

Федеральное агентство по образованию
ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ»
Академия электротехнических наук Российской Федерации

ТРУДЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ ЧЕТЫРНАДЦАТОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА»

13 – 16 марта 2007 г.



PROCEEDING OF
THE FOURTEEN INTERNATIONAL
SCIENTIFIC-TECHNICAL CONFERENCE
«ALTERNATING CURRENT ELECTRICAL DRIVES»

13 – 16 march 2007

Екатеринбург



2.4. Выбор емкости конденсатора в звене постоянного напряжения двухзвенного преобразователя частоты

Микитченко А. Я., Могучев М. В., Шевченко А. Н.

307170, Россия, Курская обл., г. Железногорск, ул. Мира, 1

ОАО «Рудоавтоматика»

тел. +7 (47148) 2-48-22 E-mail: rudavt@046.ru

Аннотация: В статье приводятся результаты исследований, направленных на выбор рациональной емкости конденсатора в звене постоянного напряжения двухзвенного преобразователя частоты.

В настоящее время все большее распространение в промышленности получают регулируемые электроприводы переменного тока, выполненные на базе транзисторных преобразователей. Использование таких систем позволяет снизить энергопотребление и повысить надежность работы оборудования.

Большинство предлагаемых на рынке электроприводов переменного тока построены на базе системы автономный инвертор напряжения – асинхронный двигатель (АИН-АД) с ШИМ-регулированием выходного напряжения. В большинстве случаев рекуперация энергии в сеть не предусмотрена, в тормозных режимах электропривода она рассеивается на тормозном сопротивлении. К недостаткам таких систем можно отнести так же наличие конденсатора большой емкости в звене постоянного напряжения.

На ОАО «Рудоавтоматика» в течение последних лет ведется работа по созданию транзисторных электроприводов, которые не имеют указанных недостатков. За основу управления принят релейный принцип формирования тока нагрузки, при котором нагрузка поочередно, с частотой срабатывания релейного регулятора подключается к сети то в полярности, совпадающей с направлением тока в нагрузке, то противоположной ему. При этом в первом режиме ток нагрузки быстро растет, во втором – падает. Чередованием этих режимов достигается формирование нужной формы тока в нагрузке [1].

Схема преобразователя представлена на рис.1. Преобразователь состоит из 2-х схемотехнически одинаковых блоков: инвертора (1) и коммутатора (2), работающих независимо друг от друга. Транзисторы коммутатора управляются релейным регулятором. Инвертор работает в крайнем инверторном режиме и не регулируется в процессе формирования тока нагрузки. Такой упрощенный алгоритм работы инвертора не позволяет получить

синусоидальные потребляемые токи, но их коэффициент мощности близок к 1 во всех режимах работы привода. Кроме того, удастся обойтись без громоздкого входного фильтра, который необходим для формирования синусоидальных потребляемых токов [2].

