

5. Ксендзовский В.Р. Автоматизация процесса производства окатышей / В.Р. Ксендзовский. – М. : Металлургия, 1971. – 216 с.
6. Автоматизация фабрик окускования железных руд и концентратов / Н.В. Федоровский, В.В. Даншин, В.И. Губанов, Р.И. Сигуа. – М. : Металлургия, 1986. – 200 с.
7. Математическое обеспечение АСУ ТП производства железорудных окатышей на конвейерных машинах / А.П. Буткарев, Г.М. Майзель, Е.В. Некрасова [и др.] // Сталь. – 1995. – № 4. – С. 67–75.
8. Глишков Г.М. АСУ ТП в черной металлургии : учебник для вузов / Г.М. Глишков, В.А. Маковский. – Изд. 2-е перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1999. – 310 с.
9. Повышение эффективности АСУ горно-металлургического производства на основе интеллектуализации управления : монография / Ю.И. Еременко, Л.М. Боева, Л.А. Кузнецов, В.Б. Крахт. – Старый Оскол : ООО «ТНТ», 2005. – 408 с.
10. Еременко Ю.И. О применении нечеткого логического контроллера в управлении процессом обжига окисленных окатышей / Ю.И. Еременко // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2003. – № 9. – С. 39–43.
11. Рубан С.А. Использование нечетких регуляторов для автоматизации технологического процесса обжига на конвейерных обжигочных машинах / С.А. Рубан, В.И. Лобов // Разработка рудных месторождений. – 2007. – № 91. – С. 188–193.
12. Поркуян О.В. Керування нелінійними динамічними об'єктами збагачувальних виробництв на основі гібридних моделей Гамерштейна : дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.07 / Ольга Вікторівна Поркуян. – Кривий Ріг, 2009. – 379 с.
13. Рубан С.А. Автоматизация процессу керування термічною обробкою залізорудних обкотишів з використанням прогнозуючих ANFIS-моделей: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.07 / С. А. Рубан ; Криворізь. техн. ун-т. - Кривий Ріг, 2011. — 20 с.

Рукопис подано до редакції 04.04.16

УДК 681.513.6:621.69

К.А. ОХОТА, магістрант, Криворізький національний університет

АДАПТИВНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОДУКТИВНІСТЮ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ ПОДАЧІ ВОДИ НА ЗБАГАЧУВАЛЬНУ ФАБРИКУ

У статті розглянуто актуальні питання ефективності процесу подачі води на збагачувальну фабрику. Коротко описаний технологічний процес подачі води в трубопровід. Обґрунтовано питання продуктивності адаптивної системи керування насосною станцією подачі води, та вимоги до неї, проведена аналогія між існуючими системами. Розглянуто приклади САР насосних станцій, визначено їх переваги та недоліки, проаналізовано якість та продуктивність автоматизованих систем насосних станцій. Розроблено та проаналізовано систему керування насосною станцією на базі нечіткої логіки, приведено її переваги та недоліки. Описано спосіб керування, виведені формули адаптації.

Таким чином, вказано напрямок подальших досліджень – розвиток автоматичних систем керування продуктивністю насосної станції, врахувавши об'єм води необхідний кожній секції.

Ключові слова: адаптивний, система керування, продуктивність, надійність, стабілізація

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Для ліквідації скидання стічних вод у водойми, а також з метою економії флотаційних реагентів для всіх підприємств проєктуються замкнуті системи водопостачання. Пульпа (хвости збагачувальних фабрик, або промислові стічні води) за допомогою насосів по трубопроводах перекачується в хвостосховища, де вся суспензія осідає. Освітлена в ставках-відстійниках вода надходить в насосні станції оборотної води, звідки її подають на збагачувальні фабрики для повторного використання [2].

