

УДК 621.3.067

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРИФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА З ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ НАПРУГИ НА БАЗІ ШІП

І. М. Голодний, кандидат технічних наук, доцент

О. В. Санченко, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: golodnyi@ukr.net

Анотація. Сучасний регульований електропривод – це асинхронний електропривод з електронними перетворювачами напруги живлення, в основі яких використані напівпровідникові силові елементи: тиристорні (симісторні) перетворювачі напруги, транзисторні перетворювачі частоти струму. У цій роботі розглянуті робочі характеристики привода осьового вентилятора з регулятором напруги з широтно-імпульсним керуванням.

Мета дослідження – визначення робочих характеристик малопотужного регульованого асинхронного електропривода вентиляційної установки з тиристорним регулятором напруги на основі широтно-імпульсного перетворювача.

Аналіз робочих характеристик регульованого електропривода при вибраному способі керування проводився з використанням положень теорії електропривода та статистичних методів обробки результатів досліджень на лабораторній установці.

Для дослідження механічних характеристик створена установка регульованого електропривода осьового вентилятора ВО-7,1М з двигуном АИРП80-А6У2. Двигун має підвищений опір обмотки ротора, що обумовлює підвищене ковзання при номінальному моменті, підвищений пусковий момент та невелику кратність пускового струму. Регулювання швидкості обертання електродвигуна передбачено зміною напруги живлення регулятором з широтно-імпульсним керуванням.

За результатами досліджень наведена залежність у відносних одиницях $n^*=f(U^*)$, яка подібна до електропривода з тиристорним регулятором напруги з фазо-імпульсним керуванням.

Споживана потужність електропривода з регулятором напруги з широтно-імпульсним керуванням на 10 % менша, ніж електропривода з тиристорним регулятором з фазо-імпульсним керуванням.

Проведено порівняльні дослідження робочих характеристик електропривода вентилятора ВО-7,1М з двигуном АИРП80А6У2 з регуляторами напруги на базі напівпровідникового регулятора з фазо-імпульсним керуванням та з широтно-імпульсним керуванням. Встановлено, що регульовальні характеристики обох

приводів подібні, а споживана потужність в середньому на 10 % менша і відповідно ККД електропривода з широтно-імпульсним керуванням більший на 10 %, ніж привода з тиристорним регулятором напруги.

Ключові слова: *напівпровідникові перетворювачі напруги, регульований електропривод, вентилятор, регульовальна характеристика, енергетична характеристика, робочі характеристики, широтно-імпульсний перетворювач*

Актуальність. Сучасний регульований електропривод – це асинхронний електропривод з електронними перетворювачами напруги живлення, в основі яких використані напівпровідникові силові елементи: тиристорні (симісторні) перетворювачі напруги, транзисторні перетворювачі частоти струму. Вказані перетворювачі мають ряд недоліків: вони створюють імпульси перенапруги і вищі гармоніки в мережі, що негативно впливає на роботу, як керованого електродвигуна, так і інших споживачів електроенергії; мають велику вартість, що знижує ефективність малопотужних приводів; в технічній літературі мало приділяється уваги дослідженню робочим характеристикам. Тому визначенню робочих характеристик привода осьового вентилятора з регулятором напруги з широтно-імпульсним керуванням і призначена ця робота.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для малопотужних асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором порівняно нескладно регулювати швидкість зміною напруги на статорі, оскільки вони мають м'яку механічну характеристику на робочій частині. Найбільш простими і дешевими для вказаного регулювання є регулятори амплітуди напруги живлення [1] електроприводів з вентиляторним навантаженням.

Мета дослідження – визначення робочих характеристик малопотужного регульованого асинхронного електропривода вентиляційної установки з тиристорним регулятором напруги на основі широтно-імпульсного перетворювача.

Матеріали і методика дослідження. Аналіз робочих характеристик регульованого електропривода при вибраному способі керування проводився з використанням положень теорії електропривода та статистичних методів обробки результатів досліджень на лабораторній установці.

Результати досліджень та їх обговорення. Для дослідження механічних характеристик створена установка регульованого електропривода осьового вентилятора ВО-7,1М з двигуном АИРП80-А6У2. Двигун має підвищений опір обмотки ротора, що обумовлює підвищене ковзання при номінальному моменті, підвищений пусковий момент та невелику кратність пускового струму. Регулювання швидкості обертання електродвигуна передбачено зміною напруги живлення регулятором з широтно-імпульсним керуванням. Силовий привода (рис. 1) складається з двох частин: сам асинхронний електродвигун АД, випрямляч В і силовий транзисторний ключ VT.

