

МОДЕЛЮВАННЯ К.З. В МЕРЕЖІ АСИНХРОНОГО ДВИГУНА

Дулін І.А., студент; Ковальова І.В., асистент

(Донецький національний технічний університет, м. Донецьк, Україна)

Електротехнічний комплекс шахтної ділянки представляє собою сукупність кабельних ліній, асинхронних двигунів (АД) споживачів, комутаційної апаратури та діляничної трансформаторної підстанції (ТП) (рис. 1). Тяжкі умови експлуатації – обмежені розміри виробок, висока вологість, значний зміст вугільного пилу в атмосфері, а також не стаціонарність роботи технологічного обладнання – призводять до частих механічних ушкоджень кабелів живлення, що, у свою чергу, є причиною виникнення таких небезпечних аварійних станів, як короткі замикання (к.з.).

Струм короткого замикання, обумовлений напругою джерела, обмежується активними та індуктивними опорами джерела і ділянки електромережі (наприклад, кабелю) до точки к.з. З огляду на те, що зазначені опори мають у край малі значення, величина струму к.з. може досягти декількох тисяч Ампер. А існуюча тенденція до підвищення номінальної напруги живлення та зниження електричного опору силових кіл електрообладнання (застосування трансформаторних підстанцій та АД підвищеної потужності, гнучких кабелів підвищеного перерізу) ще більш сприяє збільшенню струмів короткого замикання. Виділена при цьому теплова енергія може не тільки призвести до пошкодження електрообладнання, але й викликати пожежу або вибух метано-повітряної суміші.

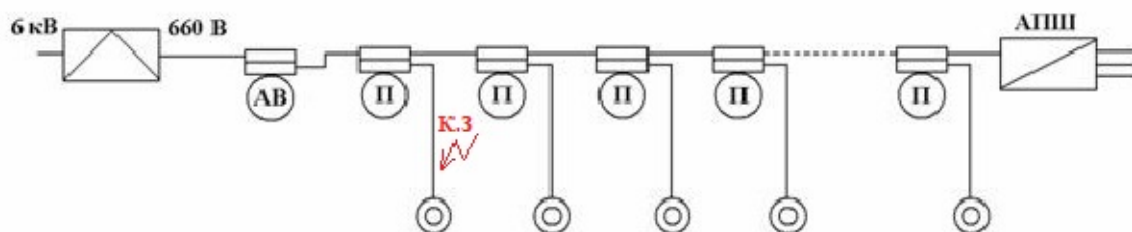


Рисунок 1 – Принципова схема діляничної мережі

Засоби максимального струмового захисту, якими оснащена вся комутаційна апаратура шахтної ділянки, виконують захисне відключення у час, відповідно до нормативних документів [1]. Проте аварійний стан при цьому продовжує підтримуватись зворотною ЕРС обертання АД раніш ввімкнених споживачів, які переходять до режиму вибігу.

Сучасна теорія короткого замикання не враховує процеси, які протікають у кабелі живлення асинхронного двигуна після захисного відключення напруги живлення зі сторони трансформаторної підстанції. Тому дослідження перехідних процесів при виникненні к.з. в живлячому кабелі АД з урахуванням впливу його зворотно ЕРС обертання представляється актуальним.

Практичний інтерес представляє процес зміни струму в місці пошкодження кабеля живлення за наявності наступних видів замикань: трифазне симетричне к.з., двофазне к.з. та однофазне замикання на землю.

На рис.2 наведена схема заміщення діляничної мережі, прийнята для моделювання: E_a, E_b, E_c – ЕДС фаз трансформатора; I_a, I_b, I_c – струми фаз

трансформатора; Z_{mp} – повний опір фази трансформатора; Z_k – повний опір фази кабельної лінії; Z_H – повний опір фази навантаження.

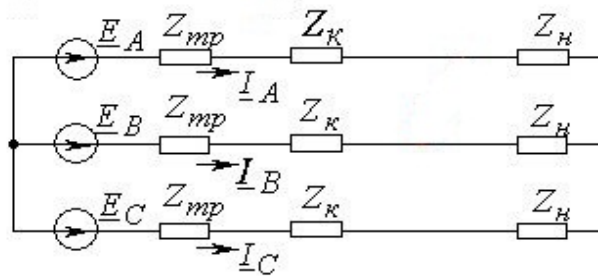


Рисунок 2 - Схема заміщення найпростішої дільничної мережі

Процеси, що відбуваються в мережі АД при короткому замиканні, можуть бути досліджені засобами комп'ютерного моделювання. Скористаємося розширенням SimPowerSystem системи MATLAB.