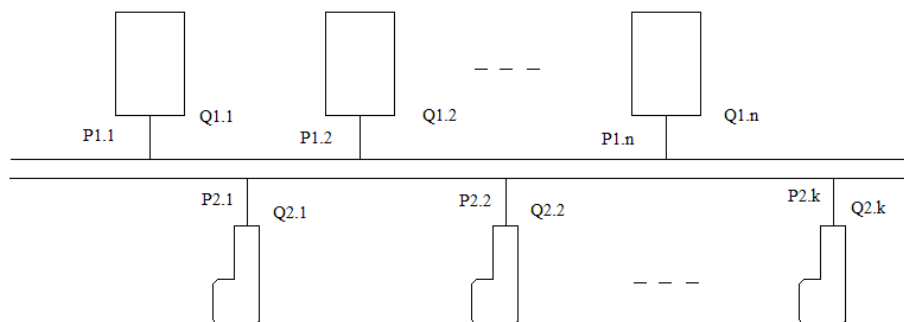


Рис. 1. Схема насосної станції на збагачувальній станції

де Q - витрати води, P - тиск, n - станції, k - насоси.

Автоматизація виробничих установок дозволяє більш швидко і точно відтворювати технологічний процес. При повній автоматизації процесу не потрібно постійної участі людини, йому залишається роль спостерігача і корегувальника. На даний момент доцільно автоматизувати виробничі установки за допомогою мікропроцесорних систем (програмованих контролерів), які дозволяють замінити жорстку логіку на програмне управління, підвищити надійність і гнучкість системи управління.

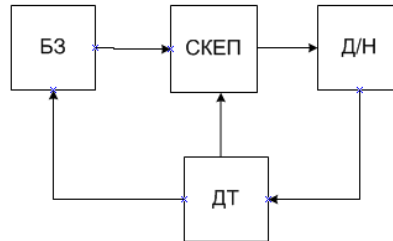


Рис.2. Спрощена автоматизована система керування насосом

де БЗ - блок завдання, СКЕП - система керування електроприводом, Д/Н - двигун та відцентровий насос, ДТ - датчик тиску.

Одним із способів підвищення ефективності роботи насосної станції, що в подальшому вплине на завантаженість секцій на збагачувальній фабриці, є автоматизація насосних станцій.

На насосних станціях автоматизуються: пуск і зупинка насосних агрегатів і допоміжних насосних установок; контроль і підтримка заданих параметрів (наприклад, рівня води, подачі, напору і т.ін.); прийом імпульсів параметрів і передача сигналів на диспетчерський пункт.

Вимоги до системи автоматизації насосні установки

Визначимо вимоги до автоматизованої системи управління:

плавний пуск насосного агрегату і розгін до заданої швидкості;

визначення необхідного напору в залежності від поточної витрати;

стабілізація необхідного напору рідини в системі за рахунок регулювання швидкості обертання електродвигуна;

включення і відключення резервного насоса в залежності від необхідної витрати;

введення в дію резервного насоса в разі аварії робочого;

автоматичний розгін насосного агрегату після зникнення напруги живлення (автоматичне повторне включення);

захист від теплових перевантажень приводних двигунів насосних агрегатів;

періодична зміна основного насосного агрегату, стабілізуючого подачу рідини в систему.

система управління повинна забезпечувати контроль мінімального, максимального і аварійного витрати.

Аналіз досліджень та публікацій. Розглянемо приклади автоматизації насосних установок. На рис. 3а показано схему автоматизації найпростішої насосної установки - дренажного насоса 1а на рис. 3б наведено електричну схему цієї установки. Автоматизація насосної установки здійснюється за допомогою поплавкового реле рівня. Ключ управління КУ має два положення: для ручного та автоматичного керування.

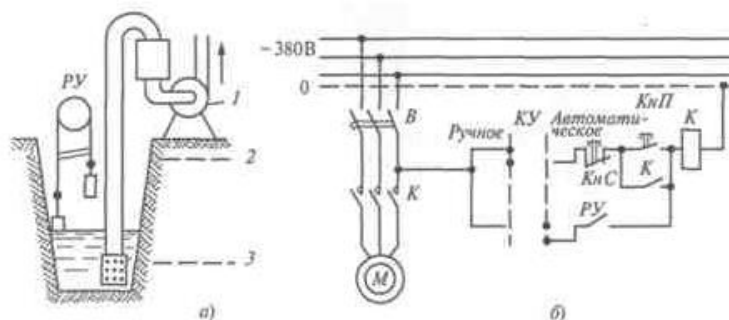


Рис.3. Конструкція дренажної насосної установки а і її електрична схема автоматизації б [6]

На рис. 4 наведена схема автоматизації насосної установки, яка містить електронасосний агрегат 7 вантажного типу, розміщений в свердловині 6. У напірному трубопроводі встановлено зворотний клапан 5 і витратомір 4.

