

Оскільки у роторному колі працюють джерела електричної енергії різної частоти (ротор, мережа), то взаємодію їх організовано на постійному струмі (діодні мости $UM1$ та $UM2$). Для комутації діодів роторного моста $UM1$ (щоб випрямлений струм i_{d0} протікав по обмотках ротора), введено тиристорний перетворювач $UM3$, що працює в інверторному режимі зі сталим кутом β випередження вмикання вентилів, забезпечуючи умову:

$$k_{ce} E_{2T} \cos \beta > k_{ce} E_{PH}, \quad (1)$$

де E_{2T}, E_{PH} – величини вторинної е.р.с. трансформатора TM та номінальної АМ ФР;

k_{ce} – коефіцієнт підсилення за напругою мостової схеми випрямлення ($k_{ce} = 1.28 \div 1.35$).

Таким чином, роторний діодний випрямляч $UM1$ разом з перетворювачем $UM3$ виконують роль інвертора, що «ведеться» роторними е.р.с. АМ ФР.

Для забезпечення процесів регулювання рівня струму від ДС, що примусово вводиться у роторні обмотки АМ ФР, використано релейний регулятор на $IGBT$ транзисторі VT , який шунтує вихід ДС на постійному струмі. При його ввімкненому стані весь струм i_{d0} посилюється у роторні кола машин, а при ввімкненому – замикається на VT . Струм від роторних е.р.с. у цьому випадку замикається через діод $VD2$ і резистор R з великим значенням його опору. Таким чином VT , що керується сигналом похибки ($U_{\omega} - U_n$) рівня фактичної швидкості від заданої, виконує роль одночасно роль і регулятора струму роторів, і регулятора швидкості.

Процес вирівнювання швидкості двох (і більше) АМ ФР протікає таким чином. Якщо машини працюють в ідентичних умовах, випрямлений струм i_{d0} розподіляється між роторними обмотками рівномірно, забезпечуючи однакове значення величини і фази роторних е.р.с. При зміні стану АМ ФР (дії різних збурень), наприклад, збільшення навантаження на вал однієї з машин (першої), її роторна е.р.с. займає по відношенню до інших більш випереджаюче положення. Цим вона забезпечує, з однієї сторони, «перетікання» струму від другої машини (зрівняльного) до неї

$$I_{\text{зр}} = \frac{E_{p1} - E_{p2}}{2z_p}, \quad (2)$$

де E_{p1}, E_{p2} – величини роторних е.р.с. АМ ФР;

z_p – величина повного опору роторної обмотки,

а з іншого – більш раннє відкриття відповідних діодів моста $UM1$ для цієї машини та «перехоплення» більшої частини зовнішнього струму i_{d0} . За рахунок зменшення зовнішнього струму i_{d0} в обмотках другої машини і генераторного (гальмівного) ефекту від зрівняльного струму друга машина також зменшує швидкість одночасно з першою (від збільшеного навантаження на вал). Цей процес буде продовжуватись до нового стану рівноваги, коли сума струмів, зрівняльного і зовнішнього, взаємодіючи з магнітними потоками, не врівноважить дію збільшеного моменту навантаження на валу першої машини. Оскільки АМ ФР є складними електромеханічними об'єктами, у яких працюють два види енергії (електромагнітної та механічної) з можливістю взаємного перетворення, то описаний вище процес носить коливальний характер (див. рис. 2) з власною частотою:

$$\omega_k = \sqrt{\frac{(J_1 + J_2) \dot{M}_{\text{зр}}}{J_1 J_2}}, \quad (3)$$

де J_1, J_2 – величини моментів інерції на валах АМ ФР;

$\dot{M}_{\text{зр}}$ – величина питомого зрівняльного моменту ($\dot{M}_{\text{зр}} = \partial M_{\text{зр}} / \partial \Theta$);

Θ – величина кута розузгодження в положеннях валів окремих машин ($\Theta = \int (\omega_1 - \omega_2) dt$).

Як показують результати досліджень (рис. 2 – пуск до швидкості 10 c^{-1} , у момент часу 0.15 c накид навантаження на першу машину, у момент часу 0.35 c накид навантаження на другу машину, у момент часу 0.7 c розгін до швидкості 60 c^{-1}), розроблений ЕП дозволяє формувати раціональну динаміку та стабілізувати швидкість на любому рівні.

Висновки. Запропоновані рішення забезпечують взаємодію асинхронних ЕП, що рознесені у просторі, для збереження однакової швидкості на різних рівнях та перебуванні у синхронізмі і у динамічних режимах.

