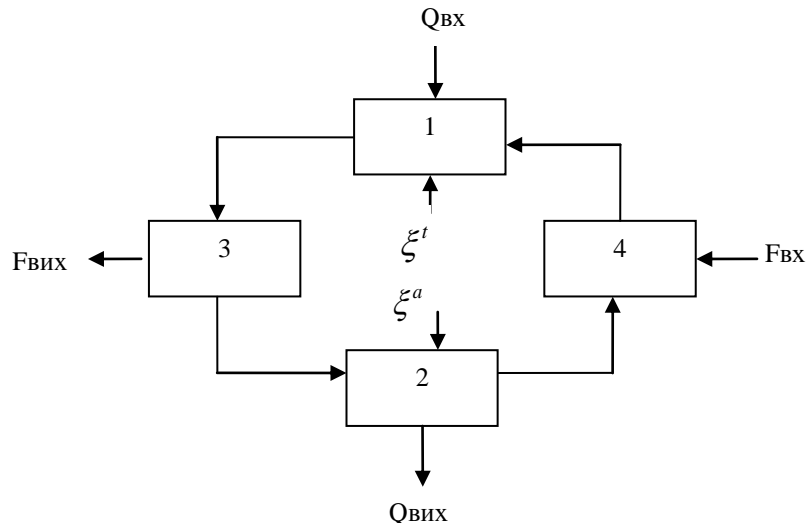


Рисунок 2 – Структурна схема дворівневої допоміжної технології оборотного водопостачання та водоспоживання виробництва кальцинованої соди.

Структурна схема має два входи:

Q_{1ex} – величина теплоти хімічних реакцій, яка поступає від теплообмінних апаратів основних технологій ВКС, та F_{1ex} – масові витрати свіжої води, яка поступає на теплообмінні апарати основних технологій ВКС із зовнішніх джерел водопостачання, а також два виходи:

$Q_{2вих}$ – величина теплоти, яка виходить через градирні в атмосферу, та $F_{2вих}$ – масові витрати води, яка відкачується станцією продувної воли для підтримки необхідних водяного режиму та сольового балансу допоміжної ТОВП та ВС ВКС. Другими словами, стосовно водяного режиму існує дві ситуації, згідно з якими F_{1ex} та $F_{2вих}$ можна змінювати місцями.

Перша ситуація. Постачання води в допоміжну ТОВП та ВС ВКС фіксоване та визначається кількістю води, яка необхідна для функціонування комбінованої технології охолодження, що включає в собі прямоточне постачання холодильників основних технологій ВКС. В цьому випадку F_{1ex} – постачання води в допоміжну ТОВП та ВС ВКС, а $F_{2вих}$ – витрати води із цієї технології.

Друга ситуація. Витрати води із допоміжної ТОВП та ВС ВКС фіксовані, тобто визначаються технологічними потребами основних технологій ВКС. Постачання води в допоміжну ТОВП та ВС ВКС забезпечує лише підтримку водяного режиму цієї технології, тобто цей режим знаходиться в такому стані, коли комбінована технологія охолодження не функціонує. А в такому випадку F_{1ex} – витрати води із допоміжної ТОВП та ВС ВКС, а $F_{2вих}$ – постачання води в цю технологію.

Проте ми розглядаємо принциповий підхід до управління допоміжною ТОВП та ВС ВКС, при якому припущення про те, що існує лише один варіант, не приводить до

перекручування описаних взаємозв'язків. В той саме час допоміжна ТОВП та ВС ВКС зазнає зовнішніх різноманітних збурень, основна маса яких має стохастичний характер. В результаті досліджень були виявлені найбільш значимі фактори збурень, які віднесено до двох груп.

Перша група факторів пов'язана із змінами коефіцієнту (ξ^t) теплового навантаження теплообмінних апаратів допоміжної ТОВП та ВС ВКС в результаті впливу основних хімічних реакцій основних технологій ВКС:

$$\xi^t = \xi_1^t + \xi_2^t, \quad (2)$$

де ξ_1^t – зміна коефіцієнту теплопередачі холодильника в залежності від пробігу технологічних апаратів основних технологій ВКС та других факторів; ξ_2^t – зміна кількості апаратів основних технологій ВКС, що працюють при зміні їх навантаження по виробленню соди кальцинованої.

