

$U_1 = \alpha \cdot U_{1H} = var$, складає потенціальний ресурс можливої економії.

$$\begin{aligned}\Delta\Sigma p &= \Sigma p - \Sigma p_{K_H=var; \alpha_{min}} = (a + K_H^2 \cdot B + c) - (2 \cdot K_H \sqrt{a \cdot B} + c) = \\ &= \alpha - 2K_H \sqrt{a \cdot B} + K_H^2 \cdot B;\end{aligned}$$

Потенціальна економія за рахунок регулювання величини напруги живлення $U_1 = \alpha \cdot U_{1n}$:

$$\Delta\Sigma p (\sqrt{a} - K_H \sqrt{B})^2;$$

При регулюванні напруги по критерію мінімуму втрат активної потужності α_{min} у всьому діапазоні зміни навантаження K_H , ККД становить:

$\eta = \eta_{max} = const$ – величина ККД практично не змінюється, несуттєво зменшуючись в області втрат, близьких до режиму холостого ходу. Залишається практично постійним і значення $\cos \varphi_H = const$ у всьому діапазоні зміни навантаження.

Таким чином, регулювання навантаження по критерію мінімуму втрат дає такі переваги:

- мінімізація втрат у всьому діапазоні зміни навантаження K_H дозволяє експлуатувати АД при незмінному $\eta = \eta_{max}$;
- суттєво обмежує споживання реактивного струму, що дозволяє отримати $\cos \varphi = \cos \varphi_H = const$;
- значно знижується негативний вплив комутаційних, пускових і інших перехідних процесів.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ РЕЖИМЫ ЧАСТОТНОГО ПУСКА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Евдокименко А.О., магистрант, Реуцкий Н.А., к.т.н., доц.
НТУУ «КПІ», кафедра електромеханики

Введение. В условиях резкого возрастания цен на электроносители весьма актуальной является тема поиска энергосберегающих режимов управления работой асинхронных двигателей (АД), имеющих широкое применение в промышленности.

Цель работы. Определение и расчет энергосберегающих режимов пуска АД при различных законах управления напряжения и частоты преобразователей частоты (ПЧ), определение оптимального времени нарастания напряжения и частоты питания.

Материалы и результаты исследований. Для исследования энергозатрат при пуске АД в среде “Simulink” была разработана схема управления асинхронным двигателем типа MS9024 мощностью 1,5 кВт и ПЧ Lenze 8200 Vector. Модель может реализовать все законы скалярного управления и разные характеры нагрузки, рассчитывать потери энергии, строить зависимости тока статора, момента и частоты вращения на валу ротора от времени, а также зависимость момента от скольжения.

Модель состоит из (рисунок 1):

Блок 1 – модель преобразователя частоты, позволяет увеличивать напряжение и частоту от заданного значения до номинального за определенное время.

Подблоки А, Б, В используются для обеспечения разных законов управления, достаточно добавить связь от блока Ramp к нужному подблоку.

Блок 2 – позволяет производить измерение напряжение и тока в обмотке статора АД.

С помощью блока 3 (Нагрузка двигателя) – можно смоделировать любое значение и характер нагрузки на АД.

Блок 4 – Асинхронная машина.

Блок 5 – система шин, предназначена для связи блоков.

Блок 6 – осциллографы характеристик двигателя, а именно тока статора, момента и скорости на валу ротора в функции от времени, и зависимость момента от скольжения.

Блок 7 (Power Meter) – производит расчет потребляемой, полезной и потерянной энергии.

Блок 8 – визуально показывает результаты расчета энергий.

Принцип работы схемы основан на последовательном преобразовании сигнала, и создание нужной зависимости постепенного нарастания напряжения и частоты питания.

Для вычисления потребленной, полезной и затраченной энергии – используем значение из статорных и роторных частей машины, а именно: ток обмотки статора; напряжения обмотки статора; скорость вращения ротора; момент на валу ротора.

Оперируя этими величинами, создана система подсчета потребляемой, полезной и затраченной мощности. Так же построены графики механической характеристики, зависимости тока статора, момента и скорости на валу в зависимости от времени.

