

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук
Шклярского Ярослава Элиевича на диссертационную работу
Пикалова Владимира Владимировича на тему: «Системы регулируемого асинхронного электропривода, обеспечивающие работу электротехнического комплекса электродуговых плазменных установок», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы

Актуальность темы диссертационной работы

Для стабильной работы электродуговых плазменных комплексов необходимо обеспечить согласованную работу электродугового узла и всех систем электроприводов, обеспечивающих работу электродугового восстановительного комплекса. Для согласования работы всех узлов необходимо учитывать резко переменные нагрузки во время работы комплекса. Сегодня основной проблемой при работе систем электроприводов, обеспечивающих работу комплекса, является пуск двигателей в момент просадки напряжения питающей сети, ввиду большой мощности электродугового узла установки и большой удаленности комплексов от питающих подстанций.

Также, наряду с просадками напряжения питающей сети, наиболее остро стоит вопрос повышения энергоэффективности вращающихся электроприводов и стабилизации пускового момента. А также обеспечение стабильной работы вращающихся электроприводов на ползучих скоростях. Однако, кроме электроприводов вращающего и нагнетающего модулей, одним из основных является электропривод подающего конвейера, который обеспечивает подачу сжигаемого материала в рабочую камеру. Для конвейерных систем электропривода характерно использование асинхронных двигателей с фазным ротором. Традиционно системы управления АДФР строятся с применением параметрических элементов в роторной цепи, что приводит к ухудшению энергоэффективности системы. Для повышения энергетических показателей применяют каскадные системы, но они обладают достаточно узким диапазоном регулирования скорости вращения.

В связи с наличием указанных недостатков существующих систем электроприводов остается актуальной задача совершенствования систем регулируемых асинхронных электроприводов, обеспечивающих работу электродуговых плазменных комплексов путем разработки дополнительных модулей, способных решить проблему регулирования напряжения и тока в звене постоянного тока преобразователей частоты, обеспечить пуск с постоянным моментом и необходимый диапазон регулирования скорости вращающихся электроприводов.

Достоверность и новизна основных результатов работы

Автором получены следующие новые научные результаты:

Во-первых, разработана система асинхронного электропривода на базе инвертора напряжения со скалярным управлением и дополнительным транзисторным коммутатором в звене постоянного тока преобразователя частоты, отличающаяся импульсным процессом накопления и передачи энергии от накопителя энергии к инвертору, что позволяет повышать выпрямленное напряжение при снижении напряжения питающей сети.

Во-вторых, разработана система асинхронного электропривода на базе инвертора тока и алгоритма импульсного управления, отличающаяся импульсным процессом регулирования напряжения в звене постоянного тока преобразователя частоты, с использованием индуктивного накопителя энергии и транзисторного коммутатора, позволяющая упростить формирование синусоидальной формы тока статора двигателя переменного тока при пониженной частоте до 1 Гц и обеспечить стабилизацию пускового момента двигателя за счет включения в систему управления транзисторным коммутатором наблюдателя момента двигателя.

В-третьих, разработана система частотно-каскадного асинхронного электропривода на базе инвертора тока и алгоритм импульсного управления, отличающаяся реализацией стабилизации пускового момента двигателя за счет включения в систему управления транзисторным коммутатором наблюдателя момента двигателя и характеризующаяся снижением потребления активной мощности из питающей сети по сравнению с системами параметрического резисторного управления асинхронным двигателем с фазным ротором.

Достоверность результатов научных исследований в данной диссертационной работе подтверждается: обоснованием компьютерных моделей и положений теории основ электротехники, автоматического управления, электрических машин, теории электропривода, результатами экспериментальных исследований на испытательном стенде, апробацией основных научных результатов на научно-технических конференциях, опубликованием статей в научных реферируемых журналах, широтой привлеченных источников.

Ценность для науки и практики

1. Обоснована необходимость разработки нестандартного преобразователя частоты, допускающего работу в системе электропривода при пониженном напряжении питания за счет введения в звено постоянного тока накопителя энергии и импульсных элементов, что позволит регулировать выходное напряжение инвертора и расширит функциональные возможности электропривода.

2. Разработана и исследована система частотного управления асинхронным двигателем, питающимся от инвертора напряжения со скалярной системой управления, с дополнительными элементами - индуктивным накопителем энергии и транзисторным коммутатором в звене постоянного тока преобразователя частоты, управляемым с помощью релейного регулятора, с обеспечением форсировки напряжения на выходе инвертора при снижении напряжения в питающей сети с возможностью поднятия уровня напряжения на 48%, а также с обеспечением регулирования амплитуды и длительности импульсов напряжения, подаваемого на фазные обмотки статора двигателя, что упрощает формирование тока статора с уменьшенными гармоническими искажениями при пониженной частоте.

