

АНАЛІЗ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ КОМПРЕСОРИХ УСТАНОВОК

Блащук О.О., студент, Красношакпа Н.Д., к.т.н., доцент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. В сучасних умовах гостро стоїть питання енерго- та ресурсозбереження у промисловості як України, так і багатьох інших країн. Багато уваги приділяється пошукам заходів та методів, які будуть в змозі забезпечити виконання основних технологічних процесів зі значною економією енергоресурсів. Широкого застосування в різних сферах виробництва набули компресорні установки з приводним асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором, які споживають значну кількість електричної енергії.

При автоматизації роботи компресорних установок основною задачею є стабілізація тиску в магістралі. Існує декілька основних методів для регулювання тиску компресора:

- застосування нерегульованих по швидкості приводних двигунів із зворотним зв'язком з ПІ-регулятором тиску або релейним режимом роботи;
- релейний режим регулювання тиску з регулюванням швидкості приводного двигуна.

Мета роботи полягає в проведенні порівняльного аналізу систем керування електроприводами компресорних установок.

Матеріали і результати досліджень. Витрати стисненого повітря на підприємстві визначаються кількістю одночасно працюючих установок з пневматичним приводом. Так як кількість цих установок змінюється протягом зміни, то виникає необхідність регулювання продуктивності компресорів. Метою регулювання в даному випадку є підтримка постійного тиску стисненого повітря.

Кількість повітря, що подається компресором в повітряну мережу, регулюють за допомогою автоматичного регулятора продуктивності, в якості яких застосовують двопозиційні, багатопозиційні або групи двопозиційних регуляторів і автоматичні регулятори непрямої дії.

При зменшенні витрати повітря споживачами і постійній продуктивності компресорів, тиск в пневматичній мережі буде рости і може досягти небезпечної величини. Якщо ж витрата стисненого повітря споживачами збільшиться, то тиск в пневматичній мережі зменшується, при цьому знижується продуктивність робочих машин. Таким чином, величина тиску повітря служить критерієм, за яким можна судити про необхідність підвищення або зниження продуктивності компресорів.

Двопозиційні регулятори тиску служать для регулювання відхилення всмоктування, віджимання всмоктуючих клапанів і для всіх видів переривчастого регулювання. Такі регулятори застосовують в системі релейного регулювання, яке здійснюється зупинкою електродвигуна

компресора. Багатопозиційні регулятори тиску або групи двопозиційних регуляторів застосовують для ступінчастого регулювання продуктивності компресора.

Якщо в повітряну мережу подають стиснене повітря кілька компресорів, то система автоматичного регулювання продуктивності працює за наступним алгоритмом:

1. Компресори повинні послідовно відключатися або включатися при зменшенні або збільшенні навантаження на компресорну станцію на величину продуктивності кожного компресора;

2. Незначні й короточасні зміни навантаження на компресорну станцію будуть сприйматися регулятором працюючого компресора, не зачіпаючи систему автоматизації компресорної станції.

Регулювання продуктивності зміною частоти обертання приводного двигуна є більш економічним.

Основні вимоги, які пред'являють до систем регулювання компресорних установок: плавна зміни продуктивності і економічність витрат енергії. До цього слід ще додати вимоги простоти пристрою, компактності і зручності обслуговування. Труднощі одночасного задоволення всім цим вимогам обумовили виникнення великого різноманіття видів і способів регулювання.

За характером зміни продуктивності розрізняють наступні види регулювання:

1. Переривчасте, здійснюване періодичним припиненням подачі;
2. Поетапне;
3. Плавне (дросельне) – як правило присутнє тільки в одноступінчастих гвинтових і пластинчатих установках, які працюють з навантаженням більш як 70%.

Регулювання може бути ручним або автоматичним. Перше застосовують у випадках, коли змінювати продуктивність потрібно рідко, і тільки за умови наявності чергового персоналу, наприклад, у великих компресорах хімічної промисловості, де за умовами виробництва витрата газу відносно стійка.

Якщо продуктивність компресора дорівнює витраті повітря, то тиск в мережі постійний. Це обумовлює можливість здійснювати автоматичне регулювання продуктивності компресора по тиску в пневмосистемі. Зміна тиску діє на чутливий елемент (датчик) керуючого пристрою (регулятора), який через сервопривід і регулюючий орган змінює продуктивність.