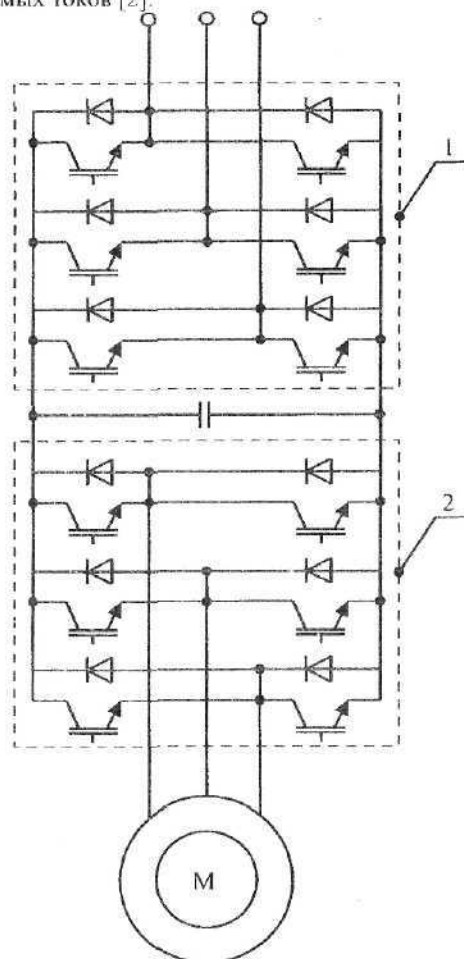


Рис.1. Силовая схема двухзвенного преобразователя частоты

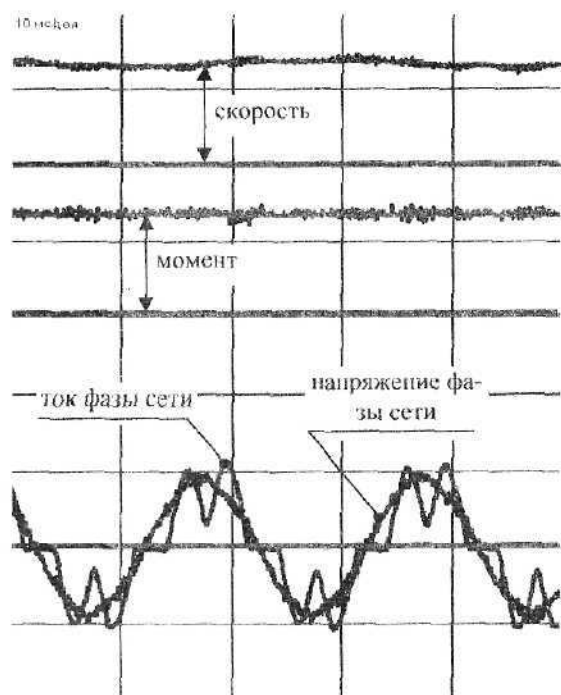


Рис.2. Осциллограммы режима потребления
Осциллограммы работы привода, снятые на физическом макете мощностью 7 кВт, приведены на рис.2 и 3.

Для того, чтобы выяснить значение рациональной емкости конденсатора в звене постоянного напряжения, были проведены специальные исследования. В связи с тем, что конструкция преобразователя представляет собой сложную пространственную композицию, непосредственно на макете исследовать влияние емкости конденсатора на работу электропривода затруднительно. Поэтому была создана математическая модель электропривода с двухзвенным преобразователем частоты, доказана ее адекватность реальному объекту. Анализ результатов исследования показывает, что, совсем отказаться от конденсатора в звене постоянного напряжения нельзя, т. к. он ограничивает величину перенапряжений на транзисторах преобразователя. Для примера на рис.4 приведены осциллограммы напряжений на транзисторах инвертора при емкости конденсатора 0.5 мкФ на 1 кВт мощности нагрузки (рис.2 а) и 30 мкФ на 1 кВт (рис. 2 б).

В процессе исследований был снят ряд осциллограмм напряжений на транзисторах инвертора для различных мощностей привода. По ним построены зависимости амплитуды напряжения от емкости конденсатора в звене постоянного напряжения и мощности нагрузки. На рис. 5 приведены эти кривые для мощностей 21.5 кВт, 86 кВт и 137.5 кВт

