

## ТЕПЛОВИЙ ЗАХИСТ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ГІРНИЧИХ МАШИН.

*Розглянуті існуючі схеми захисту асинхронних двигунів та запропоновано нову схему теплового захисту. Проведено аналіз нової схеми при різних режимах роботи електродвигуна.*

**Постановка проблеми.** Збільшення продуктивності гірничих машин, на сучасному етапі, забезпечується зростанням потужності їх електроприводів. Так сумарна потужність вітчизняного вугільного комбайна КДК700 досягає 830 кВт, а забійного конвеєра СПЦ334П-750 кВт. Зростання одиничної потужності електродвигунів став можливий із застосуванням нових електротехнічних матеріалів і технологій. Пристрої захисту вже не відповідають сучасним вимогам до електроприводів високонавантажених гірничих машин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Нормативно- правовим актом з охорони праці [1] передбачено забезпечення електродвигунів пристроями захисту від струмів превантаження або від перегріву, для електродвигунів які працюють в режимі екстрених перевантажень - від опрокидування та несклавшегося пуску. Аналіз ушкоджень електродвигунів вугільних комбайнів[3,6], та забійних конвеєрів показує що біля 80% ушкоджень припадає на обвитку статора і підшипниковий вузол. Діаграма розподілу ушкоджень представлена на рис. 1.

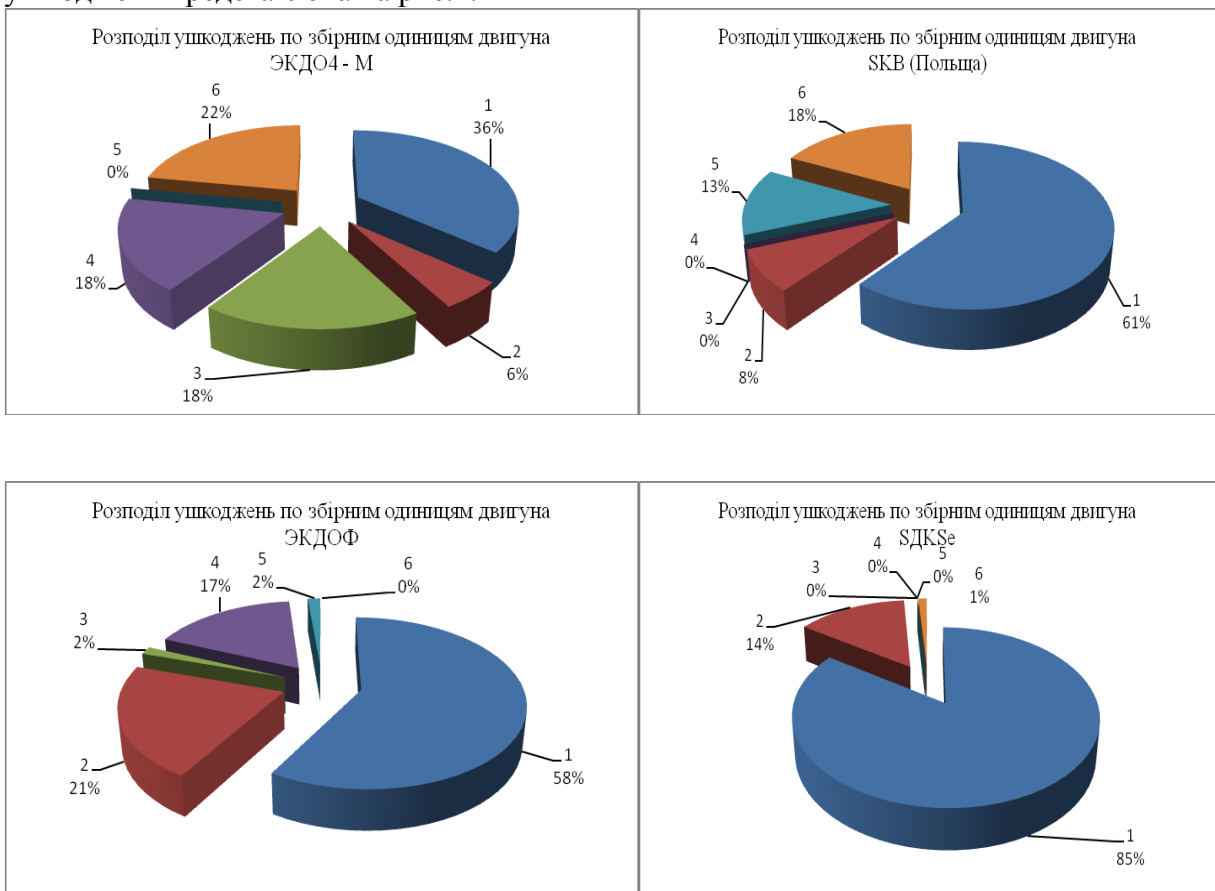


Рис.1 Діаграма розподілу ушкоджень комбайнових і конвеєрних двигунів:  
1-обвитка статора, 2-підшипниковий вузол, 3-ротор, 4-коробка виводів,  
5-система охолодження, 6-вал.

