

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной
и инновационной работе
ФГБОУ ВО УГНТУ

К. Ю. Я.

Рабеев Р.У.

2020 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Балденкова Александра Александровича «Структурные методы линеаризации динамических характеристик асинхронных электроприводов с частотным управлением», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Актуальность темы

Частотное управление, в настоящее время, является наиболее распространенным методом управления электроприводами переменного тока, в частности асинхронными электроприводами. Значительную часть преобразователей частоты, особенно на предприятиях малого и среднего бизнеса, представляют преобразователи частоты таких компаний, как Schneider Electric, Danfoss, Vacon. Преобразователи частоты, имеющие относительно низкую стоимость, но, в тоже время, широкие функциональные возможности, определяются автором работы, как средний технико-экономический класс. Как правило, в преобразователях частоты такого класса, применяются стандартные, хорошо отработанные алгоритмы скалярного, векторного управления, *DTC* и др. Тем не менее, применение стандартных алгоритмов управления в асинхронных электроприводах реальных промышленных механизмов не всегда эффективно, что подтверждается рядом экспериментов, проведенных автором. Это также подтверждается многочисленными научными исследованиями в России и за рубежом.

Автором диссертации предлагается новый подход к анализу асинхронных электроприводов и их эффективной коррекции.

Этим обуславливается актуальность диссертационного исследования, в котором рассматриваются особенности и проблемы частотного управления асинхронными электроприводами, а также пути повышения его эффективности.

Полученные автором диссертации результаты, их значимость и достоверность

Основные научные результаты, полученные в диссертационной работе Балденкова А.А., заключаются в следующем:

1. Для анализа асинхронных электроприводов автор предлагает нелинейную передаточную функцию, зависящую от частоты статорного напряжения и нагрузки. Построенные по этой передаточной функции семейства частотных характеристик описывают особенности процессов, происходящих в асинхронных электроприводах при различных частотах статорного напряжения и нагрузке.

2. Предложенная автором нелинейная передаточная функция асинхронного электропривода позволяет оценить эффективность формирования момента тем или иным способом управления по необходимому абсолютному скольжению, которое лучше всего оценивается спектральным анализом по частоте основной гармоники роторного тока.

3. Предложенная автором бездатчиковая коррекция – динамическая положительная обратная связь по активной составляющей тока статора с динамическим звеном первого порядка, с параметрами, адаптированными к частоте статорного напряжения, логично связана с нелинейной передаточной функцией, а ее эффективность подтверждается компьютерным моделированием и комплексом экспериментальных исследований, проведенных на лабораторном исследовательском стенде и промышленных объектах.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

1. Предложенная автором эффективная бездатчиковая коррекция асинхронного электропривода обеспечивает практически полную компенсацию статических нагрузок, а также лучшие, в сравнении со стандартными алгоритмами управления, динамические характеристики привода и может быть внедрена во все электроприводы, построенные на базе широко применяемых преобразователей частоты, в том числе с помощью стандартных программируемых логических контроллеров, не требует внесения изменений в аппаратную и программную часть используемых преобразователей частоты. Внедрение разработанной коррекции в систему управления асинхронными электроприводами технологической линии по окраске листового материала ООО «Комплекс» (г. Челябинск), снизило процент брака с 25% до 1%.

2. Разработанный автором стенд включен в программу подготовки бакалавров, обучающихся по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», и магистров по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Южно-Уральском государственном университете (НИУ).

Достоверность полученных положений, выводов и рекомендаций обусловлена корректным применением математического аппарата, подтверждается адекватностью результатов теоретического исследования с результатами компьютерного

моделирования, качественным соответствием их результатам, полученным экспериментально на лабораторном исследовательском стенде и промышленном оборудовании.

Рекомендации по использованию результатов и выводов работы

Результаты и выводы диссертационной работы Балденкова А.А. рекомендуются к использованию в науке и промышленности, а именно:

1. Методика оценки эффективности формирования момента спектральным анализом токов ротора дает возможность в лабораторных условиях либо на технологических объектах, на которых установлены асинхронные двигатели с фазным ротором, производить оценку эффективности различных алгоритмов управления, как стандартных, так и вновь разрабатываемых.