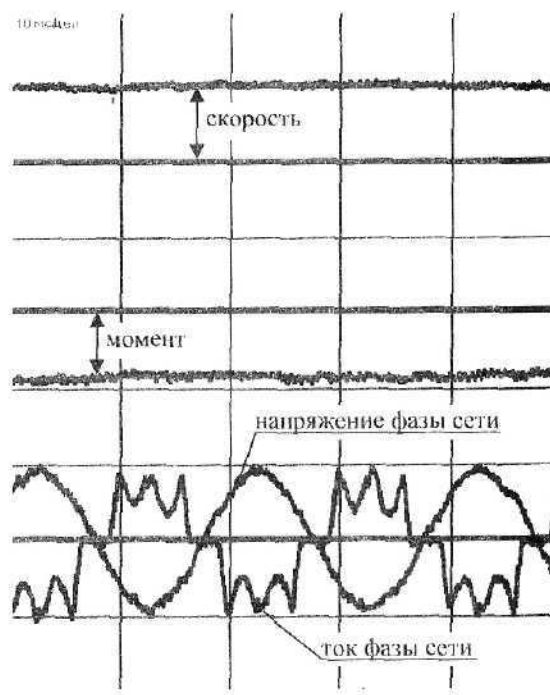
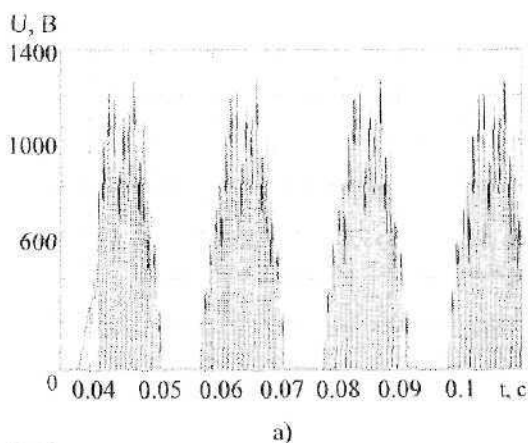
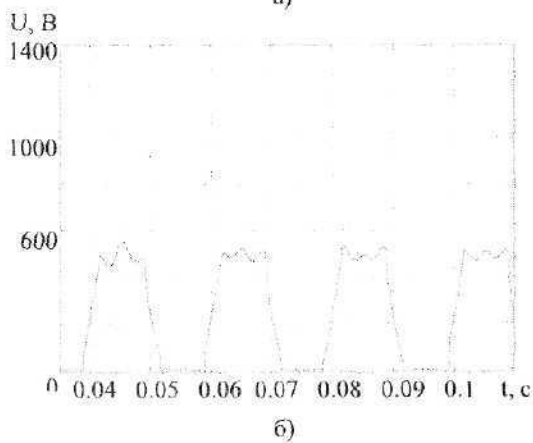


Рис.3. Осциллограммы режима рекуперации



а)



б)

Рис.4. Осциллограммы напряжения на транзисторах инверторах при различной емкости конденсатора в звене постоянного напряжения