Вхідні виводи обмотки електродвигуна (C1, C2, C3) приєднані до мережі живлення, а вихідні (C4, C5, C6) – до випрямляча. У колі постійної напруги випрямляча встановлено транзистор VT, який виконує роль силового електронного ключа. Паралельно силовому транзистору приєднано ємність C_S і активний опір R_S , які є елементами снабберного вузла. За допомогою блоку керування БК він замикає/розмикає силове електричне коло, що дає можливість змінювати шпаруватість вихідної напруги, а відповідно і швидкість асинхронного електродвигуна.

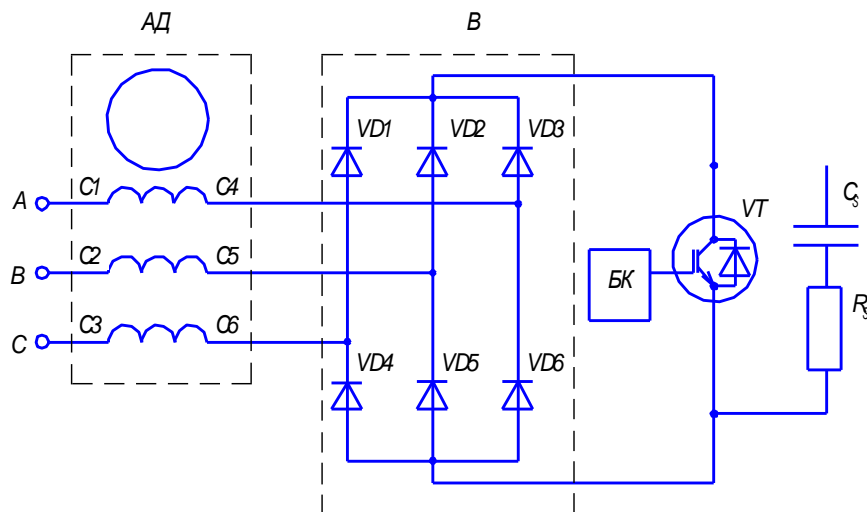


Рис. 1. Електрична схема регульованого трифазного асинхронного електропривода з перетворювачем напруги на базі широтно-імпульсного керування

Методики проведення досліджень аналогічна методиці, описаній в роботі [2]. Дослід проводили трикратній повторності. Для подальшого аналізу записували середнє значення результатів. Результати досліджень наведені у графічному вигляді (рис. 2, 3 і 4). Результати експериментальних досліджень характеристик електропривода осьового вентилятора з регулятором напруги з фазо-імпульсним керуванням для порівняння з аналогічними характеристиками електропривода на базі широтно-імпульсного регулятора напруги взяті з [2].

