

## ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ З АСИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ З МАСИВНИМИ ТОРЦЕВИМИ ФЕРОМАГНІТНИМИ ЕКРАНАМИ ПРИ ЗНИЖЕННІ НАПРУГИ ЖИВЛЕННЯ

Красношопка Н. Д.

*Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"*

*Досліджено електромеханічні властивості електроприводів з асинхронними двигунами при використанні масивних торцевих феромагнітних екранів фрагментів роторного контуру поза робочим повітряним зазором.*

**Постановка проблеми.** В сучасних умовах інтенсифікація сільськогосподарського виробництва неможлива без всебічного застосування механізмів з електричним приводом. Суттєва частина сільськогосподарської продукції виробляється відносно невеликими фермерськими господарствами. Можливість обробки продукції на місці дозволяє їм збільшити відпускну ціну продукції або ж зменшити свої витрати.

Враховуючи суттєво більшу вартість регульованих електроприводів, в невеликих господарствах використовують здебільшого нерегульовані приводи машин та механізмів.

Іншою особливістю часто є достатньо велика відстань від трансформатора живлення, що призводить до зниження рівня напруги у кінцевого споживача. Допустимим є відхилення напруги живлення на рівні  $\pm 10\%$  від номінального значення [1].

Основним видом електродвигунів, що використовуються в різноманітних механізмах, є асинхронні, які мають відносно невелику величину пускового моменту, що прямо пропорційний величині прикладеної напруги. Це ускладнює пуск обладнання, а встановлення двигунів більшої потужності обмежується можливостями мережі живлення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Одним із способів вирішення даної проблеми може бути використання стабілізаторів напруги, проте вартість таких пристроїв при суттєвих коливаннях рівня напруги буде перевищувати вартість електродвигуна, а сам пристрій повинен вибиратись із врахуванням пускових струмів асинхронної машини, які в 6–8 раз перевищують номінальні. Використання частотно-регульованих електроприводів переважно дозволяє уникнути негативного впливу низького рівня напруги і обмежити пускові струми, але вартість обладнання буде ще вищою, а у випадку, коли технологічний процес не потребує регулювання швидкості обертання двигуна, ще й мати значно завищену функціональність.

Одним із шляхів збільшення пускового моменту в нерегульованих асинхронних електроприводах може бути використання двигунів спеціальної конструкції з масивними торцевими феромагнітними екранами фрагментів роторного контуру поза робочим повітряним зазором.

**Метою статті** є аналіз електромеханічних властивостей нерегульованого електропривода з асинхронним двигуном з масивними торцевими феромагнітними екранами фрагментів роторного кола.

**Основні матеріали дослідження.** Запропонована конструкція передбачає екранування подовжених стрижнів роторної обмотки та короткозамикаючих кілець поза робочим повітряним зазором [2]. Методика вибору геометричних розмірів масивних торцевих екранів роторної обмотки поза робочим повітряним зазором полягає у визначенні параметрів екранів, що забезпечують максимальний пусковий момент, момент при критичному ковзанні повинен бути не менше пускового моменту двигуна, а також накладаються обмеження на робочу ділянку механічної характеристики, так як внаслідок впливу феромагнітних екранів жорсткість характеристики дещо зменшується, тому задається величина ковзання, при якій момент двигуна повинен бути не менший номінального [3].

При розрахунку конфігурації екранів для зниженої до 200 В величини напруги зберігаємо умову максимуму пускового моменту та обмеження на момент при критичному ковзанні, так як відомо, що при зниженні напруги живлення величина критичного ковзання залишається незмінною. Враховуючи, що при зниженні напруги механічна характеристика асинхронної машини стає більш м'якою, не будемо накладати обмежень на робочу ділянку механічної характеристики.

За допомогою Т-виглядової схеми заміщення асинхронного двигуна були побудовані механічні характеристики як серійної машини 4A160S2Y3 потужністю 15 кВт з синхронною частотою обертання 3000 об/хв, так і модифікованої з масивними торцевими екранами подовжених стрижнів роторної обмотки поза робочим повітряним зазором.

При побудові нижньої частини механічної характеристики для врахування ефекту витискання струму в стрижнях роторної обмотки при ковзаннях, близьких до одиниці, приведені активний та індуктивний опори ротора змінювались в залежності від величини ковзання за співвідношеннями

$$r'_2 = r'_{2n} (1 + 0,25s^2); \quad (1)$$

$$x'_2 = x'_{2n} (1 - 0,75\sqrt{s}), \quad (2)$$

де  $r'_{2n}$  та  $x'_{2n}$  – приведені активний та індуктивний опори роторної обмотки без врахування ефекту витискання струмів.

Розраховані таким чином величини пускового, максимального та номінального моментів повністю співпадають з паспортними даними даного двигуна.

На рис. 1 представлені механічні характеристики серійного асинхронного двигуна 4A160S2Y3 (суцільні лінії) при номінальній фазній напрузі живлення 220 В (характеристика 1) та при зниженні напруги до 200 В (характеристика 2). Пунктирними лініями зображені механічні характеристик модифікованого двигуна при вказаних напругах (характеристики 3 і 4 відповідно).