Друга група факторів пов'язана із змінами коефіцієнту (ξ^a) атмосферних умов:

$$\xi^a = \xi_1^a + \xi_2^a + \xi_3^a, \quad (3)$$

де ξ_1^a – зміна коефіцієнту теплового навантаження в результаті зміни температури навколишнього середовища; ξ_2^a – зміна коефіцієнту витрати води на випарювання; ξ_3^a – зміна коефіцієнту ефективності охолодження оборотної води в залежності від ентальпії зовнішнього середовища.

В просторі стан верхнього рівня допоміжної ТОВП та ВС ВКС описується системою рівнянь:

$$\begin{cases} Q_{1\text{вих}} = A(Z, U, \xi, t) Q_{1\text{вх}}; \\ F_{1\text{вих}} = B(Z, U, \xi, t, Q_{1\text{вих}}) F_{1\text{вх}}, \end{cases} \quad (4)$$

де A і B – деякі оператори, які характеризують відповідні передаточні функції цієї допоміжної технології;

Z – вектор конструкційних та технологічних параметрів і структурних при знаків цієї допоміжної технології;

U – вектор управляючих впливів, які компенсують шкідливий вплив коливань на вході цієї допоміжної технології, а також факторів збурення;

ξ – вектор коефіцієнту факторів збурення, які змінюють властивості операторів A і B у часі t , при цьому $\xi = \xi^t + \xi^a$.

Розглянуті вище особливості були покладені до основи розробки дворівневої комп'ютерно-інтегрованої [8] ТОВП та ВС ВКС

Висновок

В результаті досліджень розроблені основи дворівневої комп'ютерно-інтегрованої технології оборотного водопостачання та водоспоживання виробництва кальцинованої соди за аміачним способом. Практичне використання розробленої

технології може бути реалізоване на базі сучасних багатофункціональних мікропроцесорних контролерів та контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації. Впровадження розробленої технології буде сприяти підвищенню ефективності функціонування та зниження енергетичних витрат основними технологіями ВКС та усім виробництвом в цілому.

Література

1. Зайцев И. Д. Производство соды [Текст] / И. Д. Зайцев, Г. А. Ткач, Н. Д. Стоев. – М.: Химия. 1984. – 312 с.
2. Шокин И. Н. Технология соды [Текст] / И. Н. Шокин, С. А. Крашенинников. — М.: Химия. 1975.– 287 с.
3. Бобух А. А. Компьютерно–интегрированные системы управления объектами отрасли на примере производства кальцинированной соды по аммиачному способу [Текст лекций] / А. А. Бобух, А. М. Дзевочко, М. А. Подустов //: – Х. : Издательство «Підручник НТУ «ХПІ»», 2015. – 92 с. – На рус. яз.
4. Бобух А. А. Моделирование объекта оборотного водоснабжения производства кальцинированной соды [Текст] / А. А. Бобух, А. М. Дзевочко, М. А. Подустов // Общегосударственный научно–производственный и информационный журнал «Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит». Издается при поддержке Академии наук Высшего образования Украины. – 2015. № 10 (141). – С. 2–9; реферат: англ. язык – С. 87.
5. Бобух А. О Алгоритм оптимізації функціонування об'єкта оборотного водопостачання та водоспоживання виробництва кальцинованої соди [Текст] / А. О. Бобух, М. О. Подустов, А. М. Переверзева, А. О. Барановський // Химия и технология основной химической промышленности. Сборник научных трудов. Свид, о гос. регистрации: Серия КВ № 7740 от 20.03.2003 г. ГУ «НИОХИМ».– Том 78. – Х.: – 2016. – С. 144–149.
6. Гордин И. В. Технологические системы водообработки. Динамическая оптимизация. [Текст] / И. В. Гордин. – Л.: Химия. 1987. – 264 с.
7. Таубман Е. И. Контактные теплообменники [Текст] / Е. И. Таубман, В. А. Гордеев и др. – М.:Химия. 1987. – 256 с.
8. Сиротский А. А. Микропроцессорные программируемые логические контроллеры в системах автоматизации и управления [Текст] Учебное. пособие для вузов / А. А. Сиротский. – М.: Спутник, 2013. 170 с.

