

No-Till. Основные результаты освоения инноваций впечатляют:

- примерно в 5 раз снижены производственные затраты;
- на 90% сокращен парк сельхозтехники (12 тыс. га обслуживают один 500-сильный трактор с 18-метровым посевным комплексом, один 27-метровый опрыскиватель и 5 комбайнов с 9-метровыми жатками);
- на 70% сокращен расход ГСМ (с 93 до 24л/га – без кормовой базы);
- резко сокращены трудозатраты;
- повысилась урожайность и улучшилось качество зерна;
- рентабельность растениеводства составляет 110%;
- приостановлена деградация почв, и отмечена тенденция повышения содержания гумуса.

Ресурсосберегающие системы No-Till применяются в мире на площади более 100 млн. га, но преимущественно в Южной (Латинской) и Северной Америке (около 85% площади внедрения данной системы находится здесь). В Европе она распространена недостаточно.

Система No-Till предполагает возделывание сельскохозяйственных культур без механического воздействия на почву, т.е. по нулевой технологии (прямой посев).

Однако кажущееся «упрощение» технологии обманчиво, поскольку при этом обостряется проблема управления сорняками, вредителями и болезнями растений, особенно в переходный период.

Почему же при столь очевидных преимуществах сберегающего земледелия на основе восстановления экосистемы гарантирующего, как показывает опыт «Агро-Союза», великолепные результаты и повышение прибыльности хозяйства, оно достаточно робко пробивает себе дорогу в России, в том числе и в нашей области? Однозначного ответа здесь нет, но главные причины назвать можно. Одна из них - присущий крестьянам здоровый консерватизм. Они семь раз отмерят, прежде чем один раз отрежут. Не видя примера на родной земле, хотя и Украина не за морем, они ни за что не станут рисковать: ведь ставка здесь больше, чем жизнь. Одно неверное решение – и ты банкрот. Особенно при существующей неразберихе с ценами на выращенную продукцию, когда совершенно не обоснованно через год, два или даже в течение года, они могут изменяться в 1,5-2 раза в большую или меньшую сторону.

Предлагаемая инновация предполагает отказ от «святой святых» для нас – черного пара. Именно звено пар – озимая пшеница является ядром научно-обоснованных систем сухого земледелия области, а озимая пшеница, идущая по черному пару, - лучший предшественник для

важнейших полевых культур – подсолнечника, горчицы и кукурузы на зерно.

Кроме психологических, финансовых (приобретение необходимой для No-Till дорогостоящей техники даже по лизингу – далеко не легкая задача) проблем существует и еще одна, связанная с отношениями собственности на землю. Если фермеры на Западе, в США и Канаде, планомерно улучшают землю для своих детей, то большинство наших сельхозтоваропроизводителей, лишь арендуя земельные паи, озабочены другим – как выжить и получить более-менее достойную прибыль?

Любая, даже самая эффективная система или технология не может быть внедрена без ее адаптации в конкретных почвенно-климатических условиях.

В 2007 году ее начали осваивать в нашей области в Управляющей компании «Волго-Дон», имеющей 65 тыс. га. пашни: здесь успешно работают 500-сильный трактор «Кейс», 18-метровый посевной комплекс «Хорш-Агро-Союз», 18-метровый культиватор этой же компании и самодвижный 28-метровый итальянский опрыскиватель «Баргам». Производственники довольны работой техники. В весенний период посевной комплекс засеет примерно 5,5 тыс. га. ранних и поздних яровых культур, а затем примет участие в посеве озимых хлебов. Переходный период будет продолжаться 4 года для того чтобы хорошо выровнять поля и обеспечить в дальнейшем высокоэффективную работу техники. Черный пар будет прикрыт слоем измельченной соломы, и обрабатываться только гербицидами.

Работа представлена на Всероссийскую научную конференцию «Успехи современного естествознания», 14-16 мая 2007 г., г. Москва. Поступила в редакцию 14.05.2007.

КОММУТАЦИЯ ИНВЕРТОРА В ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ

Магазинник Л.Т.

*Ульяновский государственный технический университет
Ульяновск, Россия*

В настоящее время регулируемый электропривод (ЭП) переменного тока и, в частности, частотно-регулируемый электропривод стал доминирующим видом промышленного регулируемого электропривода.

Практически применяются два вида частотно-регулируемых ЭП:

1) асинхронный короткозамкнутый двигатель (АД), питающийся от преобразователя частоты;

2) вентильный двигатель (ВД), т.е. синхронный двигатель, также питающийся от ПЧ.

