

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ В АПК

Хандола Ю. М.¹, Лисиченко М. Л.¹, Лісняк А. О.²¹Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка,
²Компанія Schneider Electric

Розглянуті можливості застосування систем регульованого електроприводу в технологічних процесах сільськогосподарського виробництва та показані реальні його переваги на прикладі вентиляційної установки з центробіжним вентилятором.

Постановка проблеми. Розвиток мікропроцесорної техніки останнім часом вносить суттєві корективи в напрямок розробки все нових керування технологічними процесами виробництва не тільки в промисловості але й у сільськогосподарському виробництві. Однак, наскільки ефективно та доцільно буде їх використовувати в технологічних процесах, які забезпечують життєдіяльність біологічних об'єктів (тварини, птиця, рослини, ін.) в умовах АПК поки ще не зовсім зрозуміло.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Робочі машини, агрегати та механізми без яких практично неможливо уявити не одне підприємство АПК пройшли довгий шлях свого розвитку перш ніж прийняли вигляд сучасного обладнання. Будь який виробничий агрегат або машина чи обладнання складається із значного числа різноманітних деталей, окремих частин та апаратів, які виконують окремі функції але всі вони у сукупності реалізують необхідний технологічний процес. Невід'ємною складовою більшості робочих машин є електропривод робочих органів. Спочатку керування електроприводу будувалось на основі простих релейних елементів, потім вони ускладнювались, що призвело до розвитку автоматизованого електроприводу. З появою можливості змінювати частоту обертання асинхронних двигунів завдяки застосуванню перетворювачів частоти з'явився регульований електропривод, який тривалий час вважався найбільш ефективним.

Останнім часом мікропроцесорні системи керування, побудовані на мікроконтролерах різного роду дозволяють перейти до наступного рівня - регульованого електроприводу.

Мета статті. Формулювання напрямів використання регульованого електроприводу в технологічних машин та обладнання в АПК.

Основні матеріали дослідження. Одним із основних технологічних процесів забезпечення параметрів навколишнього середовища в будь-якому закритому приміщенні при утриманні біологічних об'єктів є вентиляція. Відповідно норма технологічного проектування існують норми гранично допустимої концентрації шкідливих речовин у повітрі та кратність обміну повітря протягом часу. Вказані параметри контролювались зовнішніми датчиками включеними у коло зворотного зв'язку системи керування регульованого електроприводу вентилятора. Для перетворення аналогового сигналу з датчиків в цифровий сигнал для мікроконтролера та перетворювача частоти був роз-

роблений спеціальний прилад на мікропроцесорі, в який було записано допустимі норми вказаних показників. Для експериментальних досліджень було побудовано спеціальний стенд з центробіжним вентилятором Ц4-70 та пультом керування. В процесі досліджень здійснювалось примусове зовнішнє збурення подачі повітря за допомогою зміни поперечного перерізу повітрянопроводу та зміни частоти обертання електроприводу вентилятора.

Для дослідження роботи частотно-керованого асинхронного електроприводу вентиляційної установки, на кафедрі АЕМС, в авторизованій лабораторії "Шнайдер електрик", був створений лабораторний стенд (рис.1). Стенд дозволяє проводити дослідження пов'язані з вивченням пуску та частотним регулюванням швидкості електроприводу вентиляційної установки з асинхронним електродвигуном та дослідження системи керування електроприводом вентиляційної установки з автоматичним підтриманням продуктивності на основі електронного анемометра (рис.2).



Рисунок 1 – Лабораторний стенд для дослідження роботи частотно-керованого асинхронного електроприводу вентиляційної установки

Електропривод лабораторного стенда змонтований на базі вентиляційної установки Ц4-70. Управління асинхронним двигуном здійснюється від перетворювача частоти Altivar 312. Основні елементи управління: автоматичний вимикач, магнітний пуск-квач, перетворювач частоти та електронний анемометр; елементи вимірювання: амперметри, вольтмет-

ри та ватметри; силова частина – це електропривод вентиляційної установки. Вентиляційна установка укомплектована асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором, повітропроводами із заслінками та датчиком швидкості руху повітря.



Рисунок 2 – Зовнішній вигляд цифрового анемометра WSM-1R-C

Для контролю швидкості руху повітря у витяжних каналів всмоктувачів пропонується використати розроблений цифровий анемометр WSM-1R-C. Пристрій дозволяє контролювати швидкість руху повітря, а в разі його зміни передавати сигнал на перетворювач частоти, який регулює частоту обертання приводного двигуна для підтримання швидкості руху повітря в заданих межах.

