



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43128 (13) U
(51) МПК (2009)
H02P 1/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) РЕАКТОР ДЛЯ ПРИСТРОЮ ПЛАВНОГО ПУСКУ ЕЛЕКТРОДВИГУНА ЗМІННОГО СТРУМУ

1

2

(21) u200813865

(22) 02.12.2008

(24) 10.08.2009

(46) 10.08.2009, Бюл.№ 15, 2009 р.

(72) БАРСЬКИЙ ВІКТОР ОЛЕКСІЙОВИЧ

(73) БАРСЬКИЙ ВІКТОР ОЛЕКСІЙОВИЧ

(57) Реактор природного повітряного охолодження для пристрою плавного пуску електродвигуна змінного струму зі значно меншим номінального початковим навантаженням, який включає обмотку дроту на каркасі і виконаний з можливістю устано-

вки у фазних проводах, який відрізняється тим, що відношення його індуктивності у мГн до актив-ного опору у Ом при кімнатній температурі менше значення, розрахованого за формулою

$$y = C_1 \cdot e^{Ax} + C_2 \cdot e^{Bx},$$

де x - потужність електродвигуна, причому для реактора без феромагнітного сердечника $C_1=184,8$, $C_2=-158,3$, $A=123,8 \cdot 10^{-6}$, $B=-1322 \cdot 10^{-6}$, а для реактора з феромагнітним сердечником $C_1=60,6$, $C_2=-52,9$, $A=-1,277 \cdot 10^{-6}$, $B=-1723 \cdot 10^{-6}$.

Корисна модель, що заявляється, стосується електротехніки, а саме, пристроїв плавного пуску електродвигунів змінного струму.

Сьогодні замість так званого прямого пуску електродвигунів змінного струму, при якому мають місце 5-8 кратні пускові струми, що негативно впливають на живильні мережі, електродвигуни й механізми, широке застосування одержали пристрої плавного пуску, що включаються між живильною мережею і електродвигуном на час пуску і обмежують значення пускового струму на рівні 2-3 значень номінального струму електродвигунів.

У найбільших масштабах застосовуються пристрої плавного пуску на основі статичних перетворювачів і регуляторів електроенергії - перетворювачів частоти, регуляторів напруги й т. ін. Вони застосовуються для електродвигунів потужністю від одиниць кіловат до 10÷20Вт і більше і для напруги від 220В до 10÷17кВ.

Найбільшим виробником і постачальником таких пристроїв плавного пуску на світовому ринку є фірма Solcon Industries Ltd, яка має найбільш широку їх номенклатуру.

Але вказані пристрої плавного пуску з використанням статичних перетворювачів і регуляторів мають істотні недоліки: складність статичних перетворювачів і регуляторів, обумовлену цим знижену надійність, необхідність в обслуговуванні в процесі експлуатації, значні габарити й високу вартість.

Значної частини цих недоліків позбавлені відомі з рівня техніки (див., наприклад, [1, 2]) реакторні пристрої плавного пуску, що містять реактори, включені у фазні проводи, контактний апарат, контакти якого включені паралельно реакторам, і

пристрій керування контактним апаратом, який замикає контакти, коли струм досягає номінального значення.

Ці пристрої забезпечують якісний процес плавного пуску з необхідним обмеженням струму для електродвигунів механізмів, що запускаються вхолосту, при невеликих навантаженнях і електродвигунів турбомеханізмів (насосів, вентиляторів, компресорів), які складають більшу частину електродвигунів, що потребують пристрої плавного пуску.

Вони якісно простіші, надійніші й практично не мають потреби у обслуговуванні в процесі експлуатації. Але наявні на ринку реактори універсального застосування мають значні габарити - більші, ніж пристрої плавного пуску зі статичними перетворювачами й регуляторами, і обумовлену значними габаритами й матеріалоемністю чималу вартість, порівняно з вартістю пристроїв зі статичними перетворювачами й регуляторами.

У зв'язку із цим реакторні пристрої плавного пуску застосовуються досить рідко.

Об'єктом цієї корисної моделі є реактор для пристрою плавного пуску електродвигунів змінного струму.

