

ТАНЯНСКИЙ В. Ю.; ПЕТРЕНКО А. Н.,
ПЕТРЕНКО Н. Я., канд. техн. наук

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕРЬ В ЧАСТОТНО-УПРАВЛЯЕМОМ АСИНХРОННОМ ДВИГАТЕЛЕ

Проблема улучшения технико-экономических показателей электроприводов в значительной мере обусловлена необходимостью энергосбережения. Одним из наиболее эффективных способов улучшения их технико-экономических показателей является замена нерегулируемых электроприводов регулируемыми. В настоящее время наиболее перспективными являются электроприводы на базе частотно-регулируемых асинхронных двигателей (АД) и полупроводниковых преобразователей частоты (ППЧ).

Несинусоидальность напряжения при частотном регулировании приводит к возникновению потерь мощности от высших гармоник напряжения. Характерной особенностью работы асинхронных двигателей в составе многих приводов является неравномерность загрузки что вызывается технологическими условиями производства. Например, для асинхронных двигателей системы собственных нужд электростанции по степени загрузки двигателя разделяются: $(1,0-0,75)P_N$ - 32%, $(0,75-0,5)P_N$ - 45%, $(0,5-0,25)P_N$ - 23% общего количества.

В данной статье приводятся результаты исследования потерь мощности частотно-регулируемого двигателя АИР160S4 исполнения IP-44, IСО 141, P=15 кВт, $U_{1N} = 380В$, $f_{1N} = 50Гц$, $2p=4$ режим работы S1 (длительный).

Определение электрических потерь в обмотках статора и ротора частотно-управляемого асинхронных двигателей выполняется на основе его электромеханических характеристик полученных с помощью Г-образной схемы замещения. В качестве исходных данных используется: значение α ; закон регулирования и величина напряжения $v \cdot U_{1N}$; значения активных и реактивных намагничивающих потерь $P_{магн\alpha}$, $P_{мех\alpha}$.

Где, $v = \frac{U_1}{U_{1N}}$; $\alpha = \frac{f_1}{f_{1N}}$; $\beta = \frac{f_2}{f_{1N}}$ - абсолютное скольжение.

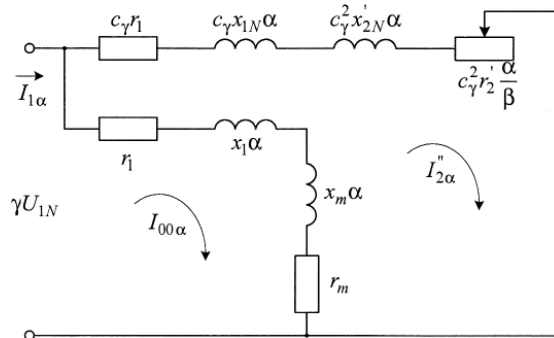


Рис. – Г-образная схема замещения частотно-управляемого асинхронного двигателя.

Ток рабочего контура $I_{2\alpha}^{II}$ (ток ротора)

$$I_{2\alpha}^{II} = \frac{U_{1N} \cdot \gamma}{C_v \cdot r_1 + C_v^2 \frac{\alpha}{\beta} + \alpha^2 (C_v \cdot X_{1N} + C_v^2 \cdot X_{2N}^I)},$$

где, $\nu = \alpha$; $\nu = \alpha^2$; $\nu = \bar{\alpha}$; $\nu = 1$ в зависимости от закона регулирования.

Активная и реактивная составляющие тока ротора

$$I_{2\alpha a}^{II} = \frac{U_{1N} \cdot \gamma \cdot (C_v \cdot r_1 + C_2 \cdot r_2 \frac{\alpha}{\beta})}{C_v \cdot r_1 + C_v^2 \frac{\alpha}{\beta} + \alpha^2 (C_v \cdot X_{1N} + C_v^2 \cdot X_{2N}^I)}; I_{2\alpha r}^{II} = \frac{U_{1N} \cdot \gamma \cdot (C_v \cdot X_{1N} + X_{2N}^I) \cdot \alpha}{C_v \cdot r_1 + C_v^2 r_2 \frac{\alpha}{\beta} + \alpha^2 (C_v \cdot X_{1N} + C_v^2 \cdot X_{2N}^I)},$$

Активная и реактивная составляющая тока статора

$$I_{1\alpha a} = I_{0\alpha a} + I_{2\alpha a}^{II}; I_{1\alpha r} = I_{0\alpha r} + I_{2\alpha r}^{II}.$$

Ток статора $I_{1\alpha} = \sqrt{I_{1\alpha a}^2 + I_{1\alpha r}^2}$.