Методи захисту та технічні характеристики пристроїв добре представлено [2,5]. Сучасні пристрої захисту [4] мають високу надійність роботи, але реалізують відомі алгоритми та методи.

Метою нашого дослідження є аналіз проблеми захисту асинхронних електродвигунів і на підставі аналізу різних підходів обґрунтувати власний диференціальний метод визначення теплового стану обвитки. Сутність цього методу полягає в тому, що дія термочутливих елементів на виконавчий орган виявляється залежною не тільки від температури обвитки, кута зсуву між струмом та напругою, величини струму, але і від швидкості зростання температури обвитки.

Застосування таких нових вистроєностей теплового захисту дозволяє в значній мірі компенсувати динамічну похибку вимірювання температури за будь-яких перевантаженнях автоматичним корегуванням уставки спрацьовування виконавчого органу.

Виклад основного матеріалу.

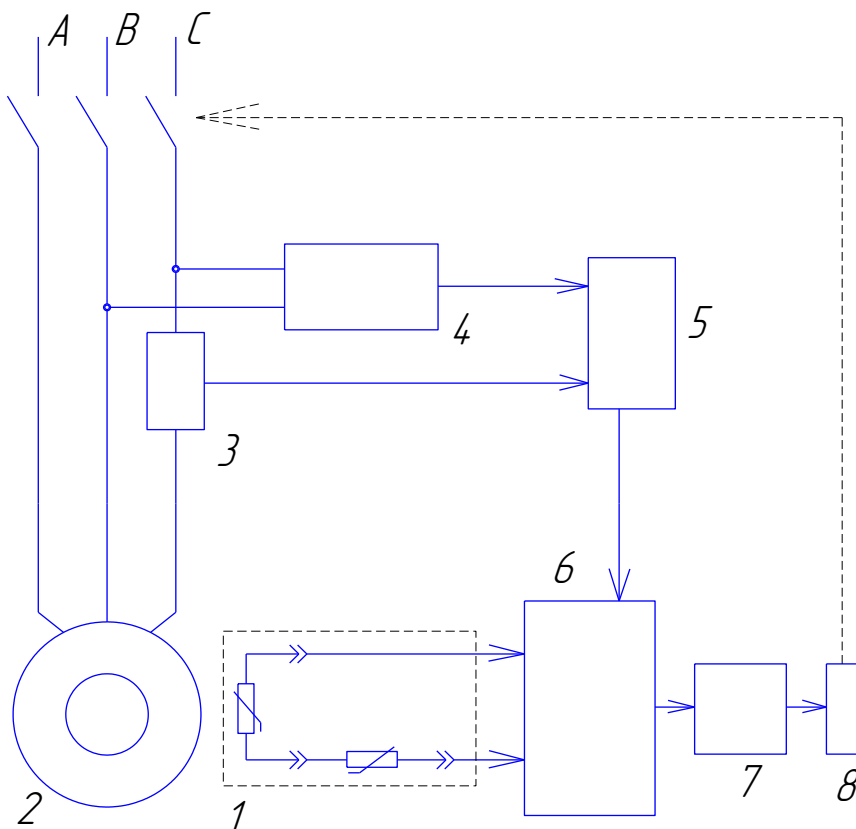


Рис.2. Структурна схема теплового захисту електроприводу гірничої машини. Експлуатація електродвигунів в підземних електричних мережах вугільних шахт в умовах взривоопасности потребує забезпечення їх надійними удосконаленими пристроями захисту від ненормальних режимів та перевантажень.

. Для пояснення принципу створення схеми захисту рзглянемо структурну схему представлену на рис.2. Термочутлива ділянка-1, яка складається з двох термісторів, один із них установлено в обвитці статора а другий в підшипниковому щіті електродвигуна 2, підключена до перетворювача 6. При включенні електропривода в роботу з датчика струму 3 увімкненого у фазу С та з датчика напруги 4 увімкненого у фази В та С , які живлять електродвигун 2, через суматор 5 на блок перетворювача 6 подається сигнал пропорційний активному струму, споживаному електроприводом. При цьому, в залежності від навантаження на електродвигун 2 по термочутливій ділянці 1 від блока перетворювача 3 протікає більший або менший активний струм пропорційний навантаженню на валу двигуна. З перетворювача 3 на вимірювальний блок 7 подається струм, результуюче значення якого залежить від трьох параметрів: діючого значення споживаного струму; куту зсуву  $\varphi$  між струмом та напругою; опору термісторів, який залежить як від температур обвиток і підшипникового щита так і від струму саморозігріву. Від результуючого струму заряджається накопичувальний конденсатор. Якщо, напруга на ньому перевищує установлений поріг, спрацьовує виконавчий орган 8. Двигун відключається від мережі.