Оскільки вся енергія, що забирається з мережі, реалізується в механічну на валу машин, то такий електропривод є енергозберігаючим.

Література.

І.Ф. Унгру, Г.Иордан. Системы согласованного вращения асинхронных электродвигателей. – Энергия, Ленинградское отделение. 1971. – 182 с.

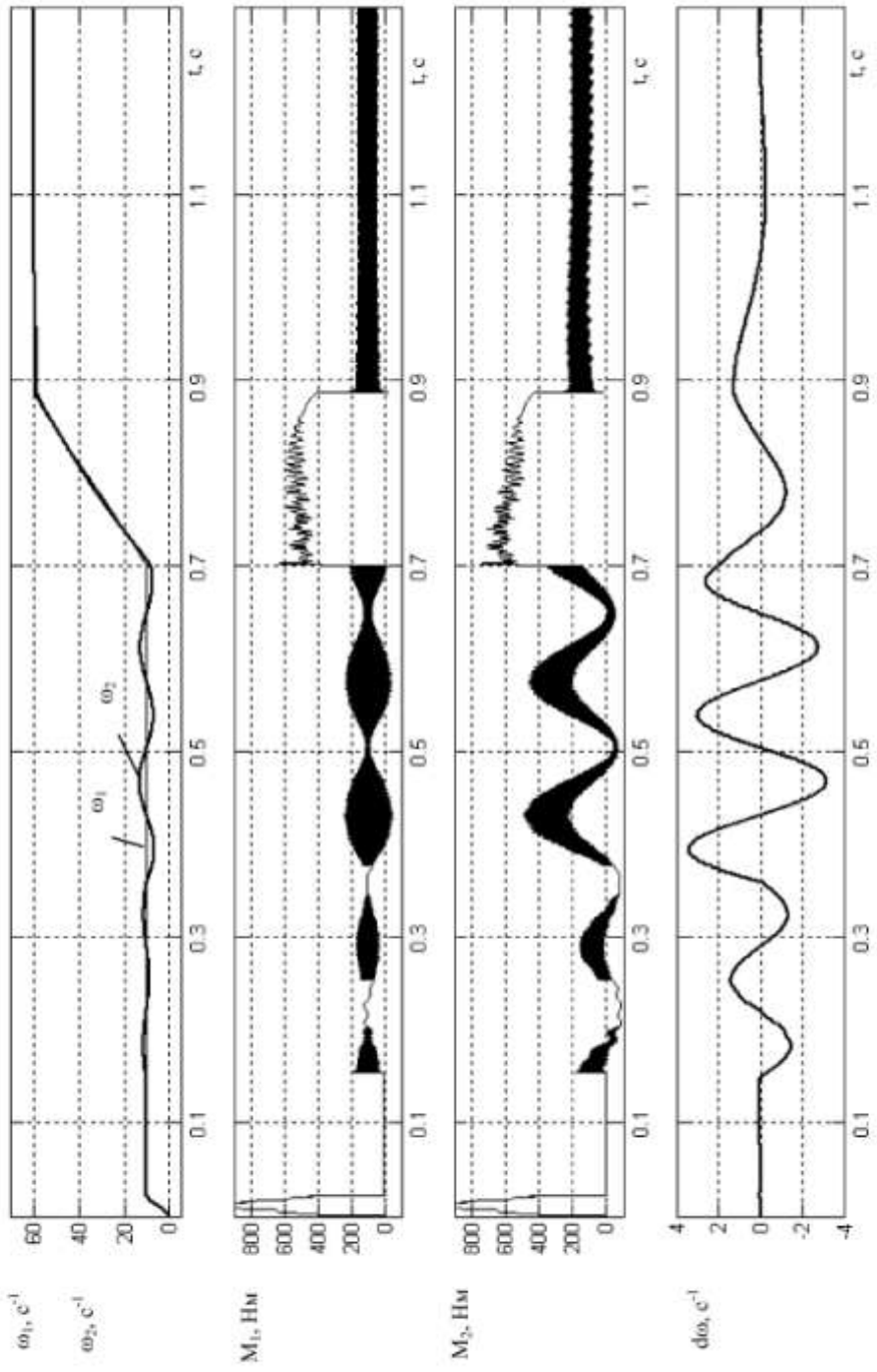


Рис.2. Результати дослідження регульованих взаємозв'язаних асинхронних електроприводів