Электромагнитный момент $M = \frac{m_1 \cdot p \cdot (\gamma \cdot U_{1N})^2 \cdot r_2^I}{2\pi f_{1N} \cdot \beta \cdot ((C_v \cdot r_1 + C_v^2 r_2 \frac{\alpha}{\beta})^2 + \alpha^2 (C_p \cdot X_{1N} + C_v^2 X_{2N}^I)^2)}$,

где $\nu = \alpha$; $\nu = \alpha^2$; $\nu = \bar{\alpha}$; $\nu = 1$ в зависимости от закона регулирования.

Электрические потери в обмотке статора $P_{эл1\alpha} = P_{эл1N} \left(\frac{I_{1\alpha}}{I_{1N}}\right)^2$.

Электрические потери в обмотке ротора $P_{эл2\alpha} = P_{эл2N} \left(\frac{I_{2\alpha}^{II}}{I_{2N}^{II}}\right)^2$.

Дополнительные потери от основной гармоники напряжения с учетом коэффициента дополнительных потерь $P_{доп} = P_{допN} \left(\frac{I_{1\alpha}}{I_{1N}}\right)^2$.

Магнитные потери двигателя $P_{маг} = 3 \cdot I_{0\alpha}^2 \cdot r_m$.

Сумма потерь от основной гармоники напряжения:

$$\Sigma P = P_{эл1\alpha} + P_{эл2\alpha} + P_{маг\alpha} + P_{мех\alpha} + P_{доп\alpha}.$$

Значения греющих потерь мощности при регулировании двигателя «вниз» и «вверх» представлено в таблицах.

Таблица 1. Значение основных потерь при регулировании «вниз».

α , о.е.	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
ΣP ; $\nu = \alpha$,	191	193	189	186	185	186
Вт	6	2	4	6	5	2
ΣP ; $\nu = \alpha^2$,	191	157	123	933	681	499
Вт	6	4	1			

Таблица 2. Значение основных потерь при регулировании «вверх».

α , о.е.	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
ΣP ; $\nu = \bar{\alpha}$,	191	179	170	164	160	157
Вт	6	6	6	5	3	2
ΣP ; $\nu = 1$,	191	194	196	199	204	209
Вт	6	5	2	5	3	0

При работе частотно-управляемого асинхронного двигателя от преобразователя частоты со ступенчатой формой выходного напряжения возникают основные и дополнительные потери в узлах конструкции двигателя.

Расчет всех составляющих потерь производится с учетом закона регулирования, и коэффициента регулирования α . Основные электрические потери рассчитаны с учетом насыщения магнитной системы и изменения параметров x_m и r_m .

Список литературы. 1. *Петренко Н.Я., Петренко А.Н., Танянский В.Ю.* Дополнительные потери мощности частотно-управляемого асинхронного двигателя от высших гармоник напряжения. «Электротехника і Електромеханіка» 2012. №5 – С.34-35. 2. *Петренко М.Я., Танянский В.Ю., Петренко А.Н.* Дослідження теплового стану частотно-керованого асинхронного двигуна у повторно-короткочасному режимі S6.

УДК 621.313

КАРПЕНКО І. М., ЮР'ЄВА О. Ю., канд. техн. наук

ВИБІР ГОЛОВНИХ РОЗМІРІВ ЛІНІЙНОГО КОАКСІАЛЬНОГО ДВИГУНА ДЛЯ ЗАНУРЮВАНИХ НАСОСІВ

В Україні всебічно розвивається нафто- та газовидобувна промисловість, яка потребує створення нового сучасного обладнання. Однією з частин такого обладнання є установка для відкачки пластової рідини, робочим органом якої є плунжерний занурюваний насос. В існуючих конструкціях таких насосів в якості привода використовуються електричні двигуни різного типу та конструкцій [1]. Найперспективнішим є застосування коаксіального лінійного двигуна, який можна вмонтовувати до труби, що занурюється до свердловини. Діаметри цих труб суворо регламентовані, тому габаритні розміри, а саме, зовнішній діаметр статора, жорстко прив'язані до параметричного ряду.

При проектуванні серій лінійних коаксіальних двигунів необхідно мати залежність, яка б пов'язувала номінальні дані двигуна, його розміри та електромагнітні навантаження. З теорії електричних машин відома формула машинної постійної [2], яка дозволяє знайти необхідний математичний зв'язок між цими величинами. Особливістю лінійних двигунів є заміна радіальних розмірів звичайної електричної машини на лінійні, та навпаки. Це обумовлює підхід до визначення формули машинної постійної. Пропонується конструкція лінійного коаксіального двигуна з постійними магнітами з живленням від джерела синусоїдального струму, для якої отримана залежність з вибору головних розмірів.

Список литературы: 1. *Калий В.А.* Проблемы проектирования и применения вентильных и асинхронных электродвигателей в установках центробежных погружных насосов для добычи нефти // режим доступа: <http://www.alnas.ru/nauka/nmm> 2. *Копылов И.П.* Проектирование электрических машин. – М.: Энергия, 2002.