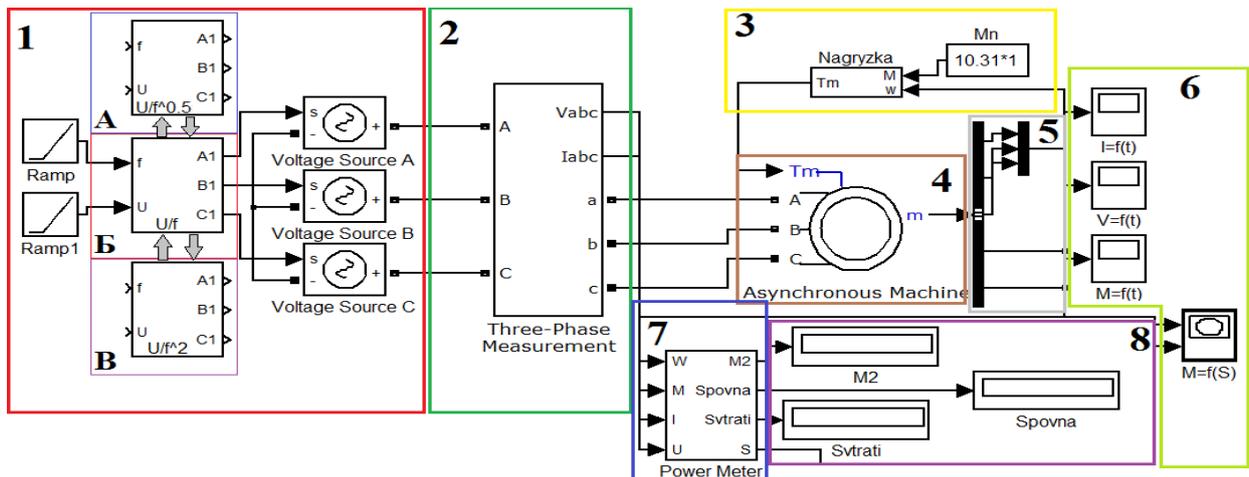


Рисунок 1 – Схема управления асинхронным двигателем

Были выполнены серии расчетов (около 300), для вентиляторного типа нагрузки, при разном времени нарастания частоты и напряжения от 0,05 с до 2 с. По результатам расчетов построены графики зависимостей потребляемой энергии от времени нарастания, для разных законов управления (рисунки 2-4):

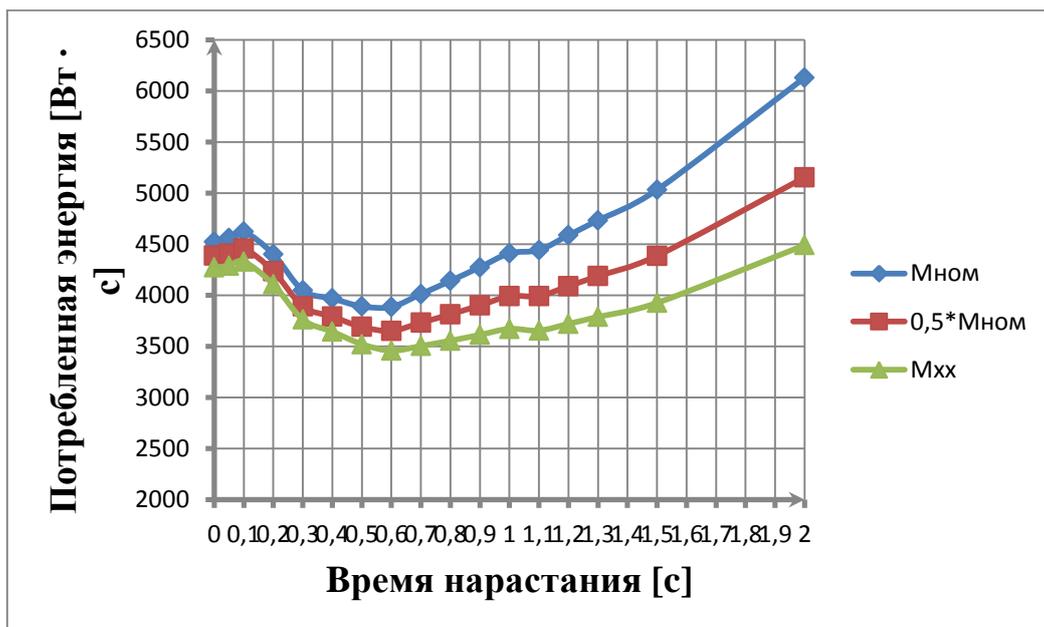


Рисунок 2 – Зависимость потребляемой энергии от времени нарастания напряжения и частоты питания по закону управления $U / (f \wedge 0.5) = \text{const}$

