

УДК 681.5

**О.О.Назаренко , В.О.Резніков**Донецький національний технічний університет, г. Донецьк  
кафедра системного аналізу та моделювання**СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ  
АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ТІСТОМІСІЛЬНОЇ  
МАШИНИ***Анотація*

*Назаренко О.О., Резніков В.О. Система автоматичного керування режимів роботи асинхронних електродвигунів тістомісильної машини.* Наведено опис існуючого способу керування електроприводом тістомісильної машини "ПРИМА-300". Дано опис розробленої системи автоматичного керування. Приведена структура системи автоматичного контролю струмів електродвигунів

**Ключові слова:** тістомісильна машина, асинхронний електродвигун, автоматична система керування, автоматична система контролю.

**Постановка задачі.**

В якості об'єкта управління і контролю обрана тістомісильна машина "ПРИМА-300", що експлуатується в умовах Донецького хлібокомбінату № 14. На зазначеному підприємстві експлуатується три тістомісильні машини, управління якими здійснюється в ручному режимі одним оператором. Це негативно позначається на ефективності використання об'єкта управління за призначенням через втрат часу. Які обумовлені обмеженими фізичними можливостями людини при необхідності одночасного управління декількома машинами, електропривод яких складається з двох двигунів і працює як мінімум в двох режимах. Тому розробка системи автоматичного керування електроприводом тістомісильної машини, що дозволяє підвищити ефективність використання обладнання за призначенням, актуальна.

Електропривод є найбільш важливим елементом об'єкта, і тому від його надійності залежить безперебійна робота всього обладнання [1,2]. При цьому слід врахувати, що робота електроприводу тістомісильної машини характеризується досить частими пусками в умовах підвищеної запиленості. Все це негативно позначається на термінах служби електродвигунів зумовлює необхідність розробки системи контролю технічного стану електродвигунів як функціональної частини системи автоматичного управління [3].

У даній статті наведені результати розробки системи автоматичного керування режимами роботи електроприводу тістомісильної машини з функціями автоматичного контролю технічним станом асинхронних електродвигунів, що дозволяє підвищити ефективність використання обладнання за призначенням.

**Мета – спроектувати систему автоматичного керування режимів роботи асинхронних електродвигунів**, яка дозволяє проводити об'єднане планування робіт по технічному обслуговуванню та ремонту, оцінювати якість управління технологічним обладнанням.

#### Аналіз об'єкту.

Машини тістомісильна «Прима-300» призначена для замісу пшеничного, житнього та змішаного видів тіста для хлібобулочних і кондитерських виробів (у тому числі без дріжджового і дріжджового тіста для листових виробів) на підприємствах хлібопекарської промисловості.

В якості приводу місителя встановлений привід серії АІР 160 М8. Електродвигуни асинхронні типу АІР 160 М8 У3 призначені для приводу механізмів і машин в умовах помірного клімату, у категорії розміщення 3 по ГОСТ 15150-69. Потужність двигуна – 11 кВт, швидкість – 750 об/хв, номінальний струм двигуна 27,3 А. Даний привід являє собою двошвидкісний асинхронний електродвигун.

На рисунку 1 зображена схема керування швидкістю місителя, розглянемо принцип її роботи. За перемикання швидкості двигуна відповідає контактор К12.2, цей контактор має два положення мала і велика швидкості. У даній схемі врахований захист від того, щоб не могли бути включені два режими одночасно, за допомогою перевірок стану контакторів, тобто мала швидкість буде увімкнена тільки тоді, коли контакти КМ3 і КМ4 будуть розімкнуті, а велика швидкість буде включена при відключенні контактора КМ2. Таку структуру називають схемою управління двошвидкісного двигуна з перемикаючими полюсами без інверсії обертання.

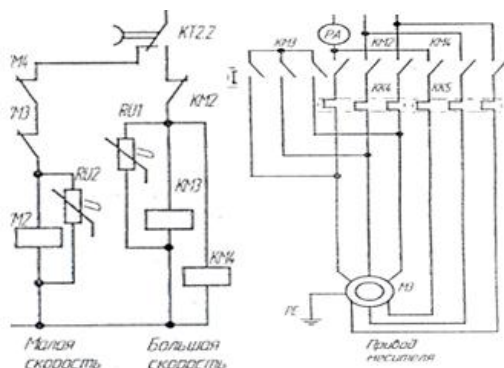


Рисунок 1 – Схема керування швидкістю місителя

В якості приводу дежівикористовується електродвигун АІР 112 МА8 – це асинхронний трифазний двигун з короткозамкненим ротором. Електродвигун АІР 112 МА8 в стандартному виконанні призначений для режиму роботи S1, від мережі змінного струму 50 Гц напругою 220/380. Кліматичне виконання і категорія розміщення У3, ступінь захисту ІР54 з типовими технічними характеристиками, відповідними вимогам стандартів. Потужність даного двигуна дорівнює 2,2 кВт, номінальний струм 6,4 А, швидкість – 750 об/хв. Схема керування цим електродвигуном позначена на рисунку 2.

