

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Петухов Александр Владимирович

**Исследование, разработка и внедрение
электронной системы деревообрабатывающей линии**

Направление подготовки

11.04.04 «Электроника и микроэлектроника»

АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

2018



Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»

Научный руководитель

доктор технических наук,
профессор Климаш Владимир
Степанович

Рецензент

Начальник научно-производственного
отдела, филиала ПАО «Компания
«Сухой» «КНААЗ им. Ю.А.
Гагарина»» Круговой Роман
Николаевич

Защита состоится «28» июня 2018 года в 9 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27.

Автореферат разослан 13 июня 2018 г.

Секретарь ГЭК

Ю.С. Иванов

Общая характеристика работы

Актуальность темы магистерской диссертации: В силовой электронике выделился самостоятельный класс электронных устройств под названием преобразователи частоты. Преобразователи частоты позволяют в широких пределах изменять частоту вращения валов электродвигателей, обеспечивают защиту электродвигателей от перегрузок и нестабильностей питающего напряжения в сети, позволяют оценивать электрические параметры электродвигателей и имеют множество дополнительных функций, улучшающих качество работы электропривода.

Количество частотных преобразователей, установленных на больших предприятиях, в настоящее время доходит до нескольких сотен. Наряду с очевидными достоинствами преобразователей частоты, данные устройства не лишены недостатков. К основным из их недостатков относятся:

1 Использование режима динамического торможения электродвигателя. При динамическом торможении происходит генерация электродвигателем электроэнергии, которая в настоящее время в большинстве случаев преобразуется в тепловую, и рассеивается в окружающей среде на специальных тормозных резисторах.

2 Влияние переходных процессов, возникающих в питающей сети, на работу преобразователей частоты. В следствии возникновения переходных процессов в питающей сети происходит срабатывание защит преобразователей частоты по минимальному и максимальному напряжению, что приводит к технической остановке технологического оборудования из-за срабатывания систем контроля входящих в состав преобразователей частоты, а это в свою очередь может привести к аварийной ситуации, недовыпуску готовой продукции или поломке дорогостоящего технологического оборудования эксплуатируемого на промышленных предприятиях.

Одним из надежных и перспективных способов повышения экономичности, а также устойчивости привода к переходным процессам, возникающих в

питающей сети является использование внутренних энергетических ресурсов привода, которые вводятся в действие путем изменения структуры системы электропитания в которой преобразователь частоты состоит из множества автономных инверторов напряжения, подключенных к общему выпрямителю с выходным LC фильтром, ёмкость конденсатора C которого складывается из параллельно соединённых конденсаторов подключенных к входам всех автономных инверторов напряжения. Автономные инверторы напряжения при таком способе работают независимо друг от друга на индивидуальные асинхронные электродвигатели. Результатом от применения такого преобразователя частоты является улучшение системы электроснабжения и электропривода. Прежде всего, улучшается система электропитания инверторов при отклонениях и колебаниях напряжения в сети. Кроме этого, происходит рациональное перераспределение энергии генераторного торможения через общее звено постоянного напряжения между двигателями и снижение энергопотребления из сети.

Основное достоинство такого способа заключается в его реализации за счет изменения структуры системы электропитания без установки дополнительного электронного оборудования в силовую часть преобразователя, что делает этот способ наименее затратным.

В связи с этим тему диссертационной работы, направленную на повышения экономичности и устойчивости привода к переходным процессам, возникающих в питающей сети, следует считать актуальной.

Новизна магистерской диссертации заключается в:

1) Разработке электронной системы, состоящей из множества автономных инверторов напряжения подключенных к общему источнику постоянного напряжения;

2) Разработке системы электропитания для комплекса электропривода состоящего из множества автономных инверторов напряжения позволяющей устранить влияние переходных процессов возникающих в звене постоянного

напряжения на работу деревообрабатывающей линии, повысить энергоэффективность и надёжность оборудования;

3) Разработке имитационной модели комплекса электропривода деревообрабатывающей линии;

4) Выбора методики расчёта параметров элементов входящих в состав имитационной модели.

Цель и задачи магистерской диссертации:

Провести анализ схемотехнических решений электронной преобразовательной техники используемой для реализации электропривода автоматизированных линий. Выявить достоинства и недостатки в рассмотренном электронном оборудовании. Разработать и исследовать силовую электронную систему, позволяющую устранить влияние переходных процессов, возникающих в питающей сети и звене постоянного напряжения, на работу силового электронного оборудования, повысить энергоэффективность электропривода автоматизированных деревообрабатывающих линий. Достижение поставленной цели потребовало решения следующих задач:

— изучения существующих способов построения подобных электронных систем для выбора оптимального решения для своего проекта;

— разработки структурной схемы для системы электропитания автономных инверторов и обоснования выбора;

— разработки принципиальной схемы системы электропитания автономных инверторов;

— выполнения всех необходимых расчётов для реализации имитационной модели комплекса электропривода деревообрабатывающей линии;

— разработки имитационной модели электропривода деревообрабатывающей линии;

— проведения исследования на имитационной модели;

— проведения испытания на действующем предприятии электронной системы реализованной в соответствии с предложенным техническим решением;

Основные положения работы, выносимые на защиту:

- способ полезного использования электроэнергии, вырабатываемой асинхронными электродвигателями в режиме генераторного торможения автоматизированных линий;
- способ устранения влияния переходных процессов, возникающих в звене постоянного напряжения преобразователей частоты;
- способ снижения гармоник в питающей сети.
- способ повышения надёжности электронного оборудования.