Основою обраного датчика швидкості руху повітря є крильчатка з приєднаним постійним магнітом та датчик Холла. Для необхідної точності $\pm 0,1$ м/с можна вважати, що залежність вихідної електричної величини, якою в даному випадку є частота прямокутних імпульсів, від вхідної (швидкість руху повітря) є лінійною, тобто:

$$f_i = \alpha \cdot V, \quad (1)$$

де α - сталий коефіцієнт, що залежить від конструкції датчика.

Числове значення коефіцієнту знаходиться згідно формули:

$$\alpha = \frac{f_i}{V_{real}}. \quad (2)$$

Тоді швидкість руху повітря буде дорівнювати:

$$V = \frac{f_i}{\alpha}. \quad (3)$$

Для обробки отриманої з датчика інформації застосовано мікроконтроллер архітектури RISC – AT-MEGA8, (ATMEL). Для вимірювання частоти використовується інтегрований таймер/лічильник T1, що працює в режимі "захвату імпульсу". Це режим в яко-

му, таймер/лічильник працює як лічильник, з частою такту 2 МГц. При появі на вході захвату ІСР мікропроцесора активного фронту сигналу, значення лічильника зберігається в буфер, при появі наступного активного фронту від нового значення лічильника віднімається значення буферу.

Таким чином знаходиться кількість тактів лічильника за час періоду прямокутного сигналу, частота якого буде дорівнювати:

$$f = \frac{2000000}{CR - bufer}. \quad (4)$$

Для стабілізації показань швидкості, використовується алгоритм "ковзаючого середнього":

$$V_{mid} = \frac{\sum_{i=1}^{10} V_i - V_1 + V_{nom}}{CR - bufer}, \quad (5)$$

де V_i – виміряна швидкість руху повітря в повітропроводі.

Даний пристрій також має схему формування аналогового сигналу (струм 4..20 мА) на одному із своїх виходів який функціонально залежить від виміряної середньої швидкості повітря.

На стенді були проведені дослідження по регулюванню повітрообміну за допомогою зміни поперечного перерізу повітропроводу, та зміни частоти обертання приводного двигуна вентилятора.

За результатами експериментальних даних та розрахунків побудовані характеристики електроприводу при різних способах регулювання продуктивності вентиляційної установки. На рис.1 показані графіки залежності спожитої потужності від продуктивності у відсотках. З них видно, що при зменшенні продуктивності на 90 %, під час регулювання заслінками, споживання потужності зменшується на 5-10 %, а під час регулювання частоти обертання двигуна перетворювачем частоти, споживання потужності зменшується на 60 %. Також на графіку видно, що значна економія електроенергії відбувається протягом всього періоду процесу регулювання.

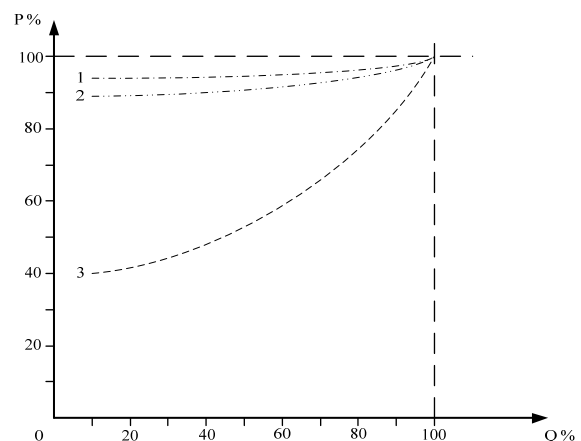


Рисунок 3 – Графіки залежності продуктивності від потужності, яка споживається з мережі

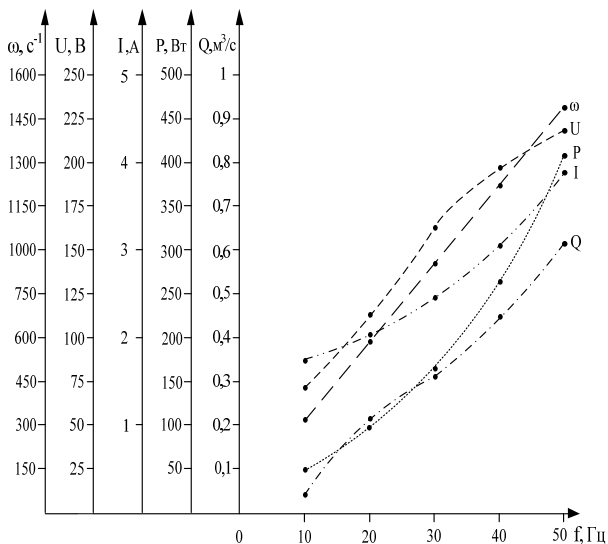


Рисунок 4 – Графіки залежності частоти обертання вала двигуна, напруги на затискачах двигуна, фазного струму, потужності, яка споживається з мережі, та продуктивності ВУ при зміні частоти струму живлення двигуна від 50 до 10 Гц.

