

В диссертационный совет Д212.111.04 при ФГБОУ ВО
«Магнитогорский
государственный технический
университет им. Г.И. Носова»
455000, Челябинская область,
г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Буланова Михаила Викторовича

«Обеспечение электромагнитной совместимости мощных электроприводов с активными выпрямителями в системах электроснабжения при наличии резонансных явлений» на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы»

В последние годы благодаря развитию силовой преобразовательной техники мощные промышленные электроприводы, в том числе главные электроприводы прокатных станов, стали выполняться на базе многоуровневых преобразователей частоты (ПЧ) с активными выпрямителями (АВ). Благодаря применению в активных выпрямителях полностью управляемых силовых ключей с ШИМ модуляцией, а также системы векторного управления с контурами регулирования напряжения в звене постоянного тока и ортогональных составляющих сетевого тока, возможны режимы рекуперации энергии в питающую сеть при торможении электропривода и поддержания заданного значения коэффициента мощности на входе ПЧ-АВ. Кроме того, применение специальных алгоритмов ШИМ с удалением выделенных гармоник позволяет функционировать ПЧ-АВ с улучшенным гармоническим составом сетевых токов и, как следствие, лучшей электромагнитной совместимостью с питающей сетью. Однако опыт эксплуатации мощных ПЧ-АВ на промышленных предприятиях показал, что в ряде случаев, когда в частотной характеристике питающей сети 6-35 кВ присутствуют резонансы токов в области высокочастотных гармоник, генерируемых АВ из-за применения ШИМ, могут возникать сильнейшие искажения напряжения на общих секциях заводской подстанции. Это приводит к аварийным отключениям, а в некоторых случаях и выходам из строя, чувствительных к высшим гармоникам электроприемников, функционирующих параллельно с мощными силовыми преобразователями. Отечественные и зарубежные стандарты, регламентирующие показатели качества электроэнергии (ПКЭ) в электрических сетях, на текущий момент не учитывают наличие значимых высокочастотных гармоник напряжения с номером $n \geq 40$ или 50, что отражено в методиках проведения анализа ПКЭ и самих показателях качества, что усложняет выявление проблем с ЭМС при эксплуатации мощных ПЧ-АВ. Также в научных публикациях отечественных и зарубежных авторов отсутствует описание технических решений по обеспечению ЭМС мощных ПЧ-АВ с питающей сетью при наличии резонансов в частотных характеристиках сетей 6-35 кВ. Исходя из вышеизложенного можно сделать заключение, что задача обеспечения ЭМС мощных электроприводов с активными выпрямителями в системах электроснабжения при наличии резонансных явлений полностью не решена и является до сих пор актуальной.

В диссертационной работе Буланова М.В. предложены новые решения по улучшению качества электроэнергии в системах внутризаводского электроснабжения с мощными ПЧ-АВ, а именно:

- 1) новый способ выявления резонансов во внутризаводских сетях 6-35 кВ с использованием специализированных тестовых воздействий со стороны мощных ПЧ-АВ;
- 2) новая методика определения оптимальных параметров ШИМ для активных выпрямителей, обеспечивающая исключение значимых гармоник в сетевом токе, частоты которых совпадают с областью резонанса частотной характеристики сети;

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»
за № _____
Дата-регистрации <u>30.08.2022</u>
Фамилия регистратора _____

3) усовершенствованная имитационная модель электротехнического комплекса «система внутривозовского электроснабжения – электроприводы на базе ПЧ-АВ» с возможностью детального исследования влияния режимов работы электроприводов с активными выпрямителями на качество электроэнергии при наличии резонансных явлений.

Результаты диссертационной работы внедрены на действующем оборудовании четырехклетьевого стана холодной прокатки ППП XII ЧерМК ПАО «Северсталь», что подтверждено соответствующими актами внедрения и результатами экспериментальных исследований на действующем оборудовании. Изменения настроек алгоритмов ШИМ активных выпрямителей в составе ПЧ ACS6000 производства компании АВВ, выполненные с использованием разработанной методики, позволили решить проблему ЭМС ПЧ-АВ с сетью 10 кВ на данном предприятии.

Результаты диссертационных исследований апробированы на научно-технических конференциях и опубликованы в отечественных и зарубежных журналах, в том числе: 2 статьи – в изданиях из перечня ВАК РФ, 5 статей в изданиях, включенных в Scopus и WoS. Также написана 1 научная монография и получены 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

По автореферату диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. Из материалов автореферата не ясно, почему при анализе гармонического состава токов и напряжений сети 10 кВ при работе мощных ПЧ-АВ анализировались гармоники с максимальным номером $n = 200$? Возможно ли наличие значимых резонансов в частотной характеристике питающей сети в более высокочастотной области? Если да, то какое их влияние на режимы работы чувствительных электроприемников, работающих параллельно с электроприводами прокатных станов?

2. В частотной характеристике сети 10 кВ, снятой относительно секций ГПП предприятия (рис. 5, б), присутствуют множественные резонансы из-за влияния токоограничивающих реакторов, установленных в ячейках РУ-10 кВ. Возможно ли обеспечить одновременное исключение гармоник в сетевых токах ПЧ-АВ для всех указанных резонансов, а не только для основного резонанса в диапазоне от 20-ой до 40-ой гармоники?

3. В тексте автореферата не приведена информация об алгоритме расчета таблицы углов переключения силовых ключей активных выпрямителей в соответствии с разработанной методикой определения оптимальных параметров ШИМ.

Указанные замечания не являются принципиальными и не снижают значимость диссертационной работы. Диссертация Буланова М.В. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, которая отвечает всем требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям (п.9 «Положения о присуждении ученых степеней»). Соискатель Буланов М.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Заведующий кафедрой «Электрооборудование, электропривод и автоматика» Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева
Доктор технических наук, доцент

А.Б. Дарьенков

Доцент кафедры «Электрооборудование, электропривод и автоматика» Нижегородского государственного технического университета им.Р.Е.Алексеева
Кандидат технических наук, доцент

А.В. Серебряков

Профессор кафедры «Электрооборудование, электропривод и автоматика» Нижегородского государственного технического университета им.Р.Е.Алексеева

Доктор технических наук, профессор,

Заслуженный деятель науки РФ



В.Г.Титов

Докторская диссертация Титова В.Г. защищена по научной специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Докторская диссертация Дарьенкова А.Б. защищена по научной специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Кандидатская диссертация Серебрякова А.В. защищена по научной специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Сведения об организации:

603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», телефон: +7 (831) 436-63-07, электронная почта: epa@nntu.ru

*Актисом Дарьенкова А.Б., Серебрякова А.В., Титова В.Г. заверено.
с. диспетчер Мафт. Марунова М.А.
18.08.2022*