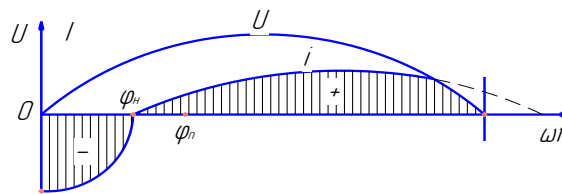


Рис.3 Номінальне навантаження.

При номінальному навантаженні(рис.3) на електропривод, коли швидкість наростання температури обвиток мала, по термочутливій ділянці 1 протікає активний струм, який не визиває саморозігріву термісторів. При номінальному навантаженні значення струму дорівнює номінальному, кут зсуву фази  $\varphi$  дорівнює номінальному  $\varphi_n$ . Зростання величини струму в вимірювальному контурі 7 забезпечується тільки за рахунок зміни опору термістора, яке відповідає температурі обвитки електродвигуна. За певний час роботи електродвигуна в цьому режимі на накопичувальному конденсаторі напруга робочої полярності досягне величини порогу. Спрацьовує виконавчий орган 8, який відключає електродвигун від мережі.

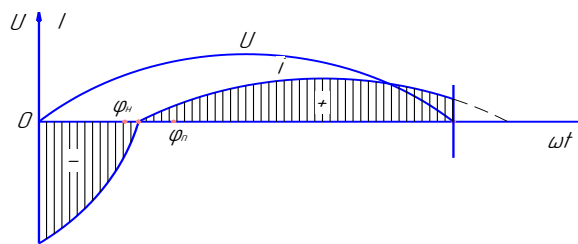


Рис.4 Середнє навантаження.

При середніх навантаженнях (рис. 4) збільшується струм перевантаження, кут зсуву фаз більше номінального. При цих навантаженнях збільшується швидкість зростання температури обвиток електродвигуна, а температура корпусу термістора відстає. Зростає динамічна похибка термісторів. Активний струм в термочутливій ділянці 1 зростає, відбувається додатковий нагрів термісторів, чим і забезпечується компенсація динамічної похибки. Зростання напруги на накопичувальному конденсаторі в цьому випадку забезпечується: збільшенням струму перевантаження, збільшенням кута зсуву фаз  $\varphi$ , зменшенням опору термісторів . Величина напруги на накопичувальному конденсаторі відповідає температурному станом обвитки та підшипниковому щиту. При збільшенні перевантаження на напругу накопичувального конденсатора впливає подальше зростання струму , зсуву фаз і зменшення опору термісторів.

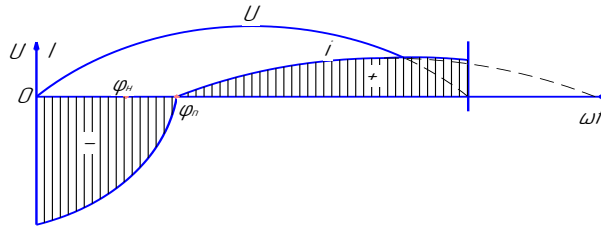


Рис.5 Тривалий пуск.

При тривалому пуску чи перекиданні електродвигуна (рис. 5) пусковий струм електродвигуна перевищує номінальний в кілька разів. Зсув фази більше номінального в 2-2.5 рази. Для обмеження пускового струму паралельно затискачів трансформатора струму включені обмежують стабілітрони. Цим досягається відповідність між швидкістю зростання температури обмоток електродвигуна і напругою на накопичувальному конденсаторі.

Таким чином, захисна характеристика пристрою відповідає температурному станом обмоток у всіх режимах роботи електродвигуна.

## Висновки та напрямок роботи.

1. Врахування кута зсуву між струмом і напругою споживаними електродвигуном дозволяє визначати режими роботи електропривода.
2. Додатковий підігрів термочутливої ділянки активним струмом споживаним асинхронним двигуном, забезпечує компенсацію динамічної похибки у визначенні температури обвитки.
3. Запропонована схема асинхронного електродвигуна забезпечує захист у всіх режимах роботи електропривода, особливо в режимах з великою швидкістю наростання температури обмоток.
4. Відрізняється простотою та потребує незначних змін в існуючих схемах релейного захисту і автоматики.
5. В теперішній час ведуться роботи по розширенню функціональних можливостей, з врахуванням появи нових термочутливих елементів.