2. Применение динамической положительной обратной связи для коррекции статических и динамических характеристик асинхронных электроприводов, построенных на базе широко распространенных преобразователей частоты, позволяет повысить качество управления асинхронными электроприводами промышленных механизмов без замены оборудования и внесения изменений в программное обеспечение и аппаратную часть используемых преобразователей частоты.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

Исследование, проводимое в рамках диссертационной работы, соответствует формуле и области исследования, приведенным в паспорте специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы, в частности: первое и второе научные положения соответствуют п. 1 (развитие общей теории электротехнических комплексов и систем; компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем), второе и третье научные положения соответствуют п. 3 (разработка, структурный синтез электротехнических комплексов и систем; разработка алгоритмов эффективного управления), первое и четвертое положения соответствуют п. 4 (исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях).

Соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы.

Оценка содержания диссертации

Диссертация написана четким и ясным языком с большим количеством графического материала, поясняющего и иллюстрирующего соответствующие результаты, научные положения и технические решения. Содержание диссертации достаточно полно отражено в публикациях.

Замечания

По содержанию работы имеются следующие замечания:

1. В работе исследуются преобразователи частоты среднего технико-экономического класса, но нет четкого определения этого класса, общепринятое определение, также, отсутствует. Непонятно, преобразователи каких производителей, какой стоимости, какой мощности и на какие напряжения могут быть отнесены к данному классу.
2. Автор в работе отмечает недостатки векторного управления, как замкнутого, так и разомкнутого, но не раскрывает причин, обуславливающих появление этих недостатков.
3. Не указано, для какого диапазона мощностей приводов справедливы подходы, предложенные автором.
4. Не совсем понятно, измерение токов ротора предлагается автором использовать только для идентификации системы управления или непосредственно для управления приводом.
5. Имеются недочеты в оформлении рисунков и схем диссертации. На приведенных диаграммах спектрального анализа в главе 3 не везде четко читаются параметры, на подрисуночной надписи рис. 1.22 проставлены номера позиций, но на самом рисунке они отсутствуют.
6. В предлагаемом автором внешнем корректирующем аналоговом устройстве используются устаревшие операционные усилители К140УД608. В разрабатываемой аппаратуре следует использовать более современную элементную базу.

Заключение

Диссертационная работа Балденкова Александра Александровича «Структурные методы линеаризации динамических характеристик асинхронных электроприводов с частотным управлением» представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему. Сделанные замечания не изменяют общей положительной оценки диссертации и не снижают её научный уровень. Выводы и рекомендации имеют достаточно обоснованный характер. Результаты проведенных исследований опубликованы в печатных изданиях, в том числе рекомендованных списком ВАК РФ, а также изданиях, индексируемых в базах *Scopus* и *Web of Science*, доложены и обсуждены на ряде всероссийских и международных конференций.

По своей актуальности, объему выполненных исследований, научному содержанию, новизне и практической значимости результатов работа полностью отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Балденков Александр Александрович заслуживает присуждения ученой степени

кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Отзыв составлен на кафедре электротехники и электрооборудования предприятий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (УГНТУ) кандидатом технических наук, доцентом кафедры Хазиевой Региной Тагировной.

Диссертационная работа Балденкова Александра Александровича «Структурные методы линеаризации динамических характеристик асинхронных электроприводов с частотным управлением», автореферат и отзыв обсуждены на заседании кафедры электротехники и электрооборудования предприятий ФГБОУ ВО «УГНТУ», протокол №10 от 19 марта 2020 г. На заседании кафедры присутствовали сотрудники кафедры – 9 человек, из них д.т.н – 3 человека, к.т.н. – 6 человек.

Заведующий кафедрой электротехники
и электрооборудования предприятий,
доктор технических наук, доцент

М.И. Хакимьянов
19.03.2020

Хакимьянов
Марат Ильгизович

Доцент кафедры электротехники
и электрооборудования предприятий,
кандидат технических наук

Р.Т. Хазиева

Хазиева
Регина Тагировна

Подписи Хакимьянова М.И. и Хазиевой Р.Т.
заверяю, начальник ОРП

М.И. Хакимьянов



О.А. Дадаян

О.А. Дадаян

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (УГНТУ).

Почтовый адрес: 450064, Россия, г. Уфа, ул. Космонавтов 1.

Тел.: (347) 242-03-70; факс: (347) 243-14-19

E-mail: info@rusoil.net; <http://www.rusoil.net>

Докторская диссертация Хакимьянова М.И. защищена по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Кандидатская диссертация Хазиевой Р.Т. защищена по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.