

УДК 677.052-185

## РЕАЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ РЕЖИМОВ НА ПРЯДИЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ

*Поляков А. Е.*

*(Московский государственный текстильный  
университет им. А. Н. Косыгина)*

На подмосковном текстильном предприятии "Купавна" автором проводились исследования по разработке энергосберегающих решений для текстильных объектов на базе использования комплектных параметрических асинхронных регулируемых электроприводов (ЭП) серии КПЭ [1, 2].

Работа ЭП обеспечивается плавным изменением выходного напряжения по принципу фазового регулирования в зависимости от величины входного (заданного) сигнала управления. Такой принцип регулирования ведет к дополнительным выделениям потерь электроэнергии (ЭЭ) в роторе асинхронного двигателя (АД) промышленной серии 4АМ и его перегреву. Применение АД специальной конструкции позволило исключить такой недостаток. АД специального исполнения выполнен на базе АД серии 4АМ. Он имеет полый массивный ротор и охлаждается с помощью осевого вентилятора с независимым ЭП. Двигатель специального исполнения имеет плавную регулировочную характеристику и высокий пусковой момент.

КПЭ построен по принципу, позволяющему повысить энергетические показатели двигателя при изменении нагрузки на валу двигателя. Это в свою очередь приводит к уменьшению затрат на компенсирующие устройства и потерь ЭЭ в питающих сетях.

В лаборатории электрических машин МГТУ автором проведены энергетические испытания КПЭ-4.5-1350, позволившие решить вопрос о возможности использования параметрического ЭП для управления крутильно-мотальными механизмами (КММ) энергоемкого текстильного оборудования.

Широкое распространение получили методы оптимального управления ЭП прядильных машин (ПМ), обеспечивающие максимальную производительность при наличии ограничений по току, нагреву и допустимому моменту. Одним из видов оптимального управления ЭП является регулирование скорости намотки пряжи на кольцепрядильных машинах.

Установленные на фирме "Купавна" и производственном объединении (ПО) "Обухово" ПМ ПБ-114Ш, ПБ-132Ш, П-114Ш снабжены однодвигательным нерегулируемым асинхронным ЭП, реализующим скоростную диаграмму первого типа, для которой характерно установочное регулирование скорости с помощью сменных шкивов. При постоянной частоте вращения веретен (ВР), натяжение нити при намотке початка постоянно изменяется. Это сказывается на распределении обрывности при наработке лаковки: при наработке нижнего конуса ее обрывность больше, чем при наработке собственно тела лаковки; при наработке же верхнего конуса обрывность вновь повышается.

Для выравнивания натяжения нити в процессе прядения, снижения обрывности и повышения производительности на ПМ указанных типов были установлены КПЭ-18.5-1350. На Купавинской фабрике на двух ПМ П-114Ш N30 с КПЭ и N 19 с однодвигательным нерегулируемым АД вырабатывалась пряжа N 11.1 (число кручений на 1 м - 46.8; состав смеси, %: шерсть темно-синяя, арт. 2100 - 7, капрон, арт. 216 - 9, лом шерстяной ровничный - 84). Базовая скорость выпуска пряжи составила 12 м/мин. С целью реализации скоростных режимов и повышения производительности на ПМ N30 базовая скорость выпуска была повышена до 14 м/мин. Был реализован третий тип скоростных диаграмм - изменение частоты

вращения ВР в различные периоды наработки съема (базисное регулирование). Нарботку нижнего конуса початка проводили при частоте вращения ВР равной 4740 мин<sup>-1</sup>, т.е. ниже средней (базовой) частоты вращения на 13.5%. При наработке тела початка частота вращения ВР увеличивалась до 5500 мин<sup>-1</sup>. По окончании наработки початка частота вращения ВР снижалась на 7.5%, т.е. до 5095 мин<sup>-1</sup>.

Целесообразность установки КПЭ на технологическом оборудовании шерстопрядильного производства подтверждается данными, полученными на Обуховской ковровой прядильно-ткацкой фабрике в результате анализа скоростных режимов и энерготехнологических испытаний, проведенных на кольцепрядильной машине ПБ-114Ш N4 (число ВР - 300), оснащенной КПЭ-18.5-1350, и ПБ-114Ш N8 без регулируемого ЭП. В процессе эксперимента скоростные режимы выпуска пряжи устанавливались в диапазоне 15-20.5 м/мин. Пряжа вырабатывалась из смеси, состоящей из цветной поместной шерсти (31%), капрона (18.3%), мтилона (45.7%), ровничного лома (5%). Линейная плотность ее 169 Текс (N5.9). Обрывность пряжи колебалась от 180 до 370 обрывов на 1000 врч (при норме 400). Для отдельных ассортиментов выработка пряжи в смену увеличивалась до 20%.

В лаборатории физики волокон МГТУ были проведены сравнительные физико-механические испытания четырех образцов пряжи, полученных на П-114Ш N19 и N30 и ПБ-114Ш N4 и N8.

Для определения влияния скоростных режимов на свойства наматываемой пряжи выбирались образцы из различных зон лаковки.