Bibliography (transliterated)

1. Zaytsev I. D. Proizvodstvo sodyi [Tekst] / I. D. Zaytsev, G. A. Tkach, N. D. Stoev. – Moscow: Himiya. 1984. – 264 p.
2. Shokin I. N. Tehnologiya sodyi [Tekst] / I. N. Shokin, S.A. Krashennnikov. – Moscow: Himiya, 1975. – 287 p.
3. Bobukh A. O. Komp'yuterno–intehrovani systemy upravlinnya ob'yektamy haluzi na prykladi vyrobnytstva kal'tsynovanoyi sody za ammyachnomu sposobom [Tekst lektсий] / А. О. Bobukh, О. М. Dzevochko, М. О. Podustov // Vydavnytstvo «Pidruchnyk NTU «KhPI»», 2015. – 92 s. – ros. yaz.
4. Bobukh A. O. Modelyuvannya ob'yekta oborotnoho vodopostachannya vyrobnytstva kal'tsynovanoyi sody [Tekst] / А. О. Bobukh, О. М. Dzevochko, М. О. Podustov // Zahal'noderzhavnyy naukovо–vyrobnychyу ta informatsiynyy zhurnal «Enerhozberezhennya. Enerhetyka. Enerhoaudyt». Vydayet'sya za pidtrymky Akademiyi

nauk Vyshchoyi osvity Ukrainy. – 2015. # 10 (141). S. 2-9; referat: anhл. mova – S. 87.

5. Bobukh A. O Alhorytm optymizatsiyi funktsionuvannya ob'yekta oborotnoho vodopostachannya ta vodospozhyvannya vyrobnytstva kal'tsynovanoyi sody [Tekst] / A. O. Bobukh, M. O. Podustov, A. M. Pereverzyeva, A. O. Baranovs'kyu // Khymyya y tekhnolohyya osnovnoy khymycheskoй promyshlennosty. Sbornyk nauchnykh trudov. Svyd, o hos. rehystratsyy: Seryya KV # 7740 ot 20.03.2003 h. HU «NYOKhYM». – Tom 78 – 2016. – S. 144–149.

6 Hordin I. V. Tekhnolohichni systemy vodoobrobky. Dynamichna optymizatsiya. [Tekst] / V. V. Hordin. – Leninhrad: Himiya. 1987. – 264 s.

7. Taubman E. I. Kontaktni teploobminnyky [Tekst] / E. I. Taubman, V. A. Hordyeyev ta in – Moskow:Himiya. 1987. – 256 s.

8. Syrit's'kyu A. A. Mikroprotsesorni prohramovani lohichni kontrolery v systemakh avtomatyzatsiyi i upravlinnya [Tekst] Navchal'nyy. posibnyk dlya vuziv / A. A. Syrit's'kyu. – Moskow: Suputnyk, 2013. 170 s.

УДК 681.511.4:661.333(075)

Бобух А. А., Дзевочко А. М., Подустов М. А., Переверзева А. Н.

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ДВУХУРОВНЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНО-ИНТЕГРИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАЛЬЦИНИРОВАННОЙ СОДЫ

В результате исследований разработаны основы двухуровневой компьютерно-интегрированной технологии оборотного водоснабжения и водопотребления производства кальцинированной соды по аммиачному способу. Практическое использование разработанной технологии может быть реализовано на базе современных многофункциональных микропроцессорных контроллеров и контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации. Внедрение разработанной технологии будет способствовать повышению эффективности функционирования и снижения энергетических затрат основными технологиями ВКС и всем производством в целом.

UDC 681.5114:661.333(075)

Bobukh A. O., Dzevochko O. M., Podustov M. O., Pereverzieva A. M.

TO THE QUESTION TWO-LEVEL DEVELOPMENTS COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES OF WATER RECYCLING AND CONSUMPTION OF SODA ASH PRODUCTION

As a result of research we develop a two-tier computer-integrated technologies of water recycling and water consumption of soda ash production by ammonia method. The practical use of the technology can be implemented on the basis of modern multifunctional microprocessor controllers, and instrumentation and automation. Implementation of the technology will enhance the efficiency of operations and reduce energy costs and basic videoconferencing technologies over the production as a whole.