Кожен компресор завжди комплектується будь-яким регулюючим обладнанням. Однак при одночасній установці двох і більше компресорів відкриваються нові можливості досягнення економії. Робота старіших моделей компресорів регулюється перемикачами тиску. Принцип їх роботи заснований на перемиканні компресора на режим холостого ходу при досягненні верхнього встановленого значення тиску. В силу недостатньої чутливості цього виду регулюючого обладнання, верхнє значення тиску в установці з паралельно з'єднаними компресорами може на 1,5 бар (150 кПа) перевищувати величину необхідного тиску в системі.

Сучасні електронні регулятори тиску дозволяють досягти набагато більшої економії двома способами:

- підтримка тиску в значно вужчому діапазоні значень. Це відбувається завдяки постійному моніторингу тиску за допомогою точного датчика, що дозволяє прогнозувати момент включення і відключення компресора в залежності від швидкості зміни тиску в системі. Діапазон тиску можна підтримувати з точністю до 0,2 бар (20 кПа);
- вибір найкращої комбінації компресорів для задоволення потреби в стисненому повітрі. Це особливо ефективно при використанні комбінації установок з регульованим і нерегульованим електроприводом, що дозволяє мінімізувати час холостого ходу і зменшення режиму часткового завантаження компресорів.

Для спрощення сервісного обслуговування компресори можуть включатися послідовно з метою зрівнювання числа годин роботи. Більшість виробників пропонують системні регулюючі пристрої, які можуть контролювати не тільки вироблені ними установки, але і комбінації інших видів обладнання [1].

Використання перетворювача частоти для керування компресором дозволяє змінювати швидкість обертання приводного асинхронного двигуна в залежності від потреб користувача і забезпечує більшу енергоефективності ніж при використанні ПІ-регулятора [2] з нерегульованим по швидкості асинхронним двигуном.

При релейному керуванні компресором з частотним регулюванням швидкості обертання асинхронного двигуна сигнал з датчику тиску надходить на аналоговий вхід ПЛК, на виході якого формуються дискретні сигнали керування, які, в свою чергу, підключені до входу перетворювача частоти.

Схема підключення елементів системи керування компресорною установкою зображена на рисунку 1. На схемі зображено компресор, перетворювач частоти АВВ АСS-550, програмований логічний контролер ПЛК ОВЕН-150 І-L, датчик тиску [3].

В сучасних системах автоматичного керування все більшого поширення набувають технічні рішення, які базуються на використанні елементів нечіткої логіки. Побудова моделей об'єктів керування аналогічно тому, як вони сприймаються і оцінюються (ідентифікуються) людиною в повсякденному житті, використання їх в системах нечіткого керування з метою підвищення якості керування при зменшенні витрат ресурсів і енергії, а також забезпечення стійкості при впливі на систему різноманітних збурень, є актуальним.

В порівнянні з традиційними методами автоматизованого керування, використання нечітких систем дозволяє швидко виконувати аналіз даних і отримувати результати високої точності. Характерною особливістю вирішення задач методами нечіткої логіки є наявність деякого набору правил, що складаються із сукупності умов і висновків.

Системи з нечітким керуванням мають ряд переваг:

- 1) Скорочення кількості регуляторів при керуванні складними процесами;
- 2) Опрацювання експертних (лінгвістично сформульованих) даних.

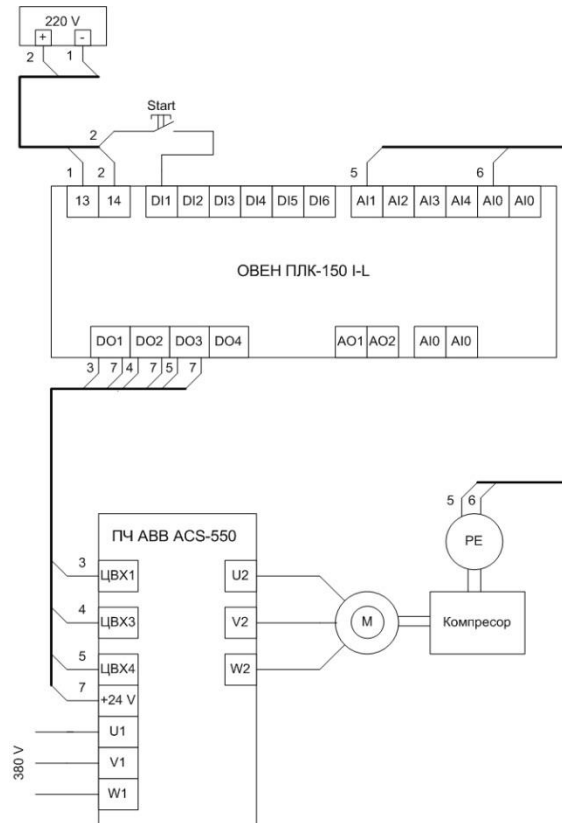


Рисунок 1 – Схема підключення елементів системи керування компресорною установкою

Основними причинами використання фазі-керування найчастіше є мала чутливість до зміни параметрів об'єкта керування. Синтез системи керування з нечіткою логікою при використанні сучасних засобів апаратної і програмної підтримки нерідко є більш простішим, аніж традиційних систем керування.