Насосна установка має напірний бак 1 (водонапірна вежа) і датчики тиску (або рівня) 2, 3, причому датчик 2 реагує на верхній тиск (рівень) в баку, а датчик 3 - на нижній тиск (рівень) в баку. Управління насосною станцією забезпечує блок управління 8.

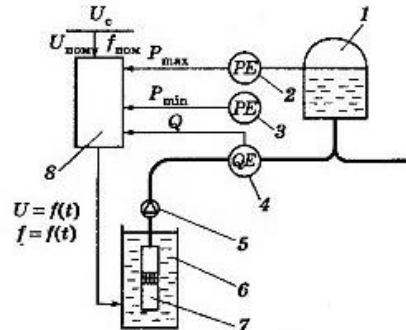


Рис. 4. Схема автоматизації насосної установки

Режим роботи насосу і перетворювач частоти забезпечують виконання таких функцій: плавний пуск і зупинка насоса;

автоматичне керування за рівнем або тиску;

захист від «сухого ходу»;

автоматичне відключення електронасоса при неповнофазному режимі, неприпустимому зниженні напруги, при аварії у водопровідній мережі;

захист від перенапруг на вході перетворювача частоти А1;

сигналізацію про включення і вимкнення насоса, а також про аварійних режимах;

обігрів шафи управління при негативних температурах в приміщенні насосної.

Плавний пуск і плавне гальмування насоса здійснюють за допомогою перетворювача частоти А1 типу FR-E-5,5к-540ЕС[6].

Недоліками цих насосних установок є те, що в жодній із них не враховуються витрати використаної рідини, врахувавши цей параметр, можна істотно зменшити витрати електроенергії та тиск на водопровідні труби. Питання про те, як обробляти нечіткості, переплітається з питанням про те, яким чином ввести в науку і техніку суб'єктивізм людини. І тут не обійтися без нечітких множин. Це математичний метод, створений для того, щоб представляти смислові нечіткості слів людини, його унікальний метод з точки зору надання можливостей математично обробляти суб'єктивні дані. Нечітке адаптивне управління-це метод управління, який дозволяє пристосуватися до змін параметрів обладнання шляхом зміни алгоритму управління. Значний ефект можна отримати в тому випадку, коли характеристики устаткування, наприклад коефіцієнт підсилення процесу і час простою, змінюються в залежності від робочого стану або коли необхідно узгодити в залежності від ситуації кілька цілей управління [7].

Постановка завдання. Метою роботи є обґрунтування доцільності використання системи автоматичного керування насосною станцією та розробка системи на базі нечіткої логіки. Кількість води в секціях впливає на якість збагачення, так як впливає та технологічний процес. Експлуатація системи автоматичного регулювання подачі води на станцію збагачувальної фабрики суттєво впливає на економію виробництва[10].

Викладення матеріалу та результати. На секціях збагачувальної фабрики можна поставити датчики витрат і таким чином, знаючи кількість витрат керувати подачею води на трубопровід, але для насосних станцій збагачувальних фабрик це незручно та не економічно, тому ми будемо подавати воду, підсумовуючи витрати води секцій та враховуючи технологічну карту кожної секції, таким чином, можна описати правила нечіткого регулятора.

$e^{\backslash} < e_1 < e^{\backslash}$ збільшення на 5В

$e^{\backslash}_1 < e_1 < e^{\backslash}$ збільшення на 7В

$e^{\backslash} < e_1 < e^{\backslash}$ зменшення на 5В

$$e''_1 < e_1 < e' \quad \text{зменшення на } 7B$$

де e'' - різниця попереднього вимірювання; e' - різниця дійсна, e_1 - різниця між попередньою та дійсною.