В основу цієї корисної моделі поставлена задача зменшення габаритів і матеріалоемності і, за рахунок цього, вартості самих реакторів і пристроїв плавного пуску реакторного типу.

Поставлена задача вирішується тим, що у реакторі природного повітряного охолодження для пристрою плавного пуску електродвигуна змінного струму зі значно меншим номінального початковим навантаженням, який включає обмотку дроту

(13) U

(11) 43128

(19) UA

на каркасі і виконаний з можливістю установки у фазних проводах, згідно з цим технічним рішенням відношення у його індуктивності у МГн до активного опору у Ом при кімнатній температурі менше значення, розрахованого за формулою

$$y = C_1 \cdot e^{Ax} + C_2 \cdot e^{Bx},$$

де x - потужність електродвигуна, причому значення коефіцієнтів C_1 , C_2 , A і B , вибираються залежно від наявності в реакторах феромагнітних сердечників з таблиці:

Таблиця 1

	Реактор без феромагнітного сердечника	Реактор з феромагнітним сердечником
C_1 ,	184,8	60,6
C_2 ,	-158,3	-52,9
A	$123,8 \cdot 10^{-6}$	$-1,277 \cdot 10^{-6}$
B	$-1322 \cdot 10^{-6}$	$-1723 \cdot 10^{-6}$

Звичайно реактори плавного пуску розраховують на довготривалу роботу при номінальному струмі двигуна. Методика розрахунків наведена, наприклад, у [3].

Але на практиці реактори працюють порядку декількох секунд - до встановлення номінального струму, після чого вони шунтуються контактами. Протягом цього часу можна допустити короточасний перегрів реакторів, більший, ніж той, на який розраховуються реактори довготривалої роботи, тобто їх опір може бути більшим, ніж у реакторів, розрахованих за стандартною методикою. Це означає, що дросли, з яких виконаний реактор, можуть мати менший перетин, діаметр котушки, на який намотаний дріт, також може бути меншим, тобто дросли можуть бути коротшими.

Оскільки індуктивність і опір реакторів плавного пуску розраховуються з урахуванням індуктивності і опору обмоток електродвигуна, які залежать від його потужності і робочої напруги, треба було знайти деякий узагальнюючий параметр, конкретні значення якого характеризували б межу поділу між реакторами довготривалої і короточасної роботи.

При аналізі великої кількості стандартних реакторів, що випускаються промисловістю, і реакторів, розрахованих за стандартними методиками, було з'ясовано, що такою величиною є відношення індуктивності реактора до його активного опору, і були знайдені "розділові" значення цього відношення для ряду значень потужності електродвигуна від практично нуля до 5000кВт для реакторів з феромагнітними сердечниками і без них (Таблиці 2 і 3 відповідно). При цьому індуктивність вимірювалася в МГн, а активний опір - у Ом, x - потужність електродвигуна у кВт.

Таблиця 2

Для реакторів
без феромагнітних сердечників

x	0	55	250	800	1600	2800	4000	5000
y	20	40,6	84,2	142,4	205	260	300	350

Таблиця 3

Для реакторів
з феромагнітними сердечниками

x	0	55	250	800	1600	4000	5000
y	8	12,35	22,5	47,5	57,45	59	61

Ці значення були інтерпольовані двома функціями, представленими загальною формулою (1), у якій коефіцієнти залежать від наявності в реакторі феромагнітного сердечника (Таблиця 1). Значення цих функцій власне і є межами поділу між реакторами довготривалої і короточасної роботи, тобто якщо вказане відношення конкретного реактора більше або дорівнює значенню, розрахованому за формулою (1) для конкретної потужності електродвигуна, то це реактор довготривалої роботи, якщо нижче - то це реактор короточасної роботи.

Зменшення відношення індуктивності до опору еквівалентно зменшенню індуктивності та/або збільшенню опору, тобто зменшенню довжини та/або перетину дрослів, що застосовуються, та, можливо, зменшенню діаметра намотування котушки реактора, що, у свою чергу, еквівалентно економії міді і, можливо, матеріалу котушки, тобто меншій матеріалоемності реактора і, як наслідок, меншій його вартості.