Испытания образцов на растяжение (базовая длина 500 мм) проводили на разрывной машине FP-100/1 по ГОСТ 6611.2-73 при комнатной температуре со скоростью перемещения подвижного зажима равной 100 мм/мин. Неровноту определяли по ГОСТ 6611.1-73.

Анализ полученных данных подтверждает, что разброс показателей линейной плотности, разрывной нагрузки и относительной деформации по зонам прядильной лаковки снижается и стабилизируется благодаря регулированию скоростных режимов с помощью комплектного ЭП серии КПЭ, при этом коэффициент вариации по указанным параметрам имеет меньшее значение для машин с модернизированным ЭП.

Автором исследуется целесообразность управления энергосберегающими режимами КПЭ от серийного многофункционального микропроцессорного регулятора напряжения МРН 000 [3]. МРН позволяет изменением величины питающего напряжения осуществлять плавный пуск (торможение) с заданным темпом в требуемом интервале времени и симметрией токов по фазам. Пуск АД при этом осуществляется со снижением пускового тока до двух-трех кратного номинальному току двигателя. Второе функциональное назначение МРН - поддержание максимально возможными энергетических показателей АД при изменении нагрузки на его валу. Уменьшение энергопотребления при таком регулировании достигается в основном за счет снижения тока намагничивания и, как следствие, снижения потерь в обмотках АД.

Суть регулирования напряжения на АД с помощью управляемых клапанов заключается в следующем: каждому уровню нагрузки на двигателе соответствует свой угол управления  $\alpha$ , обеспечивающий максимальные значения энергетических показателей АД. Именно угол управления является конечным результатом работы системы управления.

В основу построения МРН положен принцип стабилизации коэффициента мощности АД. При этом в микропроцессор (МП) вводятся моменты времени, соответствующие переходам через ноль кривых тока и напряжения, а расчет величины угла производится средствами МП. Вычислительный блок МРН предназначен для обработки сигнала датчика и вычисления угла управления  $\alpha$  в соответствии с принятым алгоритмом управления. Вычислительное устройство

(ВУ) построено как стабилизатор величины запаздывания угла  $\delta$ , обработка сигнала ведется по ПИД алгоритмам. При применении ПИД алгоритмов возникает проблема устойчивости, связанная с тем, что система МРН - АД нелинейна и подвержена колебаниям даже в разомкнутых системах. Поэтому для нормальной эксплуатации систем управления разработчик (ВНИИЭлектроэнергетики) рекомендует производить тщательную настройку коэффициентов регулятора для каждого случая применения.

Структурная схема микропроцессорного МРН включает однокристалльный микропроцессор серии K1816; силовую часть, состоящую из трех управляемых полупроводниковых вентилях (симисторов), включенных последовательно в каждую фазу сети; устройство сопряжения, в состав которого входят формирователь синхрои импульсов (ФСИ), датчики напряжения и тока, усилители мощности управляющих импульсов, пульт оператора

Основной функцией МП является реализация системы импульсно-фазового управления, т. е. преобразование вычисленного значения угла  $\alpha$  во временный интервал  $\tau$  и генерация управляющих симисторами импульсов. ФСИ формирует импульсы синхронизации в моменты перехода через ноль кривой напряжения одной из фаз силового питающего напряжения, принятой за опорную. Импульсы синхронизации поступают на вход МП через вход прерывания и инициируют выполнение специального программного модуля синхронизации. Одна из задач модуля - запуск преобразования вычисленного значения  $\alpha$  во временной интервал  $\tau$ . Преобразование осуществляется программно-аппаратным способом, т. е. на основе программируемого таймера организуется супервизор реального времени. Кроме того, в функции ФСИ входит генерация трехразрядного слова состояния входных силовых фаз сети, которое поступает на вход модуля генерации и распределения импульсов по вентилям. При этом расчетный модуль содержит в своем составе таблицу соответствия между словом состояния и номером вентиля, на который нужно подать управляющий импульс.

Формирование требуемой длительности импульсов управления организуется программным способом - преобразователи  $\alpha/\tau$  выполнены для каждого симистора на отдельном регистре процессора и на нем же реализован формирователь длительности управляющих импульсов.

В МП расчет величины угла управления  $\alpha$  производится непосредственно модулем, алгоритм которого не требует большого объема вычислений.

#### Литература:

1. Поляков К. А., Поляков А. Е., Саюшкина О. Д. Технические решения, направленные на модернизацию электропривода текстильного оборудования. // Текстильная промышленность. - 1997. - N 3. - С.28 - 30.
2. Поляков К.А., Поляков А.Е. Факторы, влияющие на скоростные режимы ровничной машины для гребенного прядения шерсти. // Текстильная промышленность. - 1997. - N5. - С 18 - 20.
3. Пар И.Т., Захарова З.А. Энергосберегающие микропроцессорные регуляторы напряжения для асинхронного привода // Электротехническая промышленность. Сер. 08. Электропривод. Обзор. Информ. 1990. - Вып. 28. - С.1 - 44.