

## **Здравствуйте, уважаемые члены аттестационной комиссии!**

Тема моей выпускной квалификационной работы - «Совершенствование методов и средств регулирования производительностью мотор-вентилятора».

**Актуальность работы** определяется широким распространением на отечественных электровозах переменного тока систем регулируемого электропривода вспомогательных машин на базе простых (в части схемного исполнения и элементной базы) тиристорных преобразователей напряжения. Однако, не усложняя конструкцию одной из используемых двухступенчатых систем, можно повысить её эффективность, расширив регулировочные возможности преобразователя.

При этом можно получить четырехступенчатую систему регулирования производительности вентиляторов, обеспечивающую энергосберегающие режимы работы асинхронных двигателей вспомогательных машин в более широком диапазоне использования тяговой мощности электровозов.

**Целью работы** является исследование и разработка тиристорного регулятора напряжения для систем собственных нужд электровозов переменного тока.

Для реализации цели был поставлен и решен ряд **задач**.

В ходе работы был проведен анализ систем вспомогательных машин электровозов.

Наибольший интерес представляют схемные решения, принятые на электровозах Sr1.

Привод главного компрессора на всей партии электровозов Sr1 осуществляется от электродвигателя АЭ-92-4О2. Компрессоры на этих электровозах применены высокоскоростные, без редукторов.

Система вспомогательного привода электровоза Sr1 практически не имеет вариантов резервирования, что накладывает повышенные требования на ее надежность.

Одной из отличительных особенностей системы вспомогательных машин электровоза Sr1 является допустимость одиночной работы мотор-насоса.

В ходе работы подробно рассмотрены системы вспомогательных машин современных отечественных электровозов переменного тока, на примере электровоза ЭП1.

Особенностью схемы питания вспомогательных машин является обеспечение нормальной работы двух групп вспомогательных машин при различных частотах питающего напряжения, различных системах преобразования числа фаз и различных способах формирования пусковых процессов.

На электровозе, наряду с главными компрессорами, установлен вспомогательный компрессор, электродвигатель которого М35 питается от цепей управления напряжением 50 В. Указанный компрессор служит для подъема токоприёмника и включения ГВ при отсутствии сжатого воздуха.

Так же рассмотрена система вспомогательных машин электровоза 2ЭС5К «ЕРМАК».

Особенностью схемы питания является обеспечение нормальной работы двух групп вспомогательных машин при различных частотах питающего напряжения, различных системах преобразования числа фаз и различных способах формирования пусковых процессов.

Система вспомогательных машин на электровозах 2ЭС5К, 3ЭС5К с инвертором ШПВМ-250-У2.

Неудачная реализация системы фазорасщепления посредством ПЧФ и статического конденсаторного фазорасщепителя на данной серии локомотивов, обострило актуальность разработки более совершенной и современной системы питания АВМ, которая могла быть энергоэффективной и при этом надёжной.

В 2009 году ОАО «Электровыпрямитель» в сотрудничестве с ОАО «ВЭЛНИИ» и ООО «ПК «НЭВЗ» была выполнена разработка шкафа питания вспомогательных машин ШПВМ-250-У2 для электровозов переменного тока 2ЭС5К «Ермак» с применением индивидуальных инверторов напряжения.

Основными преимуществами применения инверторов напряжения является:

- повышение надежности АВМ в режиме их питания от однофазной тяговой сети;
- повышение качества питающего напряжения АВМ;
- возможность осуществления плавного пуска;
- экономия электроэнергии за счет возможности регулирования производительности вентиляторов (МВ) и насоса (МН).

Результаты исследований показали, что коэффициент мощности на входе ШПВМ при изменении нагрузки от 10 до 100% находится в пределах от 0,93 до 0,99, а форма входного тока близка к синусоидальной.

Испытания подтвердили, что разработанный для электровоза 2ЭС5К ШПВМ-250-У2 обеспечивает снижение эксплуатационных затрат в течение всего жизненного цикла и увеличивает гарантированный межремонтный пробег локомотива.

Экспериментальный электровоз 3ЭС5К № 159 «Ермак», оборудованный ШПВМ-250-У2, прошёл испытания на ВСЖД и был отправлен на доработку.

В ходе работы был проведен анализ надёжности асинхронных вспомогательных машин электровозов переменного тока.

И подробно рассмотрены методы регулирования частоты вращения асинхронных электродвигателей.