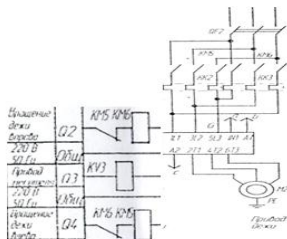


Рисунок 2 – Схема керування двигуном дежі

Реле КМ5 і КМ6 відповідають за напрямок обертання дежі, КМ6 обертання дежі вправо, КМ5 вліво. З схеми видно, що присутній захист від одночасного включення двох режимів обертання, тобто при включеному КМ6 неможливе включення КМ5 і навпаки.

### ***Система автоматичного керування режимів роботи асинхронних електродвигунів***

Поєднавши автоматичну систему управління тістомісильної машини і систему контролю режимів роботи асинхронного електродвигуна, досягається максимальний час безвідмовної роботи, при цьому система контролю заздалегідь відображає рівень накопичення пошкоджень обладнання, що дозволяє повністю захистити даний цех від позапланових простоїв.

Вимоги до системи:

а) система повинна забезпечувати синхронний запуск приводів дежі та змішувача.

б) запуск двигунів повинен здійснюватись після перевірки стану лінії подачі інгредієнтів, та після фіксації головки тістомісильної машини у нижньому положенні.

в) система повинна забезпечувати роботу машини в автоматичному та ручному режимі.

д) система повинна мати захист двигунів від перенавантаження.

ж) система повинна давати повну інформацію, що до якості керування асинхронними електродвигунами.

з) система повинна давати інформацію, що до стану асинхронних електродвигунів.

Структурна схема автоматичної системи керування тістомісильної машини представлена на рисунку 3.

За допомогою модулю MODBUS розроблена автоматична система буде синхронізована з іншими виробничими процесами. Тобто конвеєрна лінія подачі інгредієнтів не буде вмикатись, якщо контролер тістомісильної машини не буде видавати сигнал готовності машини до роботи, також змішувальній пристрій потрібно вмикати тільки якщо завершено подачу усіх інгредієнтів.

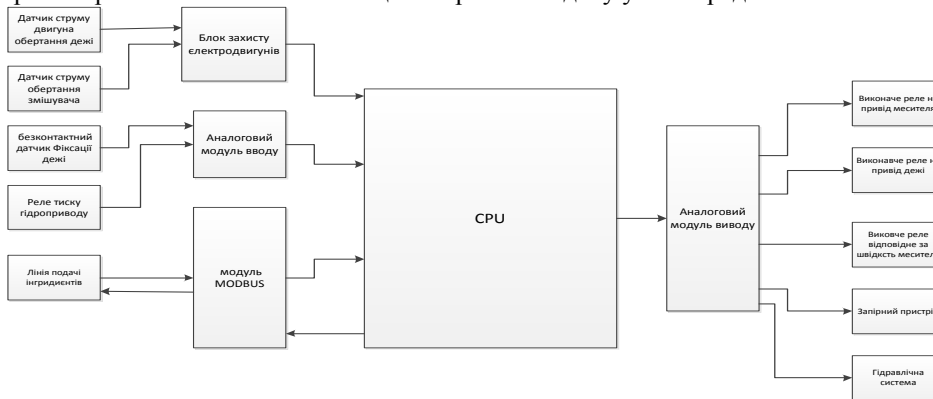


Рисунок 3 – Структурна схема автоматичної системи керування тістомісильної машини

### Вибір системи контролю

Аналіз робіт по надійності асинхронних [4, 5, 6] електродвигунів з короткозамкненим ротором показує, що основними причинами їх відмов:

- межвіткове, міжфазні та корпусні замикання обмоток статора,
- дефекти підшипників,
- зміна повітряного зазору між статором і ротором.

Але при цьому визначальними з точки зору надійності є різні дефекти обмоток статора.

Контрольовані струми в обмотках статорів електродвигунів можна використовувати в якості інформативних ознак для прогнозування технічного стану обладнання, приводами якого є асинхронні електродвигуни [7,8].

У якості блока захисту вибрана система СТКЗ (Система телеконтролю та захисту електродвигуна). Система телеконтролю та захисту електродвигуна призначена для контролю робочих параметрів і захисту від перевантажень електродвигунів, які працюють у розподільчих мережах змінного струму напругою. Передача даних по іскробезпечним ланцюгах віділеної пари лінії зв'язку (ЛЗ) диспетчерові на комп'ютер, реєстрації та зберігання даних з наступним переглядом і аналізом.