На рис. 2 показані графіки залежності частоти обертання вала двигуна, напруги на затискачах двигуна, фазного струму, потужності, яка споживається з мережі, та продуктивності ВУ при зміні частоти струму живлення двигуна від 50 до 10 Гц. З рисунку видно, що при зменшенні частоти струму від 50 до 10 Гц, напруга зменшується в 3 рази, струм зменшується в 2 рази, потужність, яка споживається з мережі зменшується в 5 разів, частота обертання вала двигуна зменшується в 5 разів, продуктивність ВУ при цьому знижується в 15 разів. Також на графіку видно, що значна економія електроенергії відбувається протягом всього періоду процесу регулювання.

Висновки. На основі отриманих експериментальних даних побудовано залежності зміни параметрів електроприводу при різних способах регулювання та збурення. В результаті статичної обробки результатів дослідів встановлено, що при зменшенні частоти струму від 50 до 10 Гц, напруга зменшується в 3 рази, струм зменшується в 2 рази, споживана потужність з мережі знижується в 54 разів, причому, частота обертання вентилятора теж зменшується у 5 разів, що приводить до зниження продуктивності вентилятора у 15 разів.

При егулюванні частоти обертання двигуна перетворювачем частоти, споживання потужності зменшується на 60%. Дослідження електроприводу ВУ з автоматичним підтриманням швидкості руху повітря довели ефективність застосування перетворювача частоти Altivar 312 в комплекті з цифровим анемометром WSM-1R-C, датчик якого розташований у нагнітальному повітропроводі. При зменшенні перерізу повітропроводу від 100 до 25%, та сталій швидкості руху 6 м/с, потужність, яка споживається з мережі, зменшується на 30 %.

Список використаних джерел

1. Регульований електропривод. Теорія. Моделювання: Навчальний посібник / І. М. Голодний, Ю. М. Лавріненко, М. В. Синявський та ін. // За ред.. Голодного І. М. –К.: Аграр. Медіа Груп, 2012. – 513 с.
2. Jacques Schonek, Yves Nebon. Устройства защиты низкого напряжения и частотные регуляторы скорости. Библиотечка электрика (публикации компании "Шнейдер электрик") – К.: ДИА, 2011. - Вып. 13. – 36 с.
3. Энергоэффективность. Преимущества применения частотно-регулируемого привода в насосных, вентиляционных и компрессорных установках. Библиотечка электрика (публикации компании "Шнейдер Электрик"). К.: ДИА, 2010. – Вып. 12. - 32 с.
4. Бондаренко В. І. Сучасні підходи і методи викладання прикладних дисциплін при підготовці фахівців з електромеханіки / В. І. Бондаренко, А. В. Пірожок, В. В. Осадчий. // Зб. праць "Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика". – Харків: НТУ "ХП". –2010.– С.588-589.
5. Клепиков В. Б. Динамика электромеханических систем с нелинейным трением: монография / В. Б. Клепиков – Харьков: Из-во "Підручник НТУ ХП"; 2014.-408с.
6. Червінський Л. С. Регульований електропривод. Теорія. Моделювання / І. М. Голодний, Ю. М. Лавріненко, М. В. Синявський, В. В. Козирський, Л. С.Червінський, та ін. 2-е видання доп. і перероб. – К.: Аграр Медіа Груп. 2012. – 513с.

Аннотация

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА В АПК

Хандола Ю. Н., Лисиченко Н. Л., Лисняк А. А.

Рассмотрены возможности применения систем регулируемого электропривода в технологических процессах сельскохозяйственного производства и показано реальные его преимущества на примере вентиляционной установки из центробежным вентилятором.

Abstract

PROSPECTS OF APPLICATION REGULATED ELECTRIC THE AIC

Yu. Handola, M. Lysychenko, A. Lisnyak

The possibilities of application of controlled electric drive systems in the processes of agricultural production and shows the real benefits of it on the example of the ventilation installation of a centrifugal fan.