Преимущества электроприводов первого типа, то есть АД с ПЧ – простота и надежность, а также низкая стоимость АД. Недостатки: низкий $\cos \varphi$ асинхронных двигателей, а также необходимость принудительной коммутации инверторной частоты (рассматриваются ПЧ со звеном постоянного тока) во всем диапазоне частот вращения АД, что требует применения силовых транзисторов или, при больших мощностях, двухоперационных (запираемых) тиристоров.

В электроприводах второй группы собственно двигатель представляет собой синхронную машину, ротор которой имеет возбуждение от постороннего возбудителя (возбудитель может быть на одном валу с двигателем) или от постоянных магнитов. Естественно, ВД оказывается дороже, чем АД, однако он имеет следующие преимущества:

- $\cos \varphi$ синхронного двигателя, в зависимости от нагрузки и величины потока возбуждения, может быть опережающим, равным единице или отстающим, что позволяет использовать свободную мощность ВД для регулирования реактивной мощности сети (если в ПЧ возможен двухсторонний поток энергии), либо форсировкой возбуждения увеличивать перегрузочную способность двигателя;

- зазор между ротором и статором в синхронных машинах значительно больше, чем у АД, что определяет большую механическую надежность синхронного двигателя;

- в ВД с постоянными магнитами отсутствуют электрические потери в роторе, поэтому коэффициент полезного действия у них принципиально выше, чем в асинхронных машинах;

- механические характеристики ВД абсолютно жесткие, пусковой момент выше, чем у АД, что (в сочетании с "вытянутой" конструкцией ротора с постоянными магнитами) определяет их высокое быстродействие, сравнимое с быстродействием приводов постоянного тока с высокомоментными двигателями.

Кроме того, синхронная машина может обеспечить естественную коммутацию ПЧ, от которого она питается. Однако последнее возможно лишь при частотах вращения $\omega > 0,1\omega_{ном}$. При пуске, то есть при $\omega < (0,1 \div 0,15)\omega_{ном}$, коммутация инверторной части ПЧ должна быть принудительной, поэтому в известных ВД инвертор либо выполняется на полностью управляемых элементах (транзисторы, запираемые тиристоры, обычные тиристоры с конденсаторной коммутацией), либо в области низких частот вращения двигателя запирающие инвертора осуществляется кратковременным переводом выпрямителя в область глубокого инвертирования с целью уменьшения тока до нуля. Но инвертор на полностью управляемых элементах значительно дороже, чем инвертор с естественной коммутацией, а кратковременный перевод выпрямителя в инверторный

режим приводит к пульсациям момента, что в области низких частот вращения в большинстве случаев недопустимо.

Автором предложен принципиально новый способ коммутации инвертора, позволяющий выполнять ПЧ на обычных тиристорах, а значит, заведомо удешевить и упростить ВД в целом, повысить его надежность и снять ограничения по диапазону мощностей электропривода.

Суть предложенного способа состоит в том, что часть энергии на коммутацию тиристоров выпрямителя (получаемая непосредственно от питающей сети) передается в контур коммутации инвертора, обеспечивая его успешную коммутацию на любых частотах вращения привода, в том числе и на близких к нулю. Такой алгоритм коммутации оказывается возможным, если коммутация тиристоров инвертора совпадает по времени с моментами коммутации тиристоров выпрямителя.

Легко установить, что для любой "m"-фазной питающей сети упомянутое совпадение определяется следующим дискретным рядом частот:

$$f_2 = f_1 / (mk + 1), \quad (1)$$

где f_2 – частота на выходе ПЧ; f_1 – частота сети; k – любое целое число. Таким образом, для $m = 3$:

$$f_2 = f_1; f_1 : 4; f_1 : 7; f_1 : 11... \quad (2)$$

Из (1) и (2) следует, что чем ниже частота вращения двигателя, тем меньше относительная разница между соседними ступенями частот вращения. Иными словами, пуск и регулирование частоты вращения двигателя в диапазоне $0 < \omega < 0,1\omega_{ном}$ осуществляется достаточно плавно для большинства практических случаев, а при $\omega > (0,1 \div 0,15)\omega_{ном}$ возможна естественная коммутация инвертора, то есть бесступенчатое регулирование частоты вращения ВД.

Особенностью предлагаемого привода является логическая схема, в которой реализуется логика "И" совпадений моментов коммутации выпрямителя и инвертора.

После разгона двигателя до $\omega \geq 0,15\omega_{ном}$ логическая схема блокирует сигнал с тахогенератора, а коммутация инвертора в дальнейшем осуществляется естественным путем за счет ЭДС двигателя, как и в известных схемах ВД. Регулирование частоты вращения с этого момента становится бесступенчатым.

