

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Згуря Дмитрий Юрьевич, dimankrut2000@mail.ru

Аннотация:

В статье рассматриваются вопросы повышения надёжности электрооборудования, основным элементом которого является асинхронный электродвигатель. В литературе обсуждается несколько структур управления, направленных на повышение энергоэффективности асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Эти методы адаптируют поток в двигателе в соответствии с условиями эксплуатации для достижения наилучшего КПД, поскольку поток является единственной регулируемой переменной в двигателях этого типа. Однако предлагаемые методы различаются способом достижения цели, некоторые используют специальные алгоритмы или кривые, в то время как другие основаны на моделях потерь. Эти методы представлены в этом.

Ключевые слова: оптимизация, асинхронный электродвигатель, моделирование, ротор, контроль, система.

Введение влияния потерь в сердечнике в динамическую модель АД было предложено с помощью двух подходов, основанных на эквивалентном сопротивлении, которое измеряется посредством испытаний двигателя, таким образом, внося влияние этих потерь в баланс мощности.

Действительно, в первом методе потери механически представлены эквивалентным крутящим моментом, включенным в механическое уравнение, а в другом методе эквивалентный резистор непосредственно используется в электрических уравнениях модели.

Очевидно, что представление потерь в сердечнике через резистор ближе к реальности, чем использование эквивалентного крутящего момента, поскольку они существуют в двигателе в виде потерь тока в магнитной цепи статора и ротора. Это может привести к различиям в моделировании крутящего момента и скорости, в случае эквивалентного крутящего момента, из-за электрических потерь, вносимых как нарушение в механическое уравнение. С другой стороны, подход с использованием эквивалентного резистора усложняет вычисления из-за производной потока, которая приводит к неявным уравнениям в моделировании.

Анализ производительности предложенных динамических моделей был выполнен в среде MATLAB /Simulink. Были использованы параметры исследуемого двигателя мощностью 5,5 кВт, и проводились испытания на прямой запуск при нагрузке 25% от номинального крутящего момента, при котором двигатель питается от источника питания с фиксированным напряжением и частотой синусоидального напряжения.

Результаты моделирования в активной зоне представлены на рисунке 1 для обоих предложенных подходов, показывающих идентичные значения потерь в

установившейся зоне и незначительную разницу в 1,35% в переходной зоне, поскольку в каждом подходе для оценки потерь используется разный набор переменных, первый основан на скорости и крутящем моменте, а другой основан на токах и потоках АД.

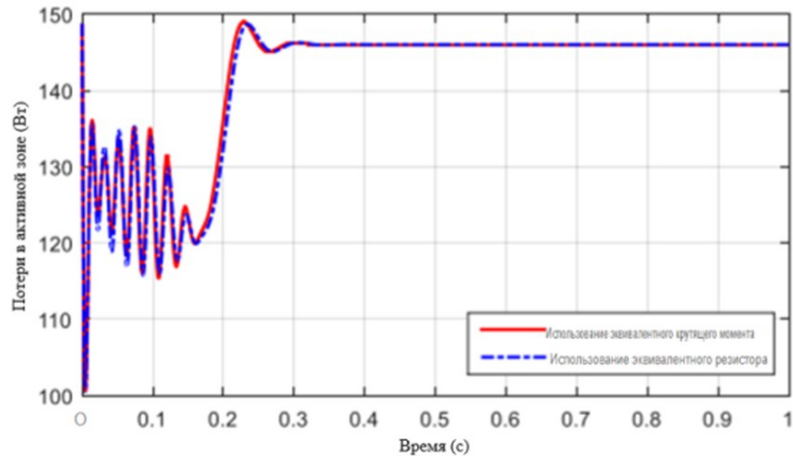


Рисунок 1 - Имитация потерь в активной зоне при испытании прямого запуска при нагрузке 25%

Энергетические и механические результаты представлены в установившейся зоне после запуска двигателя, через $t = 0,3$ с, чтобы вблизи показать различия между подходами. Действительно, входные значения мощности представлены на рисунке 2 для сравнения результатов, полученных в случае базовой динамической модели, которая не учитывает потери в активной зоне, и в случаях предложенных методов.