Електромеханічна система, яка забезпечує регулювання продуктивності декількох спільно працюючих компресорів є суттєво нелінійною із параметрами, що повільно змінюються в часі. У системі контролю існують різноманітні вимірювані та невідомі збурення, а параметри моделі об'єкта є нелінійною функцією робочих параметрів, які піддаються різним збуренням. Також система має інерційні характеристики.

Вимоги до системи керування компресором та її складність роблять доцільним використання фаззі-логіки. Система безпеки компресора та енергозбереження контролює вихідний тиск, що є важливим параметром і показником продуктивності при роботі компресора. На підставі нечіткої схеми прогнозування, будується узагальнена фаззі-модель об'єкта з методом інженерного налаштування, за допомогою якого вибирається операційна точка за умови вихідного тиску як нечіткої змінної. Перевіряються робочі стани кожного моменту вибору. Якщо умови роботи змінилися, за допомогою нечіткої моделі своєчасно виправляються параметри моделі прогнозування та обчислюється контрольний обсяг поточного часу відповідно до модифікованих параметрів.

Параметри моделі об'єкта повітряного компресора пов'язані з вихідним тиском, температурою, параметрами витрат та іншими невимірюваними параметрами збурень.

Таким чином, згідно з основною ідеєю нечіткого моделювання, вимірювані та невимірювані змінні розглядаються як примітивні змінні нечіткої моделі. Деякі невизначеності співвідношень між змінними та параметрами моделі компресора описуються нечіткими правилами.

З точки зору ідентифікації, чим більше отриманих передумов змінних, тим сильніше нечітка модель відображає невизначеність системи. Але з точки зору керування, забагато отриманих змінних спричиняють підвищення складності розпізнавання і не сприяють керуванню в режимі реального часу, адже іноді немає необхідності в такій високій точності.

У пневмосистемі є три робочих параметри: вихідний тиск, витрати і температура. І це також порядок прив'язаності до параметрів моделі. Крім того, коли пристрій змінює навантаження або запускається чи зупиняється, тиск на виході установки і потік додаються. Тому параметри передаточної функції можуть бути встановлені з прийняттям тиску компресора як об'єкта, а тиск навантаження може виступати як змінна передумов нечіткого правила при нечіткому моделюванні.

Отже, за допомогою методу нечіткої ідентифікації можна встановити нелінійне співвідношення між навантаженням та різними параметрами передаточної функції. Хоча така система має деякі недоліки. Досить складною є ідентифікація порядку функцій, особливо ідентифікація послідовності передатних функцій інертної зони, та ідентифікація інших параметрів [4].

Висновки. Аналіз систем керування електроприводами компресорних установок показав, що застосування регульованих по швидкості приводних асинхронних двигунів дозволяє отримати високі енергетичні показники системи. Враховуючи складність об'єкту керування, особливо при спільній роботі декількох компресорів, перспективним є використання нечітких систем керування. Для реалізації таких систем повинні використовуватись сучасні мікроконтролери. Це дозволить оптимізувати роботу всієї електромеханічної системи та підвищити її енергетичні показники

Перелік посилань

1. Энергоэффективные системы сжатого воздуха. (2009). [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://siteresources.worldbank.org/INTRUSSIANFEDERATION/Resources/305499-1291044797591/aircomp-rus.pdf>
2. Chang, Wen Ruey; Liu, Der Yeong; Chen, San Guei; and Wu, Nan Yi, "The Components and Control Methods for Implementation of Inverter-Controlled Refrigerators/Freezers" (2004). International Refrigeration and Air Conditioning Conference. Paper 696. <http://docs.lib.purdue.edu/iracc/696>
3. Бур'ян С.О., Блащук О.О. Розробка блоку керування тиском компресора на базі ПЛК (2017). [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: jour.fea.kpi.ua/article/download/131219/127068
4. Fuzzy Predictive Control of Air Compressor System. Keping Liu, Xuesheng Feng, Min Yang, Chonghe Tang, Changhong Jiang. College of Electrical & Electronic Engineering Changchun University of Technology Changchun, China (2010).