На рис. 3 представлена відповідна SimPowerSystem-модель, що складається з наступних частин:

1. Вторинна обмотка рудничної трансформаторної підстанції - ТСВП–630 ($R_{mp} = 0,017\text{Ом}$, $X_{mp} = 0,0776\text{ Ом}$);
2. Кабельна лінія довжиною 200 м (кабель марки КГЕШ 3*50, $R_k = 0,394\text{Ом/км}$, $L_k = 0,26 \cdot 10^{-3}\text{ Гн/км}$, $C_k = 0,67 \cdot 10^{-6}\text{ Ф/км}$);
3. Асинхронний двигун (1ЭКВ3,5-200, $U_H = 660\text{В}$, $P_H = 200\text{кВт}$);
4. Автоматичний вимикач ($t_{cp} = 2\text{мс}$).

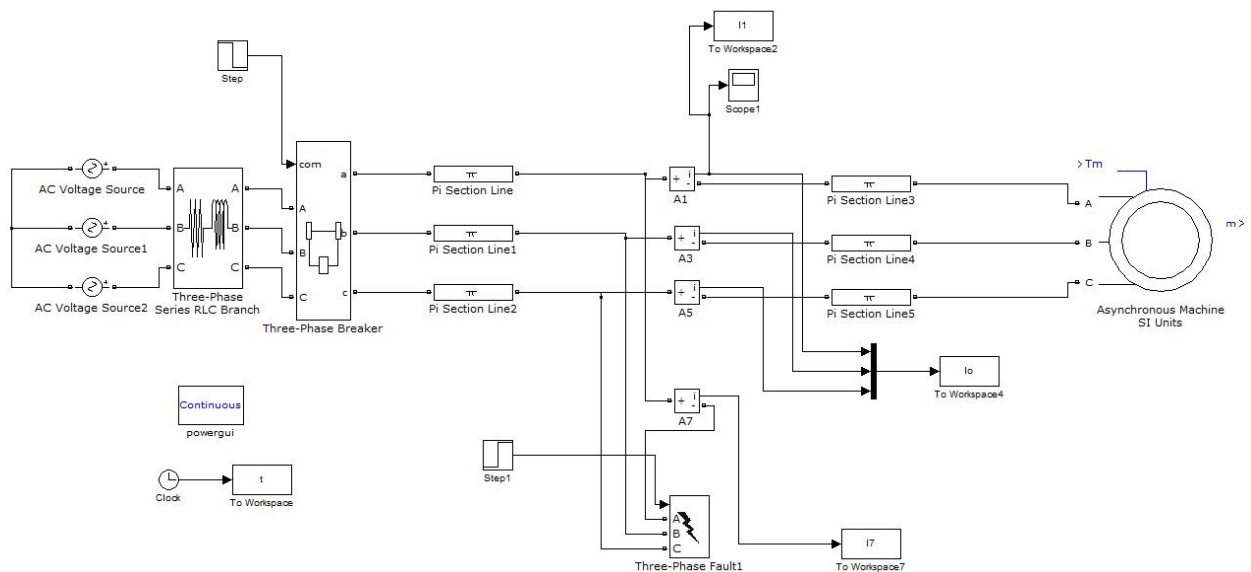


Рисунок 3 - SimPowerSystem-модель дільничної мережі, прийнята для дослідження перехідних процесів при виникненні коротких замикань

Були промодельовані 3 види к.з. і отримані відповідні залежності зміни струму в місці ушкодження:

1. Трифазне к.з. – струм к.з. у фазі А виміряний амперметром А1 (рис. 4);
2. Двофазне к.з. між фазами А і В - струми к.з. виміряні: у фазі А – амперметр А1, у фазі В – амперметр А3, та фазі С – амперметр А5(рис. 5);
3. Однофазне к.з. (фаза А) на землю - струм к.з. в колі замикання виміряний – амперметром А7 (рис. 6).