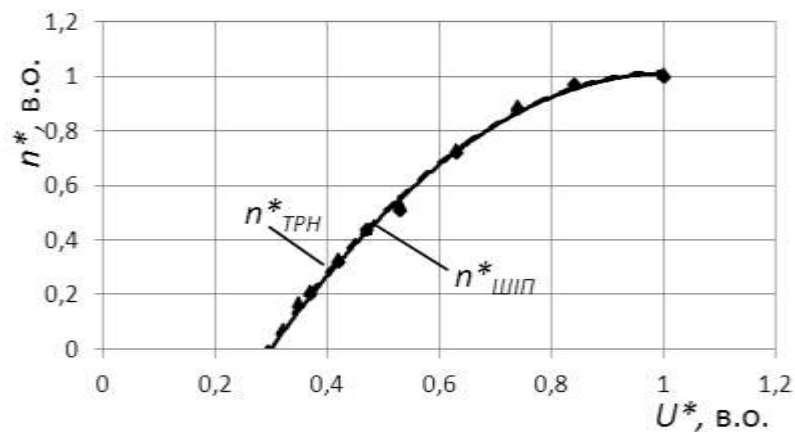


Рис. 2. Регулювальні характеристики

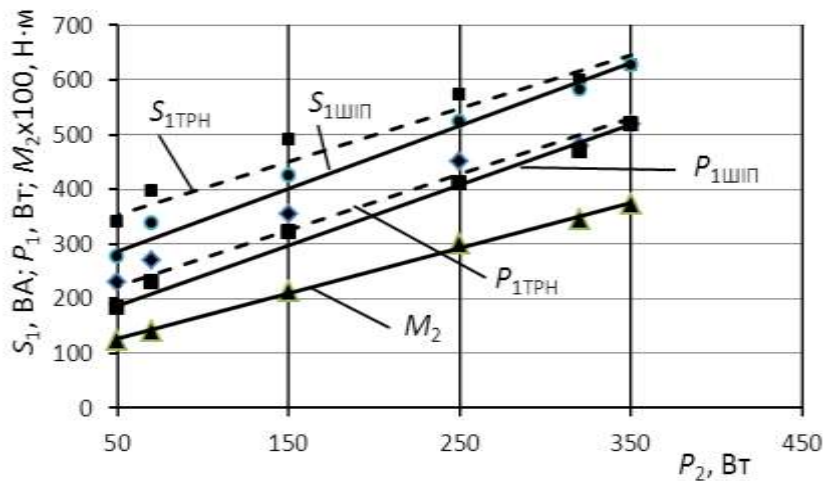


Рис. 3. Робочі характеристики електропривода осьового вентилятора ВО-7,1М з двигуном АИРП80-А6У2 з різними регуляторами напруги живлення

За результатами досліджень отримані залежності у відносних одиницях $n^*=f(U^*)$ (рис.2). Як впливає з рис. 2 ,регулювальні характеристики приводів з тиристорним регулятором напруги та широтно-імпульсним керуванням подібні.

Споживана потужність електропривода з регулятором напруги з широтно-імпульсним керуванням на 10 % менша від електропривода з тиристорним регулятором з фазо-імпульсним керуванням (рис. 3).

Відповідно до споживання електроенергії ККД електропривода з широтно-імпульсним керуванням напруги більший на 10 %, ніж для привода з регулятором з фазо-імпульсним керуванням напруги (рис. 4).

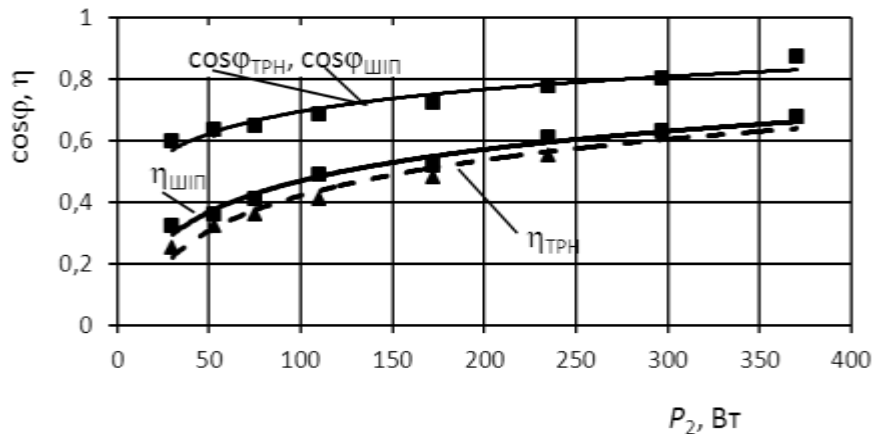


Рис. 4. Енергетичні характеристики

Висновки і перспективи. Проведено порівняльні дослідження робочих характеристик електропривода осьового вентилятора ВО-7,1М з двигуном АИРП80А6У2 з регуляторами напруги на базі напівпровідникового регулятора з фазо-імпульсним керуванням та з широтно-імпульсним керуванням. Встановлено, що регулювальні характеристики обох приводів подібні, а споживана потужність в середньому на 10 % менша і відповідно ККД електропривода з широтно-імпульсним керуванням більший на 10 %, ніж привода з тиристорним регулятором напруги.

Список літератури

1. Регульований електропривод / І.М. Голодний, Ю.М. Лаврінченко, М.В. Синявський та ін.. – К.: ТОВ "ЦП "Компринт", 2015. – 509 с.

2. Голодний І. М. Робочі характеристики трифазного асинхронного електропривода з тиристорним регулятором напруги / І. М. Голодний, О. Ю. Синявський, О. В. Санченко // Енергетика і автоматика. – 2019.- №1. – С.107-113.