Теоретическая и практическая значимость работы. Предлагаемое техническое решение будет использоваться при модернизации электронного оборудования на предприятии ООО «Амурский лесопромышленный комплекс». Внедрение электронной системы позволит повысить надёжность и энергоэффективность деревообрабатывающих линий.

Личный вклад автора: Был проведен анализ схмотехнических решений электронной преобразовательной техники, выявлены недостатки в электронной системе деревообрабатывающих линий, проведены исследования на имитационной модели прототипа действующего оборудования вследствие чего было предложено техническое решение, позволяющее устранить выявленные недостатки. На рассмотренное техническое решение получено положительное решение о выдачи патента на полезное изобретение: заявка № 2017130399/13(052972) РФ, МПК: **B27L 5/02** “Электропривод деревообрабатывающей линии по производству шпона” / Климаш В.С., Петухов А.В. Решение ФИПС о выдаче патента от 26.03.2018. Проведено испытание и опытная эксплуатация электронного оборудования на промышленном предприятии с изменённой схемой в соответствии с предлагаемым в техническом решением.

Характеристика объекта и предмета исследования: Исследуемая электронная система позволяет обеспечить экономию электроэнергии потребляемой электроприводом автоматизированных линий из питающей сети за

счёт использования электрической энергии вырабатываемой асинхронными электродвигателями в режиме генераторного торможения, устранить влияние на работу электронного оборудования переходных процессов возникающих в питающей сети, демпфировать переходные процессы возникающие в звене постоянного напряжения цепи электропитания автономных инверторов напряжения.

Характеристика методологического аппарата:

- 1) Методика расчёта элементов системы электропитания;
- 2) Методы анализа параметров звена постоянного напряжения;
- 3) Программная среда компьютерного моделирования электротехнических комплексов и динамических систем MATLAB/SIMULINK.

В разрабатываемой электронной системе используется общий выпрямитель, общий С-фильтр образованный за счёт параллельного соединения конденсаторов в общем звене постоянного напряжения, общее звено постоянного напряжения, автономные инверторы, подключенные к общему выпрямителю через общее звено постоянного напряжения. В процессе исследования имитационной модели использован прототип действующего промышленного оборудования и программные средства компьютерного моделирования электротехнических комплексов и динамических систем MATLAB/SIMULINK, вычислительные средства MATHCAD.

Предполагаемое внедрение (использование результатов магистерской диссертации): Практическая ценность данной работы в том, что результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований приняты к использованию на предприятии ООО «Амурский лесопромышленный комплекс».

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы из 25 наименований. Работа изложена на 90 страницах и содержит 26 рисунков 2 таблицы.

Содержание работы

В введении обосновывается актуальность темы, формируется цель диссертационной работы, приводятся её основные теоретические и практические результаты.

В первой главе приводится общая характеристика силового электронного оборудования используемого для реализации электропривода автоматизированных линий. Рассматриваются возможности энергосбережения и повышения энергоэффективности электропривода реализованного с использованием преобразователей частоты. Приводится анализ факторов влияющих на бесперебойную работу электронного оборудования.

Вторая глава содержит обоснование преимущества от использования схемы электропривода в которой группа автономных инверторов получает электропитание от общего источника постоянного напряжения. Проводится сравнительная оценка результатов имитационного моделирования электропривода, выполненного по схеме с использованием преобразователей частоты и группы автономных инверторов, получающих электропитание от общего источника постоянного напряжения. Приводится сравнительная оценка результатов, полученных в процессе исследования и анализа схем электропитания силовых электронных устройств на постоянном и переменном токе.

В третьей главе проводится методика расчёта основных элементов, входящих в состав системы электропитания группы автономных инверторов от общего источника постоянного напряжения. Приведены результаты исследования полученные на имитационной модели, в которой все элементы имеют реальные значения и параметры прототипа, в качестве которого использована действующая деревообрабатывающая линии по производству шпона. Приведено описание штатной и изменённой электронной схемы, входящей в состав электропривода действующей автоматизированной деревообрабатывающей линии.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1 Петухов, А.В. Опыт эксплуатации комплекса электроприводов автоматизированных линий по производству шпона / А.В. Петухов, В.С. Климаш - Научно-техническое творчество аспирантов и студентов : материалы 47-й научн.-технич. конф. студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 10-21 апреля 2017 г. - Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2017. - С. 858-860.

2 Петухов, А.В. Повышение эксплуатационной надёжности и энергоэффективности электропривода автоматизированной линии по производству шпона / А.В. Петухов, В.С. Климаш. - Научно-техническое творчество аспирантов и студентов : материалы 48-й научн.-технич. конф. студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 11-23 апреля 2018 г. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – С. 205-208.

3 Петухов, А. В. Математическое моделирование комплекса электропривода с промежуточной сетью постоянного напряжения / А.В. Петухов, В.С. Климаш – Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки : электронный сборник по материалам LXIII студенческой международной научно-практической конференции г. Новосибирск АНС «СибАК», №3 март 2018.