У блоці нечіткої системи три входи та один вихід, на входи подають різницю витрат у трубопроводі, значення подачі води у трубопроводі та суму різниць дійсних витрат на секціях і значення завдання. Блок нечіткої логіки відповідно вносить корективи в регуляторі, а саме міняється коефіцієнт пропорційності. Регулятор в свою чергу регулює напругу на частотному перетворювачі.

Розробимо структурну схему САК НС

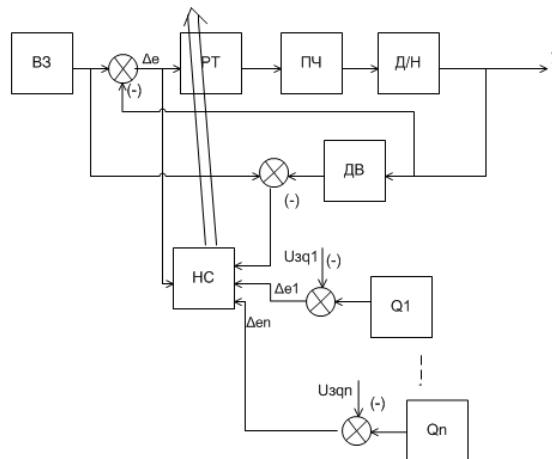


Рис. 5. Структурна схема САК НС на базі нечіткої логіки

ВЗ - вузол завдання, РТ - регулятор тиску, ПЧ - перетворювач частоти, Н - насос, ДВ - датчик витрат, НС - система нечіткої логіки, Q - витрати води, n - станції, Δe - сигнал різниці між заданим і дійсним значенням витрат води у трубопроводі. На виході у підсумовуються усі Q (рис.1) $\sum Q$, де

$$\begin{cases} Q_1 = Q'_1 \pm q_1 f(P_{c1}) \\ Q_2 = Q'_2 \pm q_2 f(P_{c2}) \\ Q_n = Q'_n \pm q_n f(P_{cn}) \end{cases} \quad (1)$$

де P_c - параметри секції, що визначаються технологічною картою, Q - попередні значення витрати води в трубопроводі, q - різниця між попереднім та текучим значенням витрат.

Отже, регулювання продуктивністю насосної станції відбувається завдяки корегуванню витрат води на кожній із секцій, залежно від її параметрів.

Висновки на напрямки подальших досліджень. Автоматизована система керування насосною станцією на базі нечіткої логіки підвищує продуктивність за рахунок того, що враховуються витрати води на кожній із секцій, на підставі цього подається конкретна кількість води в трубопровід, отже можна сказати, що трубопровід буде менш завантажений, так як води в ньому рівно скільки потрібно секціям. Також, робота насосів споживає значну кількість електроенергії, що підвищує грошові витрати підприємства. Кількість води на секції впливає на якість збагачення руди, адже це прямий вплив на технологічний процес.

Список літератури

1. **Богданов О.С.** Справочник по обогащению руд. Обогажительные фабрики. [Текст] / редкол. О.С. Богданов, Ю.Ф. Ненарокомов. — 2-ое изд. — М.: Недра, 1984. — 360 с.
2. **Богданов О.С.** Справочник по обогащению руд. Специальные и вспомогательные процессы, испытания обогатимости, контроль и автоматика. [Текст] / редкол. О.С. Богданов, В.И. Ревнивцев. — 2-ое изд. — М.: Недра, 1986. — 376 с.
3. Республиканская программа "Энергосбережение". — Мн.: Полымя, 1995.
4. **Карасев Б.И.** Насосные и воздуходувные станции. / Б.И. Карасев. — Мн.: ВШ, 1990. — 326 с.
5. Автоматизация тепловых пунктов: Справочное пособие. / Витальев В.П., Фаликов В.С. — М.: Энергоатомиздат, 1989.