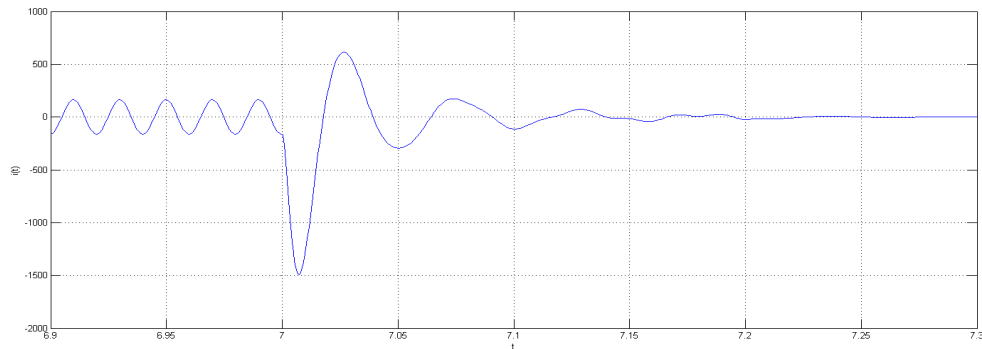


Рисунок 4 – струм к.з. у фазі А при трифазному к.з. (амперметр А1)

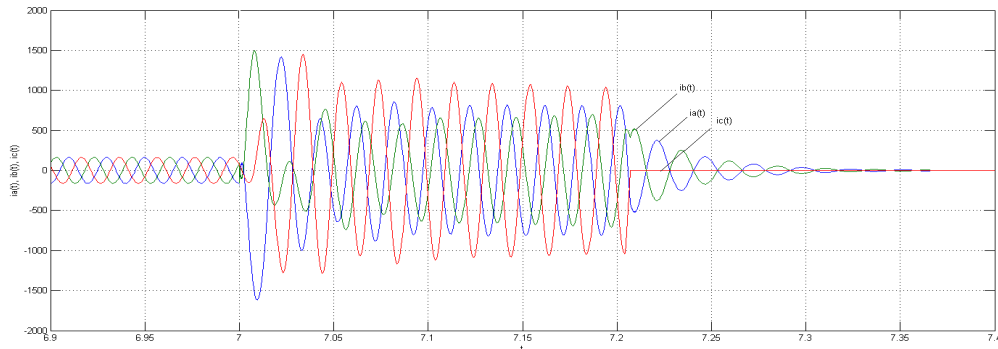


Рисунок 5 – струм к.з. у фазах А, В, С при двофазному к.з. між фазами А і В (амперметри А1, А3, А5)

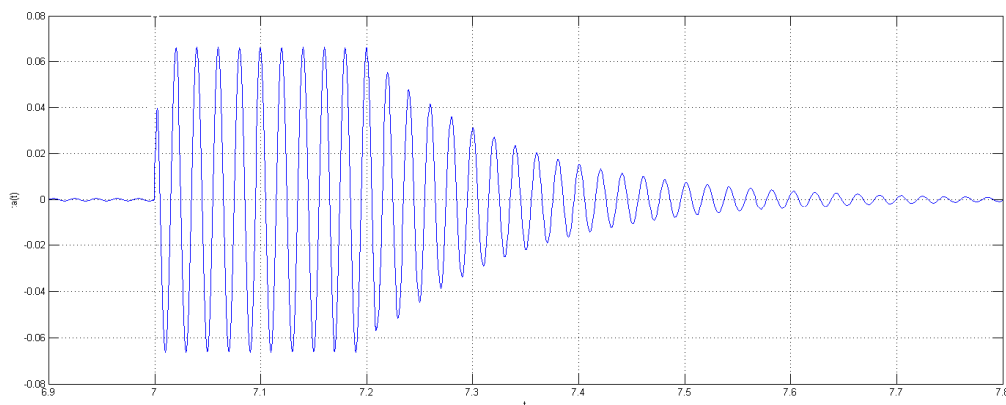


Рисунок 6 – струм к.з. в аварійному колі при однофазному к.з. фази А на землю (амперметр А7)

В результаті виконаних досліджень комп'ютерної моделі шахтної дільничної мережі встановлений характер зміни складової струму к.з., обумовленої дією ЕРС обертання АД, що був ввімкнений в аварійному приєднанні. Перехідний процес супроводжується інтенсивним підвищенням струму в місці пошкодження з подальшим зниженням за амплітудою (за експоненціальним законом) та частотою.

Наведена модель дозволяє аналізувати процеси при зміні параметрів об'єкта дослідження (довжина кабельної лінії, потужність ТП і АД та ін.).

Перелік посилань

1. Правила безпеки у вугільних шахтах: затверджено наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 22.03.2010 N 62. – К., 2010.