3. Разработана и исследована система частотного управления асинхронным двигателем, питающимся от инвертора тока, с дополнительными элементами в звене постоянного тока преобразователя частоты - накопителем энергии и транзисторным коммутатором, управляемым с помощью релейного регулятора, с обеспечением снижения напряжения в звене постоянного тока до 50%, что упрощает формирование синусоидальной формы тока статора при пониженной частоте до 1 Гц, необходимой для получения пониженной «ползучей» скорости двигателя. За счет построения замкнутого контура с наблюдателем момента в канале управления транзисторным коммутатором обеспечена стабилизация пускового момента двигателя.

4. Разработана система частотно-каскадного асинхронного электропривода на базе инвертора тока и алгоритм импульсного управления с дополнительным накопителем энергии и транзисторным коммутатором в звене постоянного тока преобразователя частоты, управляемым с помощью релейного регулятора, с обеспечением импульсной стабилизации пускового момента с помощью наблюдателя момента двигателя, характеризующаяся снижением на 45% потребления активной мощности из питающей сети по сравнению с системами параметрического резисторного управления асинхронным двигателем с фазным ротором.

5. Проведены экспериментальные исследования разработанной системы регулируемого асинхронного электропривода с созданным преобразователем частоты, позволяющим регулировать выходное напряжение инвертора.

Полученные в диссертационной работе результаты использованы на предприятиях: ПАО «Добринский сахарный завод», ООО «ЭкоСоюз», а также используются в учебном процессе на кафедре электропривода Липецкого государственного технического университета.

Публикации по работе

Основные положения диссертации изложены в 26 печатных работах, из которых 5 – в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 6 научных публикаций в электронном издании IEEE, рецензируемом наукометрической базой Scopus, получены 8 патентов на изобретение и 3 на полезную модель.

Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации

Содержание автореферата соответствует основным положениям и содержанию диссертационной работы, и отражает цель, идеи и научные результаты исследования. Написан литературным языком с использованием терминологии, принятой в данной отрасли науки и техники, стиль изложения – доказательный.

Замечания

1. Разделы 2.3 и 2.4. Научные подходы к установке в звене постоянного тока дополнительных преобразователей известны вплоть до объединения нескольких преобразователей частоты по одной шине постоянного тока (DC bus), в связи с этим необходимо подчеркнуть, в чем конкретно состоит научная составляющая новизны предложенных в диссертационной работе технических решений"?

2. С чем связано ограничение до 35 кГц частоты коммутации преобразователя в звене постоянного тока?

3. Математическое описание модели неуправляемого диода, представленное на стр. 38, общеизвестно и не представляет интереса.

4. Просадки сетевого напряжения часто связаны с повышением величины сетевого тока. При работе повышающего преобразователя мощность нагрузки остается прежней, но величина тока увеличится, что приведет к дальнейшему понижению сетевого напряжения. Может быть, следовало рассмотреть химический накопитель в звене постоянного тока.

5. Из приведенных результатов работы импульсных модулей стабилизации напряжения и тока в звене постоянного тока не ясно, компенсация может осуществляться только кратковременно, или, при необходимости, длительно работать при пониженном или повышенном уровне напряжения питающей сети.

6. Как и во всех работах, в диссертации достаточно стилистических и грамматических ошибок.

Вместе с тем стоит отметить, что указанные замечания не снижают в целом достоинств представленной к защите диссертационной работы.

Заключение

Диссертация Пикалова Владимира Владимировича является законченной научно-квалификационной работой, в которой предложено новое решение по созданию алгоритмов управления частотно-регулируемыми асинхронными приводами на базе импульсных систем регулирования напряжения и тока в звене постоянного тока преобразователя частоты.

Работа Пикалова В.В. соответствует пунктам 1, 3, 4 паспорта научной специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы.

Представленная диссертационная работа «Системы регулируемого асинхронного электропривода, обеспечивающие работу электротехнического комплекса электродуговых плазменных установок» соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с пунктами 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней» в редакции постановления правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г., а её автор, Пикалов Владимир Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы».


Официальный оппонент –

доктор технических наук, профессор,

заведующий кафедрой общей электротехники

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»

Шклярский Ярослав Элиевич



03 ноября 2023 г.



С. Я. Шклярского
Заместитель начальника управления делопроизводства
и контроля документооборота



Е.Р. Яновицкая
03 НОЯ 2023

Сведения об организации:

Адрес: 199106, г. Санкт-Петербург, 21-я линия д. 2.

Тел.: +7 (812) 382-04-62

E-mail: js-10@mail.ru, Shklyarskiy_YaE@pers.spmi.ru