Описанный принцип коммутации инвертора может применяться и для АД с ПЧ, однако в этом случае весь диапазон регулирования будет дискретным в соответствии с (1) и (2). Регулировочные характеристики и частотный диапазон в этом случае будут примерно совпадать с аналогичными характеристиками частотного электропривода на основе непосредственного преобразо-

вателя частоты (НПЧ), однако "классический" НПЧ содержит три комплекта реверсивных трехфазных мостов, то есть втрое больше, чем в описанной схеме, что говорит о её беспорных преимуществах.

Более того, описанный принцип коммутации инвертора в составе ПЧ со звеном постоянного тока может быть с успехом применен для "надсинхронных" вентиляльных каскадов, где этот принцип легко решает основную проблему: переход через синхронную скорость.

Действительно, в зоне скольжений, близких к нулю, ЭДС ротора асинхронного двигателя становится недостаточной для естественной коммутации роторного выпрямителя. Требуется принудительная коммутация, которая может быть осуществлена частичным отбором энергии коммутации ведомого ветвью инвертора в соответствии с описанным выше алгоритмом и схемой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Магазинник Л.Т. Новый способ коммутации инвертора в преобразователях частоты для питания // Изв. вузов. Электромеханика, № 5. 2004.

Работа представлена на научную международную конференцию «Технологии 2007», г. Кемер (Турция), 21-28 мая 2007 г. Поступила в редакцию 28.05.2007.

ПРЕВЕНТИВНАЯ ЗАЩИТА СВАРОЧНЫХ ИНВЕРТОРОВ

Магазинник Л.Т., Евстифеев И.В.

*Ульяновский государственный технический университет
Ульяновск, Россия*

Однофазные полумостовые инверторы нашли широкое применение в различных вторичных источниках питания, в частности, их применяют в некоторых модификациях сварочных трансформаторов инверторного типа.

Известные схемы таких инверторов содержат в силовой части полумост в виде двух последовательно соединенных транзисторов и двух обратных диодов. Вторая половина моста образована двумя последовательно соединенными конденсаторами, а в диагональ переменного тока моста включена нагрузка.

Диагональ постоянного тока моста подключена к источнику питания через дроссель, шунтированный обратным диодом. Достоинством полумостового инвертора является простота схемы, а также отсутствие постоянной составляющей в диагонали нагрузки, что и позволяет эффективно использовать полумостовой инвертор для трансформаторной нагрузки. Дроссель с обратным диодом является типовым узлом известных инверторов и обеспечивает уменьшение

крутизны нарастания тока транзисторов, что особенно важно при сквозных коротких замыканиях инвертора, то есть при одновременном отпирании транзисторов.

Дроссель, уменьшая крутизну нарастания тока, одновременно уменьшает и полосу пропускания частот инвертора и потому его индуктивность должна быть небольшой, что, в свою очередь, снижает надежность защиты инвертора при сквозных коротких замыканиях. Для устранения этого недостатка в силовую схему предлагается вместо дросселя с обратным диодом ввести дополнительно четырехобмоточный трансформатор с тремя одинаковыми первичными обмотками и одной вторичной обмоткой, соединенной с одним из входов типовой системы управления, причем одна первичная обмотка упомянутого трансформатора включена между одним из полюсов источника питания и одноименным полюсом диагонали постоянного тока моста, а две другие первичные обмотки соединены между собой согласно, но встречно по отношению к первой обмотке [1].

В рабочем режиме инвертора дополнительный трансформатор не вносит реактанс в контур нагрузки, и максимальная частота инвертора ограничена лишь параметрами транзисторов. Поскольку магнитный поток дополнительного трансформатора равен в рабочем режиме инвертора нулю, напряжение на его вторичной обмотке тоже нулевое.

При одновременном открытии транзисторов из-за неисправности в системе управления или, например, из-за увеличения времени восстановления запирающих свойств при разогреве транзистора или по каким-либо иным причинам, происходит сквозное короткое замыкание, и ток проходит, минуя нагрузку (полностью или частично), через все три первичные обмотки дополнительного трансформатора. Возникает нескомпенсированный магнитный поток, появляется напряжение на вторичной обмотке трансформатора. При этом сквозной ток, пока трансформатор не насыщен, равен току намагничивания, т.е. ничтожно мал и не опасен для транзисторов.

Таким образом, защита от сквозных коротких замыканий действует превентивно, т.е. не дает возрасти току на время насыщения дополнительного трансформатора до опасных величин. Это время может быть выбрано при расчете дополнительного трансформатора большим, чем время срабатывания защиты на отключение сигнала с вторичной обмотки. Более того, отпадает необходимость завышать запас по времени восстановления запирающих свойств транзисторов, так как при кратковременном «перекрытии» сквозной ток ничтожен, а кратковременные импульсы на выходе вторичной обмотки можно блокировать селектором длительности, не отключая инвертор. Относительную установленную мощность трансформатора по отношению к сило-