Зрозуміло, що опір реактора не повинен бути занадто великим і у кожному конкретному випадку повинен розраховуватися з міркувань допустимого перегріву реактора протягом його короточасної роботи.

На Фіг.1 представлена схема пристрою реакторного типу для плавного пуску електродвигуна, включеного в розрив фазних проводів.

На Фіг.2 і 3 представлені відповідні графіки вказаної вище функції за формулою (1) і точки, які відповідають даним таблиць 2 і 3 (відмічені хрестиками).

На Фіг.4 наведені осцилограма пускового струму (криві 1 і 2) електродвигуна і тиску на виході насосного агрегату при плавному пуску реакторного типу з виходом на потужність, близьку до номінальної.

Пристрій плавного пуску реакторного типу 1 (Фіг.1) складається з трьох реакторів 2, включених у фазні проводи живлення електродвигуна, трьох контактів 3, включених паралельно кожному з реакторів 2, і пристрою 4 керування контактами, який замикає контакти 3 після того, як струм набуває номінального значення.

Як приклад здійснення корисної моделі, що заявляється, для плавного пуску електродвигуна потужністю 800кВт, 8000В, $I_{ном.}=92A$ (амплітуда=130A) був сконструйований реактор, індуктивність якого складала 24,6МГн, опір - 0,755Ом, тобто відношення індуктивності до опору складало 32,6, що менше значення функції 146 на Фіг.2 для $x=800кВт$.

У порівнянні зі стандартними реакторами довготривалої роботи габарити розрахованого реактора короточасної роботи були менше в 3÷4 рази, а маса міді - в 11 раз.

Такі реактори були використані для плавного пуску електродвигуна потужністю 800кВт за схемою, представленою на Фіг.1, причому електродвигун застосовувався для приведення в дію насосного агрегату.

Як видно з осцилограми процесу пуску електродвигуна (Фіг.4), максимальна амплітуда пускового струму не перевищувала 260А, тобто була лише вдвічі більша амплітуди номінального струму. Процес пуску тривав не більше 9,5с., при цьому максимальний перегрів реактора складав не більше 43°C. (Запас по перегріву відносно до допустимого рівня температури перегріву 150°C для ізоляції пов'язаний з можливістю до 3-х пусків підряд).

Таким чином, при виконанні вказаних співвідношень індуктивності до активного опору реактори обмежують кратність пускових струмів на рівні 2-3, витримують без неприпустимих перегрівів пускові струми і при цьому мають габарити, масу і вартість

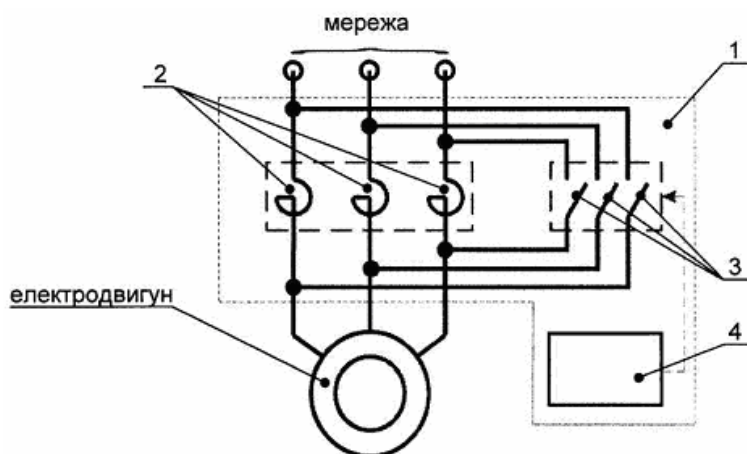
в 5-10 разів менше, ніж реактори універсального застосування. Це дозволяє багаторазово скоротити габарити, масу й, головне, вартість побудованих на них пристроїв плавного пуску в порівнянні з аналогами на основі статичних перетворювачів і регуляторів при одночасному якісному спрощенні й підвищенні надійності.