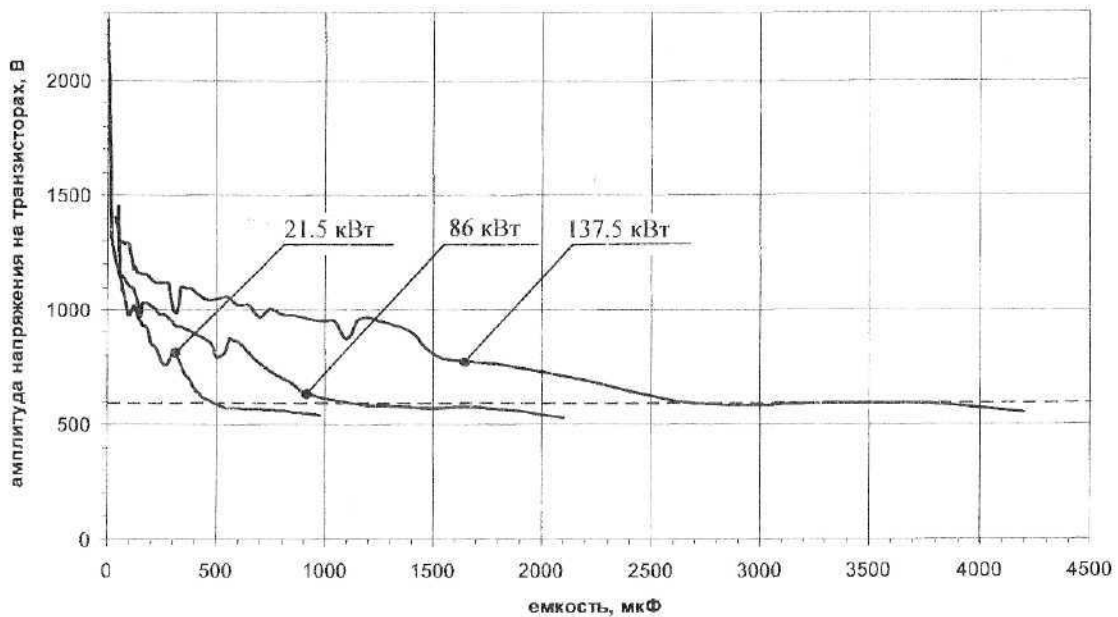


Рис. 5. Зависимость амплитуды напряжения на транзисторах инвертора от емкости конденсатора в звене постоянного напряжения

Как видно из рисунка, для всех мощностей с ростом емкости конденсатора уменьшается величина перенапряжения на транзисторах. Кроме того, на кривых присутствуют локальные экстремумы. Это связано с возникновением резонанса между индуктивностью сетевого трансформатора и емкостью конденсатора в звене постоянного напряжения.

Для выбора рациональной емкости мы задались допустимой величиной перенапряжения в 10% от величины напряжения в звене постоянного напряжения (на рис. 5 допустимое напряжение на транзисторах обозначено пунктирной линией). Далее, исходя из условия, что напряжение на транзисторах преобразователя не превышает допустимого, была выбрана емкость конденсатора для различных мощностей электропривода. Результирующая интегральная кривая приведена на рис. 6.

Рациональная емкость не превышает 30 мкФ на 1 кВт мощности нагрузки для любого диапазона мощностей. Для примера на рис. 7 приведена осциллограмма напряжения на транзисторе инвертора при определенной таким образом емкости, снятая на физическом макете электропривода.

Как упоминалось выше, в определенных режимах возникают резонансные явления и следует ожидать увеличения амплитуды тока через транзисторы инвертора.

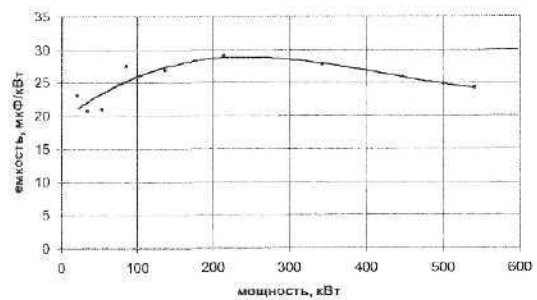


Рис. 6. Зависимость оптимальной емкости в звене постоянного напряжения от мощности нагрузки

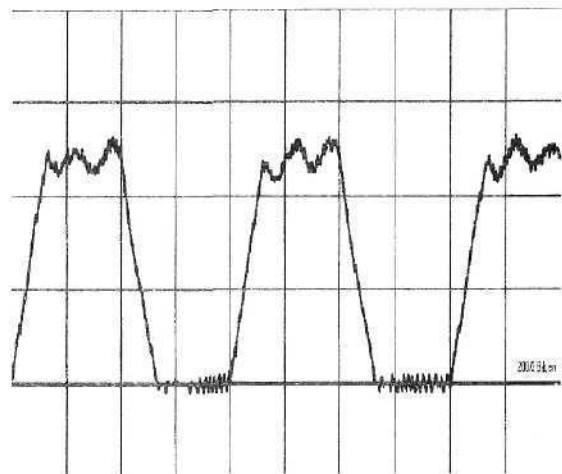


Рис. 7. Осциллограмма напряжения на транзисторе инвертора, снятая на физическом макете

