

Получены результаты: 1) установлено рациональное соотношение сечений ярм и стержня (0,52 – 0,55), что определяет снижение материалоемкости (рис. 2,а); 2) предложено заполнять углы окон магнитопровода магнитным материалом (рис. 1,в и 2,а,б,в) для снижения потерь; 3) определены значения амплитуд гармоник индукции в магнитопроводе (рис. 2,г,д) и в зонах рассеяния и вытеснения потока (рис. 2,а), используемые для проектирования утроителя частоты.

Библиографический список

1. Забудский, Е.И. Математическое моделирование управляемых электромагнитных реакторов / Е.И. Забудский. – М.: ООО «Мегаполис», 2018. – 355 с.

УДК 621.313.04

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ПО ТЕХНОЛОГИИ СОВМЕЩЕННЫХ ОБМОТОК

Забудский Евгений Иванович, профессор кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени И.Ф.Бородина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Бычков Сергей Александрович, аспирант кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени И.Ф.Бородина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация. В статье приведены результаты сравнительных испытаний двигателей со стандартными и совмещенными обмотками, произведен расчет экономического эффекта от повсеместной модернизации асинхронных электрических машин на территории г. Москвы по технологии совмещенных обмоток.

Ключевые слова: энергосбережение, совмещённая обмотка, асинхронный электродвигатель, энергоэффективность, технология, модернизация.

Технология совмещенных обмоток представляет собой систему обмотки электрической машины, которая состоит из двух комплектов катушек: один комплект соединён по схеме «звезда», а другой по схеме «треугольник», между собой «звезда» и «треугольник» соединены параллельно (рис. 1). На практике также используются и другие схемы совмещённых обмоток [1-3].

Проведенные сравнительные испытания двигателя АИР100L6 заводского исполнения (ОК-2), и этого же двигателя, модернизированного по технологии совмещенных обмоток (ОКм-7), показали увеличение

минимального, пускового и максимального моментов на 31,4% в пользу ОКм-7 (рис. 2). Также отмечается повышение энергоэффективности двигателя с класса IE2 до IE4, кроме того, модернизация двигателя позволила получить КПД, близкий к номинальному значению в более широком диапазоне нагрузок (от 0,3 до 1,4 номинальной) [2].

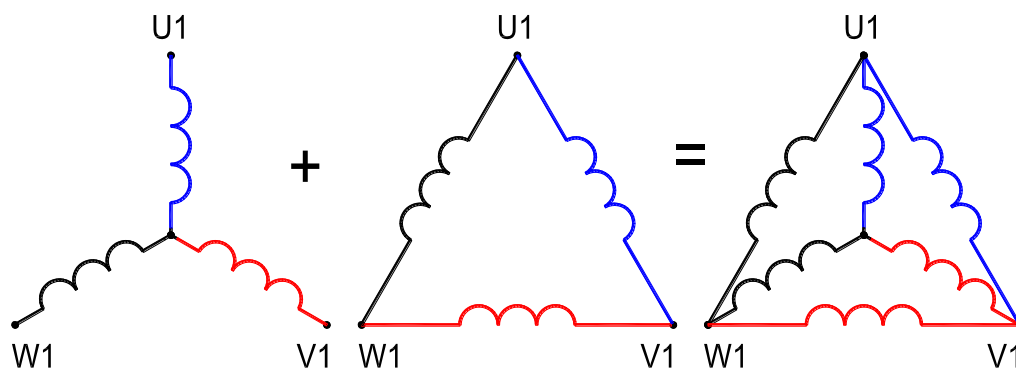


Рис. 1. Схемы соединения обмоток электрических машин

Полученные характеристики достигнуты без увеличения материалоемкости, трудоемкости и без изменения существующих технологий производства и ремонта электродвигателей. Перепроектирование магнитной системы двигателя под совмещенные обмотки позволит получить более выраженный положительный эффект.