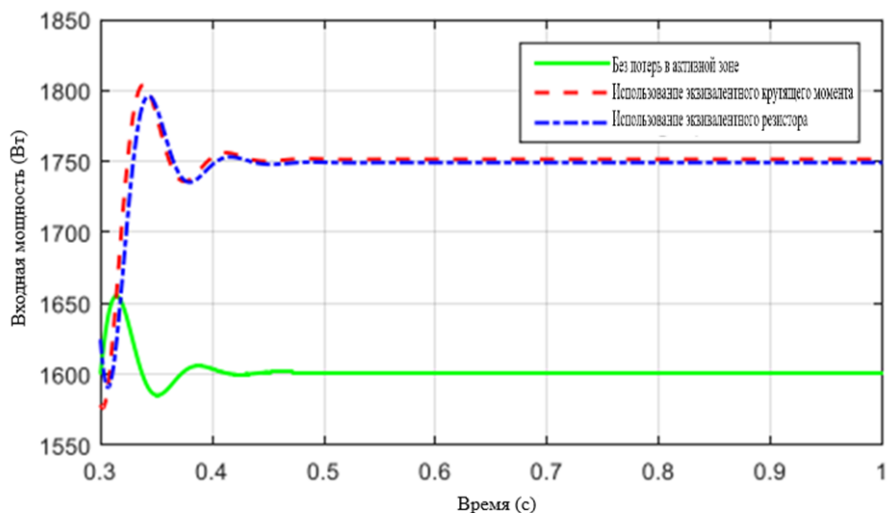


Рисунок 2 - Имитация входной мощности в тесте прямого запуска при нагрузке 25%

Результаты показывают увеличение потребляемой мощности на 146 Вт в установившемся режиме в предложенных подходах, что равно полученному значению потерь в активной зоне, тем самым подтверждая, что эти потери включены в баланс мощности моделируемого двигателя. Однако между двумя методами возникает небольшая разница в 1,3%, и она вызвана некоторой ошибкой, вызванной эквивалентным крутящим моментом, как описано ниже.

Основное различие между предлагаемыми методами заключается в изменении крутящего момента и частоты вращения, представленных на рисунке 3 и 4, показывающий увеличение моделируемого электромагнитного крутящего момента и снижение скорости в случае модели эквивалентного крутящего момента по сравнению с базовой моделью и другим подходом.

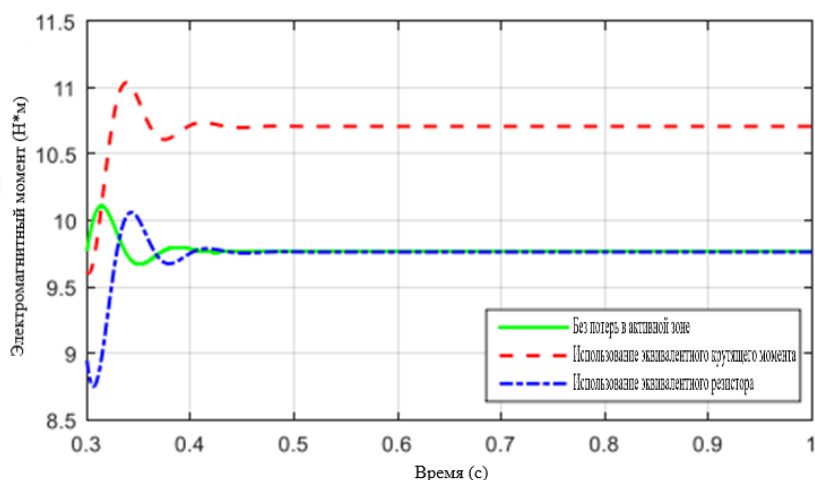


Рисунок 3 - Имитация электромагнитного момента при испытании прямого пуска при нагрузке 25%