Список літератури:

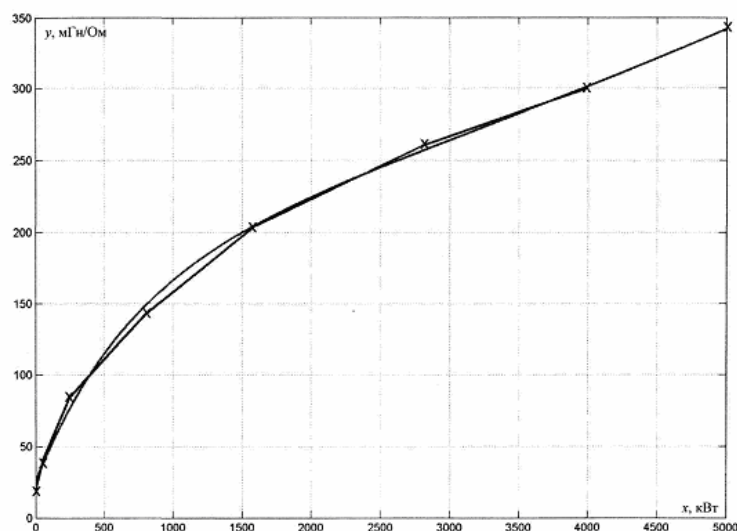
1. Радін В.И. Электрические машины: Асинхронные машины: Уч. для электромех. спец. вузов под ред. Копылова И.П. - М.: Высшая школа. 1988. - 328с. с ил.

2. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных двигателей. - М. - Л., Гос-энергоиздат. 1950.

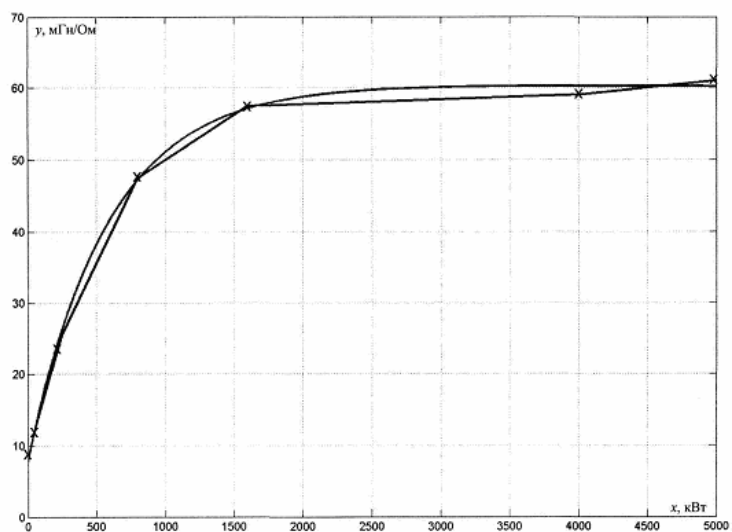
3. Калантаров П.Л., Цейтлин Л.А. Расчет индуктивностей: Справочная книга. - 3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ие, 1986. - 488с. с ил.



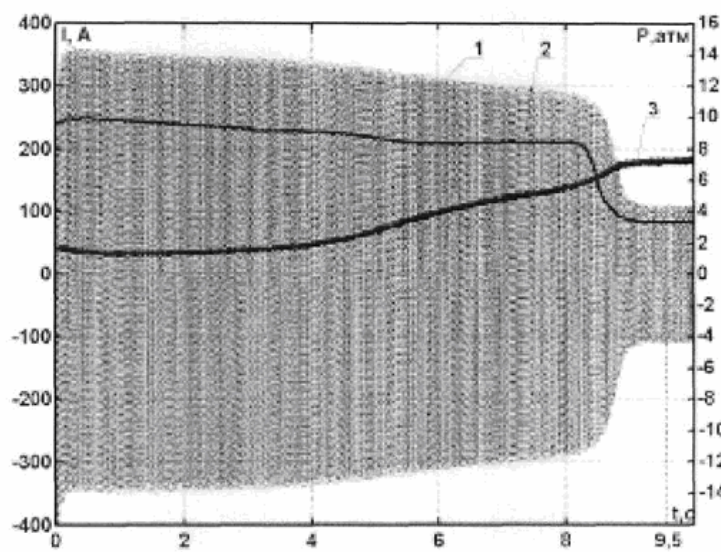
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4