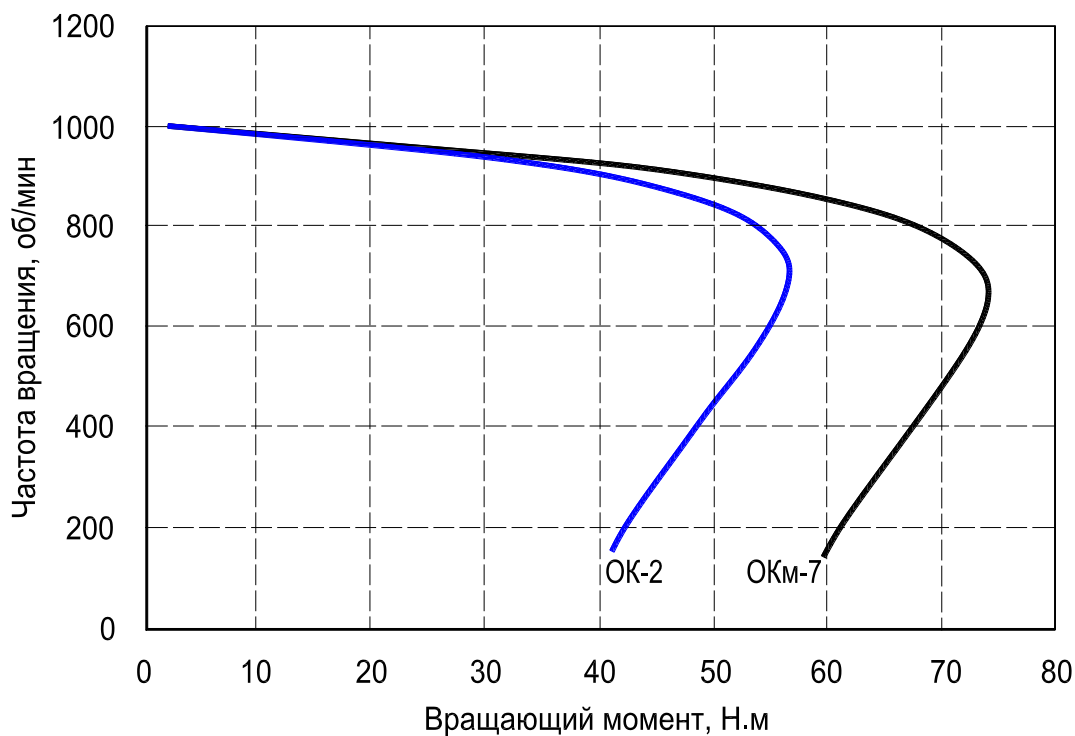


Рис. 2. Графики механических характеристик двигателя типа АИР-100L-6, ОК-2, ОКм-7

Проведем экономическое обоснование модернизации асинхронных электрических машин по технологии совмещенных обмоток.

Известно, что основным потребителем мировой выработанной электроэнергии являются асинхронные электродвигатели (в России на долю АД приходится около 50% выработанной электроэнергии), а средняя загрузка электродвигателя в отечественной промышленности составляет 0,3 – 0,4. Такой низкий коэффициент загрузки электродвигателей в промышленности обусловлен неправильным подбором двигателей для конкретных технологических процессов. До недавнего времени в России не предпринимались действия в направлении экономии энергоресурсов, поэтому двигатели подбирались с запасом по мощности, что приводило к таким последствиям как: работа двигателя с КПД значительно ниже номинального; избыточный напор в гидравлических сетях и т.п.

В отличие от стандартных, двигатели с совмещенными обмотками имеют лучшие механические характеристики и энергетические показатели, что позволяет экономить от 15 – 40% потребления электроэнергии при выполнении той же полезной работы. Наибольший экономический эффект достигается в системах с переменным характером нагрузки, таких как: системы холодного водоснабжения, автотранспортные системы и т.д. [4].