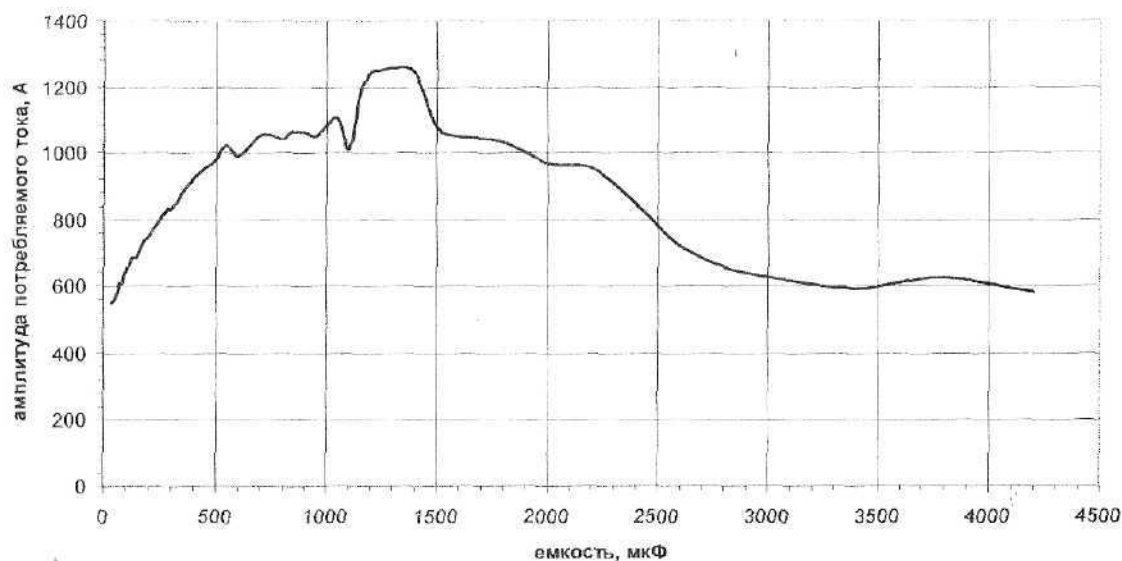


Рис.8. Зависимость амплитуды тока через транзистор инвертора от емкости конденсатора для мощности нагрузки 137.5 кВт

Поэтому на базе снятых осциллограмм построены зависимости амплитуды протекающего через транзистор тока от емкости конденсатора в звене постоянного напряжения.

Подобная кривая для мощности нагрузки 137.5 кВт приведена на рис.8. Как видно из рисунка, с увеличением емкости амплитуда тока сначала растет, а затем снижается. И при емкости 30 мкФ на 1 кВт мощности нагрузки составляет примерно 140% от номинального тока нагрузки. Это обстоятельство учитывается при выборе транзисторов инвертора.

Следует заметить, что указанной емкости конденсатора в звене постоянного напряжения совершенно недостаточно, чтобы полностью «отделить» нагрузку от сети, как это происходит в обычных АИН-ах. При такой емкости происходит свободный обмен энергией между электроприводом и сетью [2], как в непосредственных преобразователях.

Таким образом, проведенный анализ позволяет сделать следующий вывод. В электроприводах,

построенных по системе двухзвенный преобразователь частоты – асинхронный двигатель в звене постоянного напряжения конденсатор необходим для ограничения напряжения на силовых транзисторах. Рациональная емкость составляет не менее 30 мкФ на 1 кВт мощности нагрузки. При этом транзисторы инвертора должны выбираться на ток не менее чем на 40 % превышающий амплитуду тока в нагрузке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микитченко А. Я., Могучев М. В. Способ релейного формирования тока и устройство для его осуществления. Патент на изобретение №2280310, заявка №2005102050, 31.01.2005.
2. Могучев М. В. Улучшение динамических и энергетических показателей электроприводов экскаваторов, выполненных на базе моноблочного транзисторного преобразователя с прямым обменом энергией с сетью. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006 г.