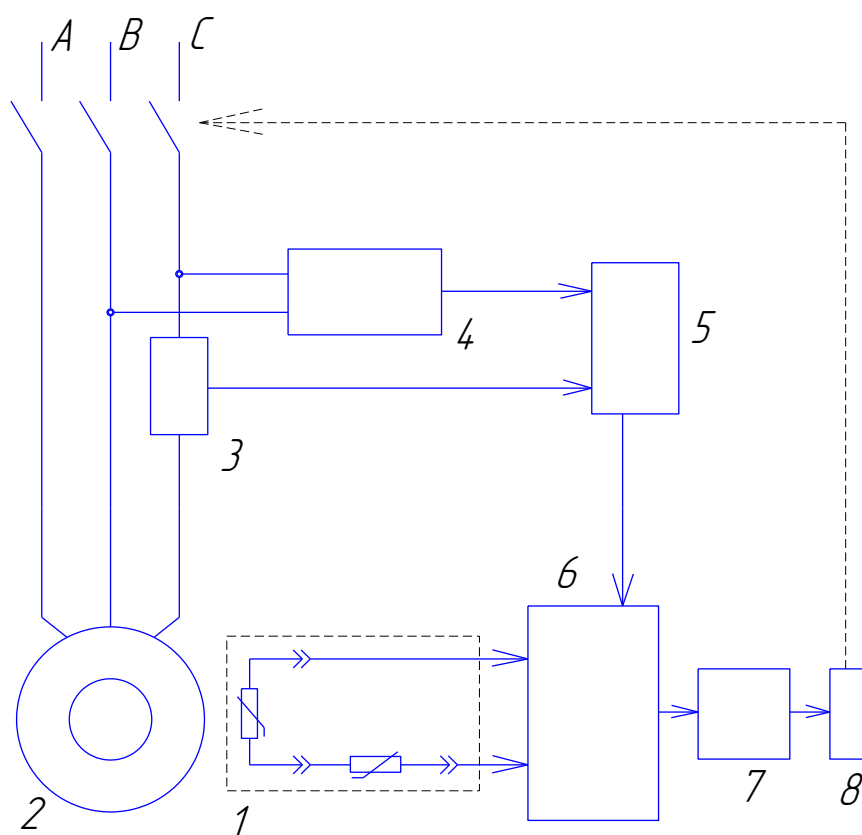
## Література:

1. НПАОП 10.0-1.01-05. Правила безпеки у вугільних шахтах. –Луганск: ДП ЛЕТЦ, 2005.-399с.
2. Федосеев А.М. Релейная защита электроэнергетических систем. Релейная защита: Учеб. пособие для вузов.-М.: Энергоатомиздат, 1984,-520с.
3. Захарченко П.И., Ширшин И.Г., Ванев Б.Д., Гостцев В.М. Обеспечение надёжности асинхронных двигателей.-Донецк.: УкрНИИВЭ, 1998-324с.
4. Савицкий В.Н., Белошистов А.И., Савицкий А.В. Микропроцессорные защиты от аварийных режимов распределительных сетей напряжением до 1200В.// Уголь Украины.- 2009.-№3.-С.21-25.

5.Справочник энергетика угольной шахты: В 2т./ ВанеевБ.Н. -Донецк: ООО «Юго-Восток,Лтд», 2001.-440с.

6.Ванеев Б.Н., Гостищев В.М. Эксплуатационная надежность взрывозащищенного и рудничного электрооборудования.// Уголь Украины.- 2008.-№6.С20-23.

7. А.С. № 1436176 СССР МКИ<sup>3</sup> Н 02Р 7/08, 5/04.Устройство для температурной защиты асинхронного электродвигателя // И.И. Коваленко, В.И. Чернышев, О.И. Коваленко, Оpub. 7.11.1988. Бюлл. № 41 - 2 с.



Переменный ток в

контуре проходит в течение одного полупериода, совпадающего по времени с полупериодом напряжения сети. Так как ток асинхронного электродвигателя отстаёт от напряжения на угол  $\varphi$ , то ток в течение полупериода изменяет направление. В первую часть полупериода ток проходит через термистор с диодом, во вторую – через регулируемый резистор с диодом. Напряжение на накопительном конденсаторе пропорционально алгебраической сумме этих токов и зависит от сопротивления термистора, от угла сдвига фазы тока, величины тока. Этим обеспечивается равная температурная чувствительность во всех режимах перегрузки: номинальной, средней, большой, затянувшегося пуска и опрокидывание электродвигателя. Процессы в накопительном конденсаторе

представлены на рис.2, рис. 3, рис. 4.