6. Электрооборудование сельскохозияйских предприятий: учеб. пособие /В.А Дайнеко, А.И.Ковалинский. — Минск: Новое знание, 2008. — 320с.:ил. — (Техническое образование).
7. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в бреде MATLAB fuzzyTECH. — СПб.:БХВ-Петербург, 2005ю – 736 с.
8. Тэрано Т., Прикладные нечеткие системы: пер. с япон./ К.Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др.; под редакцией Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугено. – М.: Мир, 1993. – 368 с.
9. Гостев В.И. Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления. – К.: «Радиаматор», 2008. 972с.
10. Абрамов А.А., Леонов С.Б. Обогащение руд цветных металлов Учеб. для вузов. - М: Недра, 1991. - 407 с

Рукопис подано до редакції 18.04.16

УДК 681.51: 622.788

В.Й. ЛОБОВ, канд. техн. наук, доц., М.В. НЕСКОРОМНА, магістрант,
Криворізький національний університет

СИНТЕЗ МОДАЛЬНОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ ПРОЦЕСУ ВИПАЛУ ОБКОТИШІВ У КОНВЕЄРНІЙ ПЕЧІ ФАБРИКИ ОГРУДКУВАННЯ

Обґрунтовано наукову та практичну задачу використання багатомірної системи керування технологічним процесом випалу обкотишів у конвеєрній печі. Багатомірна математична модель враховує: висоту шару обкотишів, стабілізацію тиску газу, витрат газу в зоні сушки, регулювання температури та тиску в горні зони підігріву, стабілізацію витрат повітря в зоні охолодження, регулювання температури повітря та інші технологічні параметри. Для забезпечення оптимального режиму випалу обкотишів запропоновано використати систему автоматичного керування на основі модального регулятора. Проведено моделювання процесу випалу обкотишів у конвеєрній печі фабрики огрудкування за допомогою SIMULINK програмного пакету MATLAB. Виконано синтез модального регулятора для цієї моделі. В результаті моделювання багатомірної системи автоматичного керування при використанні модального регулятора встановлено, що максимальна тривалість перехідного процесу складає 120 с витрат повітря в зоні сушки 1а мінімальна – секунду, при регулюванні висоти шару обкотишів.

Ключові слова: конвеєрна піч, випал обкотишів, багатомірна модель об'єкту, матриця, моделювання, перехідний процес

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Для випалу окатишів використовують випалювальні машини декількох типів, що розрізняються видом використовуваного палива, розташуванням пальників, способами спалювання палива і рекуперації тепла, тощо. Температурний режим випалу на стрічці легко регулюється кількістю газу в зонах сушіння і підігріву, зміною температури в зоні випалу, а також підвищенням тиску повітря в зоні охолодження. Як і для більшості технологічних процесів гірничо-збагачувальних комбінатів, так і для процесу температурної обробки обкотишів в конвеєрній випалювальній машині, достатньо складно отримати адекватну математичну модель. Зважаючи на нестационарність об'єкта системи з типовими ПД-регуляторами з постійними коефіцієнтами в цілому не задовольняють вимоги до точності та швидкодії керування температурним режимом. Це пов'язано з багатомірністю та стохастичними властивостями об'єктів керування, не стаціонарністю, наявністю великих часових запізень, неможливістю безперервного контролю окремих технологічних показників [1,2]. Тому для вирішення цієї проблеми є актуальним використання багатомірної математичної моделі з модальним регулятором.

Аналіз досліджень і публікацій. На сьогоднішній день активно проводяться дослідження в області створення ефективних методів та засобів, що дозволять вирішити дану проблему. Так в роботі [3] досліджується інверсні моделі нейроконтролера для системи інверсного управління технологічним процесом, а в іншій [4] - використовується нечіткі регулятори для керування технологічним процесом випалу обкотишів. Для моделювання розподілу температур у шарі обкотишів використано числові методи та метод кінцевих елементів, відповідно до якого виконано декомпозицію, тобто розбиття досліджуваної ділянки шару обкотишів на елементарні мінімальні блоки кубічної форми, що надає можливість змодельовати процеси теплообміну всередині шару обкотишів[5-7]. Розроблені принципи керування температурним режимом процесу випалювання обкотишів з використанням прогнозуючих ANFIS-моделей надані в літературі [8-13].