

МЕТОДИКА РАСЧЁТА ГРАНИЧНОГО РЕЖИМА ОБЛАСТИ ИНВЕРТОРНОГО ТОРМОЖЕНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Воронова Зинаида Максимовна,

доцент, кандидат технических наук, ГБПОУ КК «Краснодарский технический колледж», Краснодар, e-mail: kamenural@mail.ru

Копырин Владимир Сергеевич,

профессор, кандидат технических наук, НЧОУ ВО «Технический университет УГМК», Верхняя Пышма, e-mail: kamenural@mail.ru

THE METHOD OF CALCULATION OF THE EDGE MODE REGION OF INVERTER BRAKING OF INDUCTION MOTORS

Voronova Zinaida Maksimovna,

Docent, Candidate of Technical Sciences, State Budgetary Vocational Educational Institution of Krasnodar Region «Krasnodar Technical College», Krasnodar, e-mail: kamenural@mail.ru

Kopyrin Vladimir Sergeevich,

Professor, Candidate of Technical Sciences, Non-State Educational Institution of Higher Education «Technical University UMMC», Verkhnyaya Pyshma, e-mail: kamenural@mail.ru

Аннотация. Методика расчёта граничного режима области инверторного торможения асинхронных двигателей при варьировании параметров автономного инвертора напряжения, двигателя и механизма.

Abstract. The method of calculation of the edge mode region of inverter braking of induction motors with varying parameters of the autonomous voltage inverter, the motor and mechanism.

Ключевые слова. Методика, асинхронный двигатель, автономный инвертор напряжения, инверторное торможение, параметры, граничный режим.

Key words. The method, induction motor, autonomous voltage inverter, inverter braking, parameters, edge mode region.

При разработке и проектировании систем «преобразователь частоты – асинхронный двигатель» (ПЧ–АД) с автономным инвертором напряжения (АИН) особое внимание уделяется реализации инверторного торможения (ИТ) [1–4]. Это объясняется необходимостью обеспечения инверторного возбуждения (ИВ) двигателя при отсутствии питания от сети (рис. 1). При срыве возбуждения АД от АИН электрическое торможение прекращается и система ПЧ–АД переходит в режим выбега. Поэтому важно определять границу области надёжного ИВ АД [2].

Инверторное возбуждение АД от АИН имеет отличительные особенности в установившемся и переходном режимах [1]. В докладе рассматривается только переходный режим ИТ АД, когда происходит снижение скорости ω двигателя от начальной до конечной или до нуля. При этом отсутствуют дополнительные источники электроэнергии.

Выполненные теоретические и экспериментальные исследования влияния параметров АИН–АД и механизма (М) показали, что режим ИТ в большей степени зависит от активных сопротивлений обмоток статора R_1 и ротора R_2 двигателя, тормозной проводимости g_T и ёмкости фильтра C_F (C_1 – ёмкость C_F , приведённая к вы-

ходу АИН). Остальные параметры в заданном диапазоне их изменения не приводят к срыву самовозбуждения АД через АИН и к прекращению ИТ [1–4].

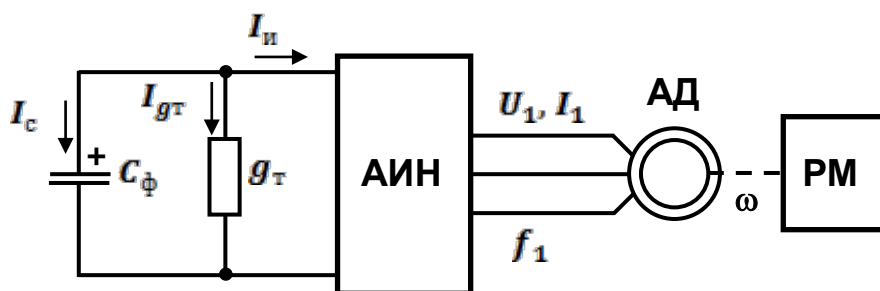


Рис. 1. Схема системы АИН-АД при инверторном торможении

Следовательно, исходными условиями при разработке методики расчёта граничного режима области ИТ АД принимаются:

- математическая модель системы АИН-АД в переходном режиме ИТ, учитывающая насыщение главной магнитной цепи АД;
- основные варьируемые параметры системы АИН-АД: R_1 , R_2 , g_τ , C_1 [1, 2].

Разработанную методику можно представить в виде следующих этапов расчёта [2]:

1 – выбираются параметры АД (R_1 и R_2) и варьируются в обоснованном диапазоне от 0,6 и до 1,4 номинальных значений [2], при неизменных остальных параметрах двигателя, равных номинальным величинам;

2 – задаются значениями момента статического сопротивления и момента инерции электропривода, а также темпом снижения частоты f_1 напряжения на выходе АИН;

3 – определяются в качестве изменяемых параметров начальные величины g_τ и C_1 ;

4 – производится расчёт переходных процессов системы АИН-АД при дискретном варьировании R_1 и R_2 , включая их граничные значения, и оценка качества переходного процесса по критерию надёжного ИВ двигателя; расчёт по п. 4 выполняется до тех пор, пока для заданных значений параметров R_1 и R_2 определяется величина g_τ , при которой происходит срыв инверторного возбуждения АД;

5 – выполняется расчёт граничных значений надёжного ИТ АД аналогично п. 4 при варьировании величины C_1 .