Система телеконтролю СТКЗ являє собою програмно-апаратний комплекс, що складається з двох основних частин:

- а) блоку захисту і передачі даних (БЗПІ) і блоку прийому інформації (БПІ), які з'єднуються між собою виділеною парою лінії зв'язку;
- б) програмного забезпечення.

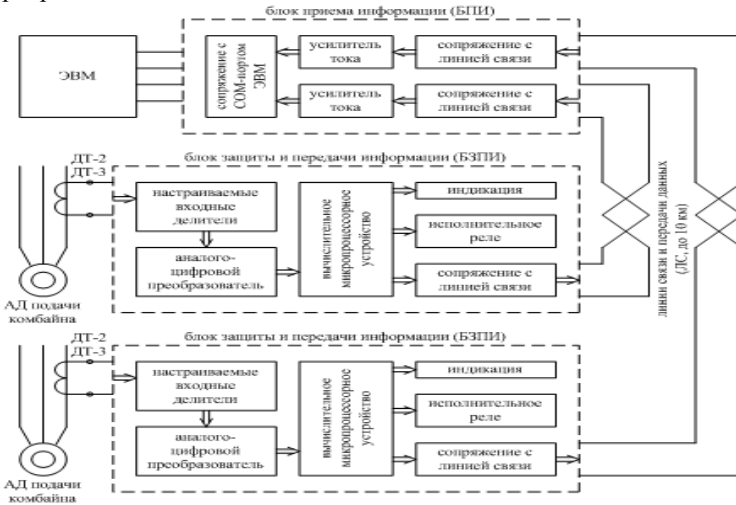


Рисунок 4 – Структурна схема системи СТКЗ

Блок захисту і передачі інформації (БЗПІ) призначений для зняття сигналу з датчика струму типу ДТ електродвигуна різання очисного комбайна, його обробки і передачі даних у вигляді пакетів по виділеній парі лінії зв'язку на блок прийому інформації. Також БЗПІ призначений для захисту електродвигуна від перевантаження шляхом видачі сигналу на відключення живильного комутаційного апарату і сигналізації про спрацьовування. Тому з початку сигнал від датчиків поступає на входні подільники, за допомогою чого формується сигнал до АЦП, який здійснює передачу інформацію до вчислювального мікропроцесорного пристрою у цифровому вигляді. Мікропроцесорний пристрій формує пакети інформації у належному виді, а також подає сигнал на індикацію, що відображує стан двигуна (увімкнений/вимкнений). Виконуюче реле дозволяє виконувати аварійне вимкнення електродвигуна при перевантажуваннях. Сформовані пакети інформації передаються за допомогою екранованої виті пари до блоку прийому інформації.

Блок прийому інформації (БПІ) призначений для узгодження та забезпечення зв'язку блоків захисту електродвигуна та передачі інформації (БЗПІ) з комп'ютером диспетчера. За допомогою застосування даного блоку по іскробезпечним ланцюгах лінії зв'язку організується передача інформації від комп'ютера до блоків і прийом інформації комп'ютером від блоків. Отримана

інформація з блоку БЗП проходить через посилювач току за для того щоб сигнали було можливо передавати через СОМ-порт БПІ на СОМ-порткомп'ютеру. Встановлюється блок БПІ безпосередньо біля комп'ютера диспетчера.

У даній роботі розглядається подання струмових характеристик у вигляді співвідношення поточного струму до номінального, що дає наочне уявлення даних незалежно від характеристик того чи іншого двигуна. Алгоритм представлений на рисунку 5. З даного алгоритму видно, що на початку користувач задає крок  $t$ , з яким будуть збиратися дані,  $t_p$  – час збору інформації для обробки, можна використовувати час роботи однієї зміни. Так само задається значення номінального струму  $I_{н}$ , згідно паспорту двигуна.

Наступним етапом є запуск циклу, який працює заданий користувачем час. У циклі відбувається зчитування поточних значень струмів і напруг трифазного асинхронного електродвигуна. «Блок 1» служить для підготовки зчитувальних даних, тобто розраховуються відношення поточних значень струмів до номінальних. «Блок 2» призначений для розподілу отриманих результатів із «Блоку 1» на 10 інтервалів, тобто в цьому блоці відбувається порівняння струмових характеристик. Даний блок потрібен для підготовки даних до побудови діаграм. Так само в цьому блоці передбачений підрахунок кількості пусків і перекидань електродвигуна. Для підбиття підсумків по зібраній інформації призначено «Блок 3», в якому проводиться розрахунок середніх значень за час роботи одного циклу збору інформації.