References

1. Golodniy, I. M., Lavrinenko, Yu. M., Sinyavsky, M. V.. (2015). Rehulovanyi elektropryvod [Adjustable Electric drive]. Kyiv: Ltd. "ZP "Komprynt ", 509.
2. Golodnyi, I. M., Sinyavsky, O. Yu., Sanchenko, O. V. (2019). Robochi kharakterystyky trokhfaznoho asynkhronnoho elektropryvoda z tyrystornym rehuliatorom napruhy [Working characteristics of a three-phase asynchronous electric driver with a thiristory voltage regulator]. Enerhetyka i avtomatyka, 1, 107-113.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ НАПРЯЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ШИП

И.М. Голодный, А.В. Санченко

Аннотация. Современный регулируемый электропривод – это асинхронный электропривод с электронными преобразователями напряжения питания, в основе которых использованы полупроводниковые силовые элементы: тиристорные (симисторные) преобразователи напряжения, транзисторные преобразователи частоты тока. В данной работе рассмотрены рабочие характеристики привода осевого вентилятора с регулятором напряжения с широтно-импульсным управлением.

Цель исследования - определение рабочих характеристик малоомощного регулируемого асинхронного электропривода вентиляционной установки с тиристорным регулятором напряжения на основе широтно-импульсного преобразователя.

Анализ рабочих характеристик регулируемого электропривода при выбранном способе управления проводился с использованием положений теории электропривода и статистических методов обработки результатов исследований на лабораторной установке.

Для исследования рабочих характеристик создана установка регулируемого электропривода осевого вентилятора ВО-7,1М с двигателем АИРП80-А6У2. Двигатель имеет повышенное сопротивление обмотки ротора, обуславливает повышенное скольжение при номинальном моменте, повышенный пусковой момент и небольшую кратность пускового тока. Регулирование скорости вращения электродвигателя предусмотрено изменением напряжения питания регулятором с широтно-импульсным управлением.

По результатам исследований приведена зависимость в относительных единицах $n^*=f(U^*)$, которая подобна электроприводу с тиристорным регулятором напряжения с фазоимпульсным управлением.

Потребляемая мощность электропривода с регулятором напряжения с широтно-импульсным управлением на 10 % меньше электропривода с тиристорным регулятором с фазоимпульсным управлением.

Проведены сравнительные исследования рабочих характеристик электропривода вентилятора ВО-7,1М с двигателем АИРП80А6У2 с регуляторами напряжения на основе полупроводникового регулятора с фазоимпульсным управлением и с широтно-импульсным управлением. Установлено, что регулировочные характеристики обоих приводов подобны, а потребляемая мощность в среднем на 10 % меньше и соответственно КПД электропривода с широтно-импульсным управлением больше на 10 %, чем привода с тиристорным регулятором напряжения.

Ключевые слова: *полупроводниковые преобразователи напряжения, регулируемый электропривод, вентилятор, регулировочная характеристика, энергетическая характеристика, рабочие характеристики, широтно-импульсный преобразователь*

RESEARCH OF WORKING CHARACTERISTICS OF THREE-PHASE ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE WITH A VOLTAGE BASED CONVERTER

I. Golodnyi, O. Sanchenko

Abstract. *A modern adjustable electric drive is an asynchronous electric drive with electronic voltage converters based on semiconductor power elements: thyristor voltage converters, transistor current frequency converters. In this paper, the performance characteristics of an axial fan drive with a voltage regulator with pulse-width control are considered.*

The purpose of the study is to determine the operating characteristics of a low-power adjustable asynchronous electric drive of a ventilation unit with a thyristor voltage regulator based on a pulse-width converter.

The performance analysis of the controlled electric drive with the selected control method was carried out using the provisions of the electric drive theory and statistical methods of processing the research results in a laboratory setting.

To study the performance created the installation of an adjustable drive axial fan with АИР80-А6У2 motor. The motor has an increased resistance to the rotor winding, causes an increased slip at the nominal moment, an increased starting torque and a small starting current ratio. Adjusting the speed of rotation of the electric motor is provided by varying the supply voltage with a pulse-width control.

According to the research results, the dependence is given in relative units $n^=f(U^*)$, which is similar to an electric drive with a thyristor voltage regulator with a phase-pulse control.*

The power consumption of the electric drive with voltage regulator with pulse-width control is 10 % less than the electric drive with thyristor regulator with phase-pulse control

Comparative studies of the performance of the electric drive of the BO-7.1M fan with the АИР80А6У2 motor with voltage regulators based on a semiconductor controller with a phase-pulse control and with a pulse-width control are carried out. It is established that the adjusting characteristics of both drives are similar, and the power consumption is on average 10% less and, accordingly, the efficiency of an electric drive with pulse-width control is 10% more than a drive with a thyristor voltage regulator.

Key words: *semiconductor voltage converters, adjustable electric drive, fan, control characteristic, energy characteristic, performance, pulse-width converter*