В соответствии с математической моделью системы АИН-АД в режиме ИТ, учитывающей насыщение главной магнитной цепи двигателя, и разработанной методикой определения границы области надёжного инверторного торможения предложен алгоритм расчёта, который содержит следующие операции:

- ввод исходных неизменяемых при расчёте ИТ параметров системы АИН-АД;
- ввод исходных варьируемых параметров АД (R_1 , R_2);
- ввод исходных варьируемых параметров ёмкости фильтра C_1 ;

- приравнивается нулю начальное значение тормозной проводимости g_T для каждого сочетания сопротивлений R_1 , R_2 и ёмкости C_1 (тормозное сопротивление отключено);
- вызов подпрограммы ИНТОР, которая выполняет расчёт переходного процесса инверторного торможения АД;
- если в момент снижения частоты f_1 до нуля, скорость ω ротора двигателя окажется равной нулю или меньше заданного значения $\Delta\omega$, то режим ИТ соответствует критерию надёжности; после этого тормозная проводимость увеличивается на Δg_T и повторяется расчёт тормозного режима АД.

Далее расчёт ИТ АД проводится при тех же сопротивлениях R_1 и R_2 , но при большем значении ёмкости C_1 фильтра. При каждом расчёте переходного процесса определяется предельное значение тормозной проводимости g_T для заданного сочетания параметров АД и ёмкости C_1 , при котором осуществляется надёжное инверторное торможение. После перебора всех сочетаний параметров АД и ПЧ расчёт заканчивается. Для продолжения расчётов выбираются новые начальные условия системы АИН–АД.

На рис. 2 представлены результаты проведённого расчёта переходных процессов ИТ АД:

- при снижении скорости двигателя от начальной до нуля;
- трёх сочетаний активных сопротивлений обмоток статора и ротора;
- изменяющимися параметрами являются тормозная проводимость g_T и ёмкость фильтра C_1 ;
- расчёты выполнены в относительных единицах [1, 2].

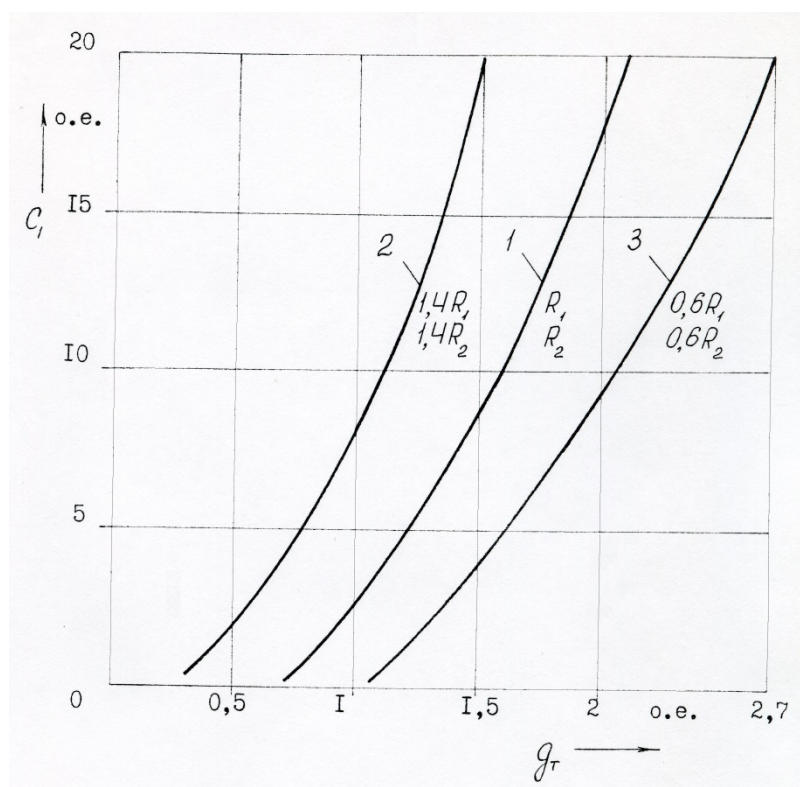


Рис. 2. Влияние параметров АД на область инверторного торможения

При номинальных параметрах двигателя надёжному ИВ соответствует область на координатной плоскости от оси ординат до характеристики 1. При увеличении активных сопротивлений статора и ротора эта область уменьшается. Так, для 1,4 R_1 и 1,4 R_2 она ограничена характеристикой 2. При уменьшении R_1 и R_2 область существования ИВ увеличивается, и для 0,6 R_1 , 0,6 R_2 она будет ограничена характеристикой 3. При других сочетаниях параметров АД характеристики ограничения области ИТ АД будут занимать промежуточное положение между кривыми 2 и 3.

Методика позволяет для конкретной системы ПЧ–АД–РМ и заданных требований к темпу торможения электропривода рассчитать параметры тормозной проводимости и ёмкости фильтра, при которых обеспечивается надёжное инверторное торможение электродвигателя.

Список использованных источников

1. Копырин В.С., Лихошерст В.И., Соколов М.М. Тормозные режимы системы преобразователь частоты – двигатель. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
2. Воронова З.М. Разработка асинхронных двигателей с учетом переходных процессов инверторного торможения: Автореф. дис. канд. техн. наук. – М.: МЭИ, 1988.
3. Копырин В.С., Копылов И.П., Воронова З.М. Динамические энергетические показатели асинхронных двигателей при инверторном торможении // Эффективное и качественное снабжение и использование электроэнергии: сб. докл. 3-й междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: УрФУ, 2013. – С. 168–171.
4. Воронова З.М. Оптимизация переходных процессов инверторного торможения асинхронных двигателей / З.М. Воронова, В.С. Копырин // Эффективное и качественное снабжение и использование электроэнергии: сб. докл. 5-й междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: УрФУ, 2016. – С. 122–124.