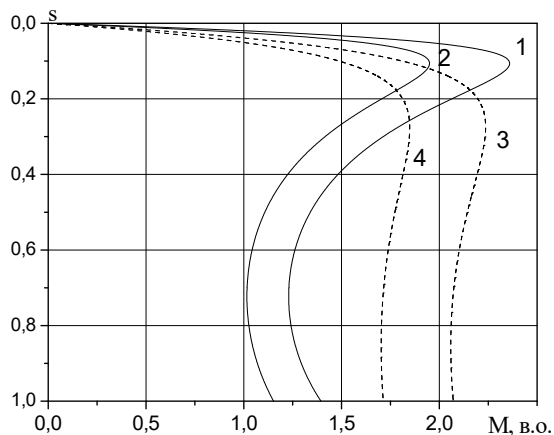


Рисунок 1 – Механічні характеристики при напругах 220 В та 200 В.

Аналіз графіків показує, що використання в електроприводі модифікованого двигуна з підвищеним пусковим моментом забезпечує при зниженій напрузі живлення пусковий момент дещо більший, ніж у серійного двигуна при номінальній напрузі живлення, що покращить умови пуску електропривода.

На рис. 2 наведені електромеханічні характеристики серійного асинхронного двигуна 4A160S2Y3 (суцільні лінії) при напрузі живлення 220 В (характеристика 1) та при напрузі 200 В (характеристика 2). Пунктирними лініями зображені електромеханічні характеристик модифікованого двигуна при вказаних напругах (характеристики 3 і 4 відповідно).

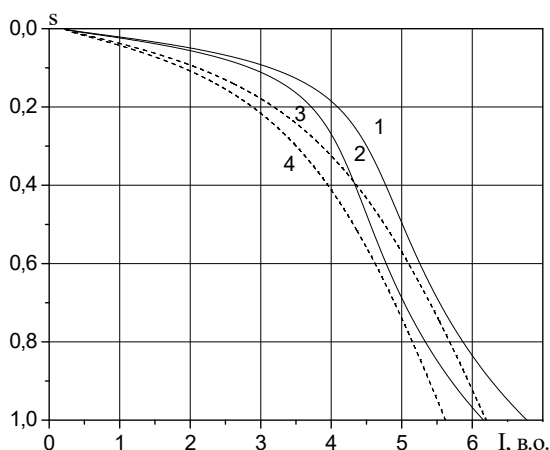


Рисунок 2 – Електромеханічні характеристики при напругах 220 В та 200 В.

Як видно, струми під час пуску електропривода з модифікованим двигуном будуть дещо меншими, ніж при використанні серійної машини.

**Висновки.** Отримані результати показують, що використання в нерегульованих електроприводах асинхронних двигунів з масивними торцевими ферромагнітними екранами фрагментів роторного контуру поза робочим повітряним зазором дозволяє при зниженні напруги живлення забезпечити більший пусковий момент та зменшену величину струмів, порівняно із використанням серійного двигуна, що полегшує умови пуску при відхиленні напруги живлення. Однак на робочій ділянці механічна характеристика модифікованої електричної машини більш м'яка, що призводить до додаткових втрат енергії. Тому двигуни запропонованої конструкції доцільно використовувати в електроприводах, що працюють з частими пусками.

#### Список використаних джерел

1. Якість електричної енергії. URL: <https://www.nerc.gov.ua>.
2. Красношапка Н. Д., Бовкунович В. С. Підвищення енергетичної ефективності нерегульованих асинхронних електроприводів при роботі з частими пусками. *Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Щоквартальний науково-виробничий журнал. Кременчук : КрНУ, 2015. Вип. 3/2015 (31). С. 89–95.*
3. Красношапка Н. Д. Особенности определения параметров динамической модели асинхронного двигателя с ферромагнитными экранами частей короткозамкнутой роторной обмотки. *Праці Ін-ту електродинаміки НАН України. Електротехніка. 1999. С. 98–104.*

#### Анотація

### ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С АСИНХРОННЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ С МАССИВНЫМИ ТОРЦЕВЫМИ ФЕРРОМАГНИТНЫМИ ЭКРАНАМИ ПРИ ПОНИЖЕНИИ ПИТАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

Красношапка Н. Д.

*Исследованы электромеханические свойства электроприводов с асинхронными двигателями при использовании массивных торцевых ферромагнитных экранов фрагментов роторного контура вне рабочего воздушного зазора.*

#### Abstract

### ELECTROMECHANICAL PROPERTIES OF ELECTRIC DRIVES WITH INDUCTION MOTORS WITH MASSIVE END-FERROMAGNETIC SCREENS WITH REDUCED SUPPLY VOLTAGE

N. Krasnoshapka

*Electromechanical properties of electric drives with induction motors using massive end-ferromagnetic screens of the rotary circuit fragments outside of working air gap were investigated.*