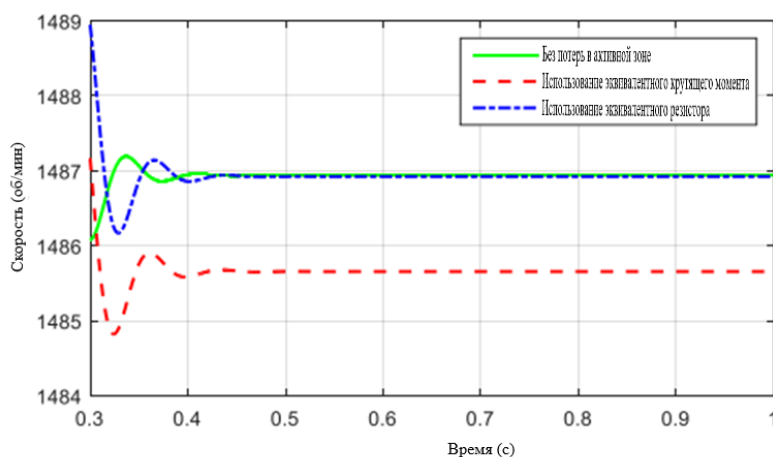


Рисунок 4 - Имитируемая скорость в тесте прямого запуска при нагрузке 25%

Поскольку нагрузка одинакова, равна 25%, электромагнитный крутящий момент и частота вращения должны оставаться неизменными при любом моделируемом подходе, поэтому разница, полученная в случае динамической

модели эквивалентного крутящего момента, является ненормальной и представляет собой недостаток предлагаемого метода. Погрешность крутящего момента действительно важна и составляет 8,8% в этом случае и уменьшается при увеличении крутящего момента нагрузки, но погрешность скорости в 0,086% является приемлемой.

В заключение отметим, что предлагаемые методы точно учитывают потери в активной зоне в динамической модели АД и в его балансе мощности, но при использовании подхода с эквивалентным крутящим моментом проявляются недостатки в механических переменных. Следовательно, метод эквивалентного сопротивления дает лучшие результаты с точки зрения точности, что делает его наилучшим вариантом для использования, даже несмотря на то, что он вносит некоторые сложности в процесс расчета, как отмечалось ранее.

Список используемой литературы:

1. Сташко, В. И. Метод диагностики изоляции на основе волновых затухающих колебаний / В. И. Сташко // Ползуновский вестник. – 2006. – № 4-2. – С. 420-423. – EDN KZCKMZ.

2. Сташко, В. И. Моделирование состояния изоляции обмоток асинхронных двигателей сезонно эксплуатируемого электрооборудования на основе использования показателей волнового переходного процесса / В. И. Сташко, И. Б. Губин // Ползуновский вестник. – 2002. – № 1. – С. 51-56. – EDN QСJOCB.

3. Гутов, И. А. Прогнозирование состояния электродвигателей на основе использования многофакторных моделей старения изоляции: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.02. – Защищена 26.12.97: Утв. / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул, 1997. – С. 259. Текст : электронный.

4. Терехин В. Б., Дементьев Ю. Н. Компьютерное моделирование систем электропривода в Simulink. – Москва : Изд-во Юрайт, 2018. – С. 306. Текст : электронный.

Информация об авторах

Згуря Д. Ю. – студент группы 8Э-31, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул.

Научный руководитель

Сташко В. И. – к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул.

Ссылка для цитирования

Згуря, Д. Ю. Оптимизация параметров энергоэффективности асинхронного двигателя / А. В. Захаров // Энерджинет. 2025. № 1. URL: <https://nopak.ru/251-114> (дата обращения: 10.06.2025).