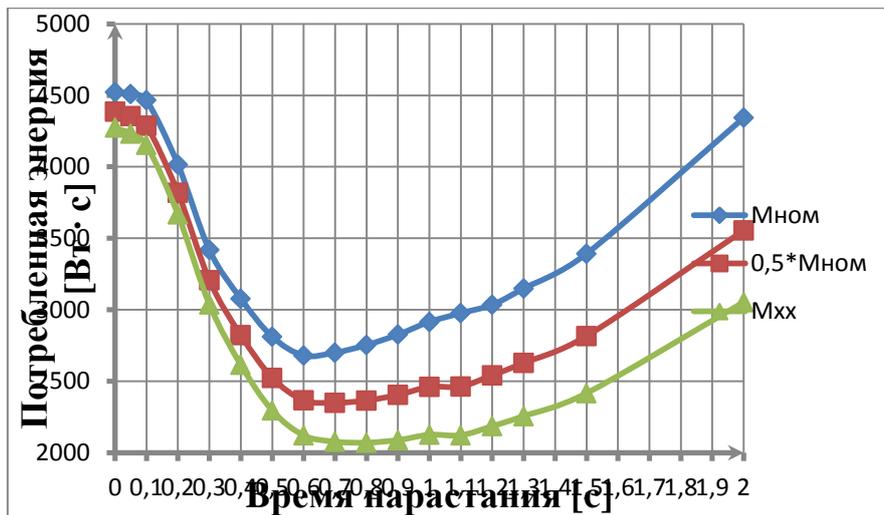


Рисунок 3 – Зависимость потребляемой энергии от времени нарастания напряжения и частоты питания по закону управления $U / f = \text{const}$

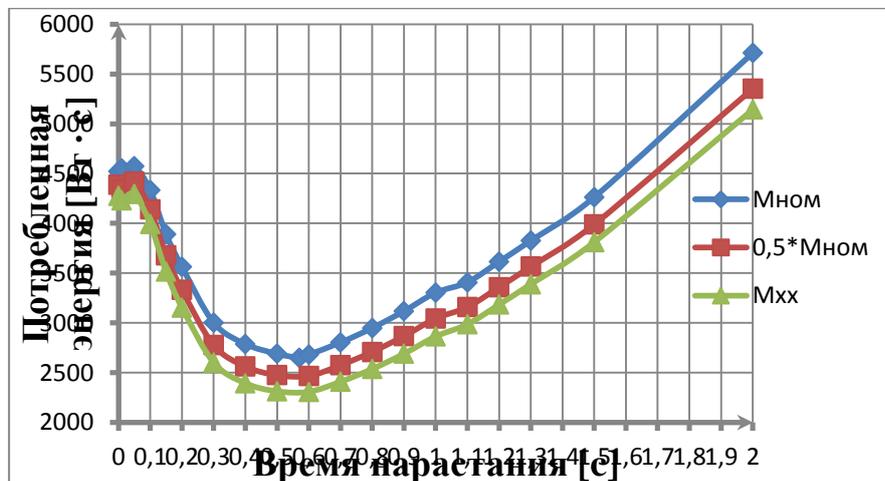


Рисунок 4 – Зависимость потребляемой энергии от времени нарастания напряжения и частоты питания по закону управления $U / f^2 = \text{const}$

При выборе определенного закона управления, увеличении времени нарастания значительно уменьшаются ударные токи в обмотке статора и ударный момент. Например, при прямом пуске они составляют 24А для Мн (рисунок 5), а для закона управления $U/f = \text{const}$ ударный ток при времени нарастания напряжения за 0,6с (рисунок 6), составляет 8А. При этом значительно уменьшился ударный момент с 40 Н·м (рисунок 7) до 18Н·м (рисунок 8).