Наибольшее распространение получили следующие методы регулирования угловой скорости асинхронного двигателя:

- реостатное регулирование;
- переключением числа полюсов;
- изменением частоты питающего напряжения;
- каскадным включением асинхронного двигателя с другими машинами или преобразователями; частотное регулирование.

Для регулирования угловой скорости, кроме упомянутых, могут быть использованы некоторые другие способы включения электрических двигателей: импульсное регулирование, регулирование изменением подводимого к статору напряжения, регулирование с помощью электромагнитной муфты скольжения и прочие.

Использование регулируемых электроприводов позволяет более эффективно использовать имеющиеся энергоресурсы. Наиболее внедряемым типом регулируемого электропривода в последнее время является частотно-регулируемый асинхронный (и синхронный) электропривод – система преобразователь частоты - асинхронный двигатель (ПЧ-АД). Для решения отдельных производственных задач и энергосбережения находит применение система тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный двигатель (ТПН-АД).

Система ТПН-АД состоит из тиристорного преобразователя напряжения (ТПН) и асинхронного двигателя.

Рассмотрев подробно данный вопрос, пришли к выводам, что:

- систему ТПН-АД также как систему реостатного регулирования скорости АД нельзя признать на современном этапе целесообразной для регулирования скорости при продолжительном режиме работы из-за низких энергетических показателей и существенного снижения КПД электропривода. Экономия электроэнергии при применении систем ТПН незначительна при регулировании скорости АД в установившихся режимах работы. Использование ТПН-АД в большинстве случаев определяется технологическими требованиями производственных механизмов.

- при применении систем ТПН-АД, кроме решения технологических задач, оказывается возможным на 3–5 % снизить потери в асинхронных двигателях за счет ограничения уровня максимальных пусковых токов, обусловленных электромагнитными переходными процессами в машине.

- при неизменной частоте питания с понижением  $U$  при снижении скорости возрастает скольжение АД и, следовательно, потери в электроприводе.

- работа АД на регулировочных характеристиках при  $U_1 < U_n$  происходит в режиме прерывистого тока, что ведёт к появлению высших гармоник в токе и, следовательно, растут потери в электроприводе.

- чередование схем подключения статорной обмотки АД приводит к пульсациям момента двигателя;

- ТПН является потребителем реактивной мощности.

- при условии выбора только оптимальной продолжительности нарастания напряжения при использовании ТПН для пуска АД пусковые потери снижаются до 10–15 %.

- на объектах рекомендуется устанавливать по одному устройству плавного пуска для поочередного запуска АД;

к) экономический эффект от внедрения устройства плавного пуска будет складываться из экономии не только электроэнергии, но из снижения эксплуатационных расходов, снижения аварийности.

В ходе работы была проведена разработка и исследование системы автоматического управления мотор-вентилятором электровоза переменного тока.

На современных грузовых электровозах переменного тока для привода вспомогательных машин используются электродвигатели типа НВА55.

Асинхронные электродвигатель НВА-55 при снижении напряжения до значения напряжения 0,8; 0,6; 0,4 от номинального запустится.

В настоящее время основным типом регулируемого электропривода является частотно-регулируемый асинхронный электропривод – система «полупроводниковый преобразователь частоты – асинхронный двигатель» (ППЧ – АД). Однако наряду с этим электроприводом в некоторых случаях для решения отдельных производственных задач и энергосбережения находит применение система «тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный двигатель» (ТПН – АД), обеспечивающая регулирование первой гармоники напряжения, подводимого к статору.

Эта система применена на электрокалориферной установке УСД-92 в лаборатории, по повышению надежности ТД ИрГУПС.

Расчет механической характеристики электродвигателя и мотор-вентилятора показал, что внедрения тиристорного регулятора напряжения и четыре ступени регулирования будет экономичен энергоэффективен.

В разделе безопасность рассмотрены вопросы о техники безопасности обслуживающего персонала .

Экономический эффект от внедрения тиристорного регулятора напряжения составляет 80761 рублей , срок окупаемости 1.6 года.

Научная новизна состоит в возможности использования разработанного тиристорного преобразователя напряжения на электровозах переменного тока, что обеспечивает существенную экономию электроэнергии.

**Таким образом, Цель работы** - исследование и разработка тиристорного регулятора напряжения для систем собственных нужд электровозов переменного тока – **достигнута.**

Спасибо за внимание! Доклад окончен.