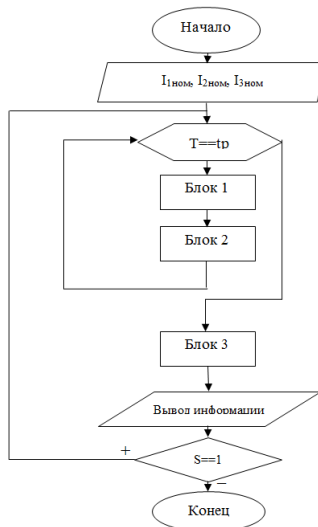


Рисунок 5 – Блок схема обробки інформації

Блок виведення інформації необхідний для збереження інформації та підготовки даних до висновку. Виведення інформації здійснюється при запиті

користувача, інформація подається у вигляді таблиць, але при бажанні користувач може викликати вікно відображає інформацію у вигляді гістограм. До кожної таблиці є прив'язка інформації про дату, зміни, номер БЗП. Таким чином таблиця має інформаційний характер, оскільки дає можливість зіставити наведені в ній дані з отриманими результатами і конкретними умовами роботи.

Приклади виведення інформації на екран. Першою таблицею, є таблиця навантаження електроприводів, в якій  $n_{к.1}$ ,  $n_{к.2}$ ,  $n_{к.3}$  – число пусків (перевантажень) двигунів,  $t$  – час перебування двигуна в певному діапазоні,  $I_{к.1}/I_{к.1ном}$  – коефіцієнт відношення реального струму до номінальному. З цієї таблиці в програмі передбачено побудову гістограм рисунок 6.

Таблиця 1 – Таблица навантаження електроприводів

Дата:					
$I_{к.1}/I_{к.1ном}$	t,мин	$I_{к.2}/I_{к.2ном}$	t,мин	$I_{к.3}/I_{к.3ном}$	t,мин
1,4-1,5		1,4-1,5		1,4-1,5	
1,3-1,4		1,3-1,4		1,3-1,4	
1,2-1,3		1,2-1,3		1,2-1,3	
1,1-1,2		1,1-1,2		1,1-1,2	
1,0-1,1		1,0-1,1		1,0-1,1	
0,9-1,0		0,9-1,0		0,9-1,0	
0,8-0,9		0,8-0,9		0,8-0,9	
0,7-0,8		0,7-0,8		0,7-0,8	
0,6-0,7		0,6-0,7		0,6-0,7	
0,5-0,6		0,5-0,6		0,5-0,6	
$n_{к.1}$		$n_{к.2}$		$n_{к.3}$	



Рисунок 6 – Гістограма навантаження першого електродвигуна

Для відображення параметра перевантаження введена спеціальна таблиця «Перевантаження приводу», що відображає дату, зміну і параметри перевантажень двигунів див.табл.2.

Таблиця 2 – Таблиця ітогован інформація.

Дата	Зміна	$I_{змішувача}, A$	$I_{дежі}, A$	$T_p, \text{мин}$
16/06/2013	денна	25	28	480

**Висновки:** Завдяки спроектованій системі автоматичного керування режимами асинхронних електродвигунів, можемо не тільки керувати тістомісильною машиною, а також контролювати станом електродвигунів машини і контролювати якість керування обладнанням.

### Список літератури

1. Таран В.П. Диагностирование электрооборудования. – Киев:Техніка, 1983. – 200с.
2. Гемке Р.Г. Неисправности электрических машин. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 336 с.
3. Надежность асинхронных электродвигателей / Под ред. Б.Н. Ванеева. – Киев: Техніка, 1984. – 143с.
4. Котеленец Н.Ф. и др. Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин: Учебник для вузов. – М.: Академия, 2003 – 394с.
5. Ванеев Б.Н. О проблеме надежности асинхронных двигателей // Уголь Украины. – 1996. - №1. – С. 37-40.
6. Здор И.Е., Мосьпан В.А., Родьман Д.И. Анализ методов диагностики асинхронных короткозамкнутых двигателей // Научные труды Кременчугского государственного политехнического университета «Проблемы созданий новых машин и технологий», 1998, вып2. – С. 65-70.
7. Гольдберт А.Д., Абдулаев И.М., Абиев А.Н. Автоматизация контроля параметров и диагностика асинхронных двигателей. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 160 с.
8. Когаев В.П. Расчёты на прочность при напряжениях, переменных во времени. – М.: Машиностроение, 1993. – 364 с.
9. Иосилевич Г.В. Концентрация напряжений и деформаций в деталях машин. – М.: Машиностроение, 1981. – 287 с.
10. Надёжность в машиностроении: Справочник / Под ред. В.В. Шашкина и Г.П. Корзова. – СПб.: Политехника, 1992 – 719 с.