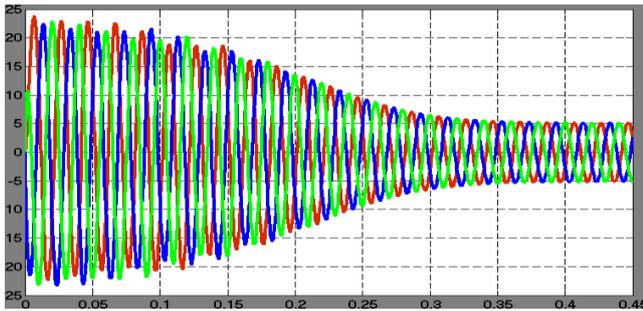


Рисунок 5 – Зависимость тока статора от времени при прямом пуске

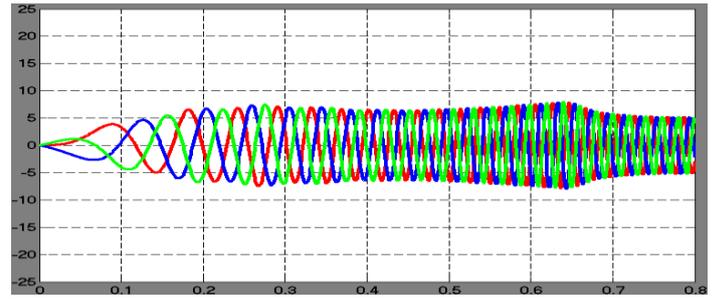


Рисунок 6 – Зависимость тока статора от времени при законе управления $U/f=\text{const}$

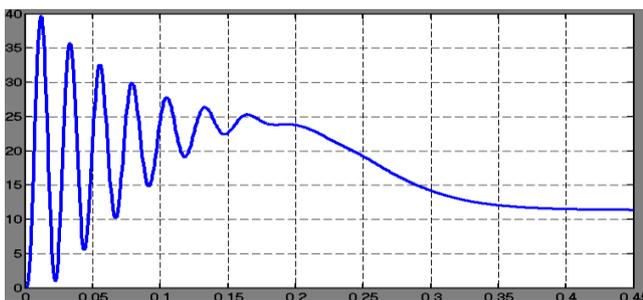


Рисунок 7 – Зависимость момента на валу от времени при прямом пуске

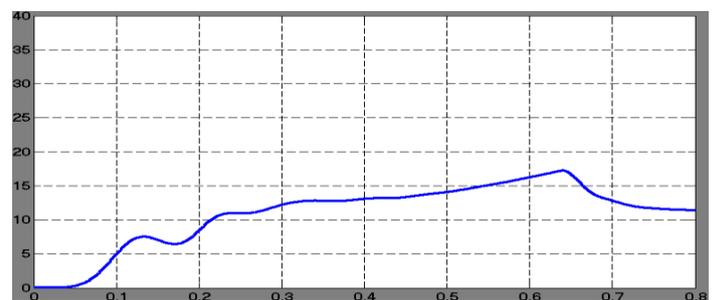


Рисунок 8 – Зависимость момента на валу от времени при законе управления $U/f=\text{const}$

Выводы. Расчет потребленной энергии при пуске АД MS9024 мощностью 1,5 кВт и ПЧ Lenze 8200 Vector позволил установить, что наименьшие затраты энергии, например, для вентиляторной характеристики нагрузки при времени нарастания напряжения $T = 0,57$ с, для закона управления $U/\sqrt{f} = \text{const}$, $T = 0,64$ с, для закона управления $U/f = \text{const}$ и $T = 0,57$ с, для закона управления $U/f^2 = \text{const}$.

Перечень ссылок

1. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод. – М.: АСАДЕМА, 2004. – 243с.
2. Васьковский Ю.Н., Гайденко Ю.А., Цывинский С.С., Трофимов В.А., Русятинский А.Е. Формирование тяговой характеристики частотно-регулируемого асинхронного электродвигателя, предназначенного для привода электровоза // Вісник КДПУ. – 2005. – №4/2005 (33). – С. 134–136.
3. Гажаман К.В., Гайденко Ю.А. Анализ показателей двухиндукторного асинхронного частотноуправляемого двигателя для лифтового электропривода // Доповіді за матеріалами Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Сучасні проблеми електроенергетичної та автоматики. – Київ: «Політехніка», 2010. – С.244-246.