

## ТЯГОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД НА ОСНОВІ ВЕНТИЛЬНО-ІНДУКТОРНОГО ДВИГУНА

**Костомаха В.Г., магістрант, Островерхов М.Я, д.т.н., проф.**

*НТУУ «КПІ», кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу*

**Вступ.** У всьому світі ведуться активні дослідження нових типів електричних машин, в яких визначальне значення має надійність та технологічність. Серед них визначальне місце займають вентиляльно-індукторні двигуни (ВІД) [1]. Перспективи цього напрямку досліджень пов'язані з істотним спрощенням конструкції машини та її вартості.

**Мета роботи.** Метою роботи є покращення показників тягового електропривода шляхом застосування векторно-керованого ВІД з незалежним збудженням.

**Матеріали і результати досліджень.** На теперішній час в якості тягових електродвигунів найчастіше використовуються асинхронні двигуни та синхронні двигуни з постійними магнітами [2].

Перевагою асинхронного двигуна є простота і дешевизна виготовлення; можливість послаблення магнітного поля. Недоліки: основні втрати виділяються в роторі, з якого важко відводити велику кількість тепла; діапазон послаблення поля 1:2 внаслідок збільшення втрат.

Перевагою синхронного двигуна з постійними магнітами є відсутність енергетичних витрат на збудження; високий ККД. Недоліки: немає регулювання поля збудження; послаблення поля струмом статора може виконуватися тільки незначно (1:2) з ризиком втрати управління та пошкодження інвертора; висока вартість виготовлення двигуна.

Вентильно-індукторний двигун з незалежним збудженням (ВІД НЗ) має важливу відмінність від традиційної конструкції ВІД. Замість пасивного ротора використовується радіально-аксіальний магнітний потік збудження, створюваний додатковою обмоткою на статорі та який робить ротор активним. Хоча ротор і не має обмоток, тим не менш, по електромагнітному стану він стає схожим на ротор синхронної машини. Тому властивості ВІД НЗ наближені до класичної синхронної машини з ковзним контактом та із збудженням з боку ротора. Проте у ВІД НЗ, обмотка збудження знаходиться на статорі, а ковзний контакт відсутній. Можливість регулювання потоку збудження (1:8) дозволяє приводу з ВІД НЗ працювати в широкому діапазоні швидкостей при постійній потужності. Ще однією перевагою є можливість модулювати потік різнополярним струмом, а при відповідній конструкції – отримати форму ЕРС близьку до синусоїдальної. У результаті виявляється можливим застосувати до ВІД НЗ принцип векторного керування. Більше того, правильний вибір геометрії машини дозволяє зробити її трифазною, а значить, керування координатами можна здійснювати від стандартного перетворювача частоти.

Таким чином, електропривод на основі ВІД НЗ отримує вагому конкурентну перевагу – двигун дешевше та надійніше аналогів, а для керування

можна використовувати стандартний трифазний мостовий інвертор з векторною системою двозонного керування.

Математична модель ВІД НЗ в системі координат d-q представляється наступною системою рівнянь з загальноприйнятим позначенням змінних та параметрів [2]

$$\left\{ \begin{array}{l} u_d = R_s i_d + L_s \frac{di_d}{dt} - \omega \psi_q; \\ u_q = R_s i_q + L_s \frac{di_q}{dt} + \omega \psi_d; \\ u_f = R_f i_f + L_s \frac{di_f}{dt}; \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} J \frac{d\omega}{dt} = M - M_c; \\ \psi_d = L_s i_d + L_m i_f; \\ \psi_q = L_s i_q; \\ \psi_f = L_f i_f + L_m i_d; \\ M = p\sqrt{3} L_m i_q i_f. \end{array} \right. \quad (1)$$

На основі (1) розроблено функціональну схему векторно-керованого електропривода з ВІД НЗ, показану на рис. 1. Схема містить три регулятори струмів РС<sub>f</sub>, РС<sub>d</sub>, РС<sub>q</sub> та один регулятор швидкості РШ. В тяговому електроприводі, як правило регулюють момент, тому РШ може бути відсутній.

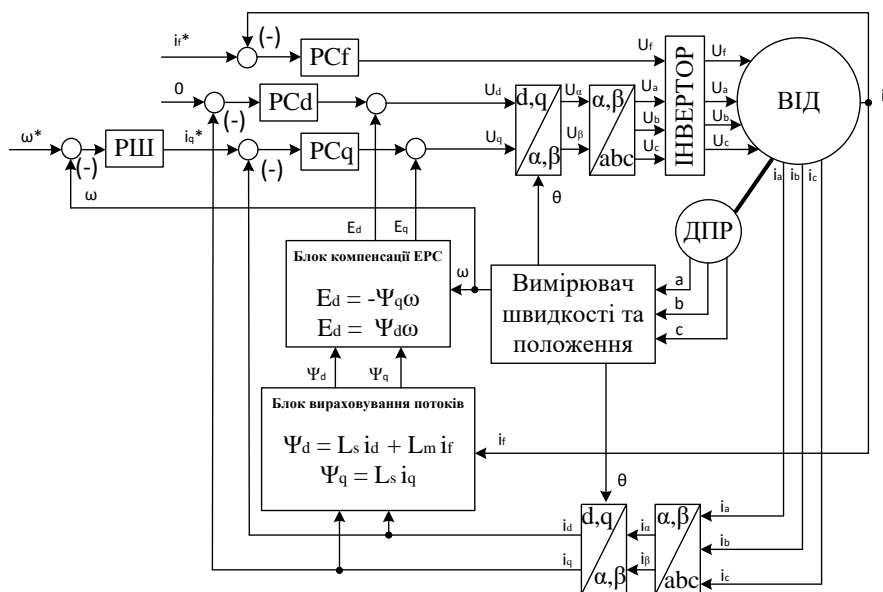


Рисунок 1 – Функціональна схема електропривода

**Висновки.** Представлено функціональну схему тягового векторно-керованого електропривода з ВІД НЗ, в якому використовується стандартний трифазний мостовий інвертор.

#### Перелік посилань

1. Ray W.F. «Switched reluctance drives»: Energy Efficient Environmentally Friendly Drive Systems Principles, Problems Application (Digest No: 1996/144), IEE Colloquium on, 19 Jun 1996, 3/1 - 3/9p.
2. Козаченко В.Ф. Вентильно-индукторный электропривод с независимым возбуждением для тягового применения / В.Ф.Козаченко, М.М.Лашкевич // Електромеханічні та комп'ютерні системи. – Київ: Техніка, 2011. – № 03 (79). – С. 138-139.