

## АННОТАЦИЯ

Практическому внедрению систем двухзонного регулирования, разработанных на предыдущем этапе и исследованных на математических моделях, должны предшествовать исследования их динамических свойств в лабораторных условиях. Кроме того, необходима разработка методик расчета параметров силового электрооборудования при внедрении разработанных электроприводов и систем управления.

**Целью четвертого этапа** выполняемой НИР являются разработка лабораторной экспериментальной установки, исследования на ней и разработка методик расчета параметров силового электрооборудования при внедрении разработанных электроприводов и систем управления.

Для достижения цели **решены следующие задачи**:

1. Разработана лабораторная экспериментальная установка, позволяющая выполнить исследования основных режимов разработанных систем двухзонного регулирования скорости.

2. В результате экспериментальных исследований на действующей лабораторной установке доказано, что показатели основных координат электропривода в динамических режимах за цикл прокатки в существующей и разработанных системах отличаются не более чем на 2,5–5%. Следовательно, применение разработанных систем не приведет к отклонению параметров технологического процесса.

Экспериментально доказано, что автоматическая коррекция ЭДС двигателя пропорционально отклонению напряжения сети позволяет исключить составляющую запаса выпрямленной ЭДС, необходимую для обеспечения устойчивой работы при максимальных отклонениях напряжения сети, достигающих при прокатке «тяжелых» профилей 10–15%.

В целом, в результате лабораторных экспериментальных исследований подтверждены достоверность основных теоретических предположений и работоспособность разработанных систем двухзонного регулирования скорости с переключающимися структурами.

3. Проведенный анализ известных методик расчета максимального напряжения тиристорного возбудителя в электроприводах с двухзонным регулированием скорости показал, что большинство из них разработаны исходя из условия, что максимальное напряжение ТПВ требуется в режиме торможения и определяется темпом замедления ЭП. В разработанном электроприводе с автоматическим изменением задания ЭДС максимальное напряжение ТПВ требуется при отработке ударного приложения нагрузки при одновременном повышении задания ЭДС.

Предложены зависимости для вычисления максимального напряжения ТПВ при применении разработанной системы с автоматическим повышением задания ЭДС с демпфирующим звеном инерционным первого порядка. Показано, что их применение позволяет определить форсировочное напряжение ТПВ с достаточной для практических целей точностью (с погрешностью в пределах  $\pm 10\%$ ).

В результате проведенных исследований показано, что применение разработанной системы с переключающейся структурой и автоматическим изменением задания ЭДС по апериодическому закону не приводит к повышению форсировки возбудителя, а также к переходу его напряжения в отрицательную область. Следовательно, при применении разработанной системы в действующих электроприводах прокатных станков изменения параметров тиристорных возбудителей не потребуется.

На основе уравнения равновесия якорной цепи и аналитических зависимостей для расчета величины падения напряжения на индуктивном сопротивлении в динамических режимах получены зависимости для определения максимального выпрямленного напряжения ТП при применении разработанной системы с автоматическим изменением задания ЭДС. Полученные зависимости учитывают параметры цепи выпрямленного тока, показатели настройки двухконтурной АСР регулирования скорости и отклонения напряжения сети.

4. Выполнена разработка специализированного программного обеспечения по расчету параметров электрооборудования при внедрении разработанных электроприводов и алгоритмов управления.

5. В соответствии с календарным планом научно-исследовательской работы по результатам исследований были подготовлены научно-методические материалы для публикации монографии.

**Научная значимость результатов** состоит в разработке лабораторной установки электропривода клетки прокатного стана с двухзонным регулированием скорости с переключающейся структурой и автоматическим изменением координаты, регулируемой по цепи возбуждения. В результате исследований подтверждено, что разработанные системы двухзонного регулирования обеспечивают возможность улучшения энергетических показателей при сохранении требуемых динамических характеристик электропривода. Предложены аналитические зависимости для расчета максимального выпрямленного напряжения тиристорного преобразователя и максимального (форсировочного) напряжения тиристорного возбудителя при реализации разработанного способа двухзонного регулирования с переключающейся структурой и автоматическим изменением координаты, регулируемой по цепи возбуждения.

Руководитель работ по проекту  
главный научный сотрудник НИС  
ФГБОУ ВПО «МГТУ»,  
доктор техн. наук, профессор

20 июня 2012 г.

М.П.

Карандаев А.С.