Рассчитаем экономический эффект от повсеместной модернизации асинхронных электрических машин по технологии совмещенных обмоток в г. Москве с учетом тарифа на электроэнергию согласно приказу Федеральной службы по тарифам от 11 октября 2019 года № 1338/19.

По данным Росстат, потребление электроэнергии в 2019 году в Москве составило 56,6 млрд. кВт·ч, следовательно на асинхронные двигатели пришлось $W_{\text{АД}} = 28,3$ млрд. кВт·ч. Минимальный уровень тарифа по Москве, равен $T_{\text{ЭЭ}} = 4,37$ руб/кВт·ч (без НДС).

Экономический эффект составит:

$$\mathcal{E}_{\Delta} = W_{\text{АД}} \cdot \mathcal{E}_{\text{ЭЭ}} \cdot T_{\text{ЭЭ}}, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_{Δ} – экономический эффект, млрд. руб/год;

$W_{\text{АД}}$ – годовое потребление электроэнергии АД, млрд. кВт·ч;

$\mathcal{E}_{\text{ЭЭ}}$ – средняя экономия электроэнергии при замене стандартных обмоток на совмещенные;

$T_{\text{ЭЭ}}$ – минимальный тариф на электроэнергию в Москве, руб/кВт·ч.

$$\mathcal{E}_{\Delta} = 28,3 \cdot 0,3 \cdot 4,37 = 37,1 \text{ млрд. руб/год.} \quad (2)$$

Таким образом, экономический эффект от повсеместного внедрения технологии совмещенных обмоток составит 37,1 млрд. руб/год. Кроме этого, можно сделать вывод, что применение данной технологии позволит сохранить огромное количество ископаемого топлива, тем самым снизить негативное влияние на экологию в целом.

Библиографический список

1. Теплова, Я.О. Модернизация асинхронных машин / Я.О. Теплова [и др.] // Изобретатель и рационализатор. – 2018. – № 4. – С. 22-25.
2. Бычков, С.А. Энергоэффективная система электропривода ведущих колес трактора 0,2 тягового класса: дипл. работа (диссертация магистра электроэнергетики и электротехники). ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева – Москва: 2020. – 125 с.
3. Забудский, Е.И. Электрические машины. В 4-х частях: Учебное пособие для вузов [Текст]: Часть 2. Асинхронные машины / Е.И. Забудский – Москва: ООО «Мегаполис», 2017. – 304 с. (color). URL-адрес – http://zabudsky.ru/AD_UP2/1-2_UP2-AD_T.pdf.
4. Дуюнов, Д.А. Совмещенные обмотки электрических машин [Текст] / Е.Д. Дуюнов, Д.А. Дуюнов – Зеленоград: Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2018. – 245 с.

УДК 62-05

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПЕРСПЕКТИВ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АПК СО СПЕЦИФИКОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

Занфирова Лариса Вячеславовна, доцент кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени И.Ф.Бородина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация. Обоснована взаимосвязь разработки и применения новых технологий в АПК с качеством подготовки будущих инженеров. Рассмотрена специфика инженерной деятельности, описана роль технического мышления в ее успешном выполнении. Показаны возможности технико-практико-ориентированного текущего тематического контроля.

Ключевые слова: новые технологии, инженерная деятельность, обучение, техническое мышление, текущий контроль, тестирование

Разработка и применение новых технологий в энергообеспечении агропромышленного комплекса нашей страны, невозможны без изначальной качественной подготовки инженерных кадров. Ведь сколь совершенными ни были бы техника и технологии, без человека с соответствующим уровнем профессиональной подготовки, они мало эффективны, и даже весьма опасны.

Одной из основных проблем современного отечественного инженерного образования отмечается снижение уровня подготовленности абитуриентов и студентов инженерных специальностей [1], а исследование, проведенное в РГАУ-МСХА, подтвердило эту точку зрения [2].