

Рис. 2. Варианты оснащения ВЛ 10 кВ пунктами автоматического секционирования: ПС₁ и ПС₂ — питающие подстанции один и два; В₁ и В₂ — выключатели на ПС₁ и ПС₂; 1–3 — номера участков ВЛ 10 кВ; П — потребитель электроэнергии.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЗАПУСКА ВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЫ С ЧАСТОТНЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Л. Г. Чубриков, М. Н. Погуляев

Гомельский государственный технический университет
им. П. О. Сухого, Республика Беларусь

В настоящее время для производства искусственного меха на отечественных предприятиях широко применяются зарубежные вязальные машины марки НР–12Е с частотным асинхронным электроприводом. Необходимость использования преобразователя частоты (ПЧ) для питания асинхронного электродвигателя (АД) обусловлено рядом технологических требований, а именно:

- обеспечение плавного, безударного запуска в работу вязальной машины, представляющей собой сложную механическую систему и обладающей значительными моментами инерции, статического сопротивления, сухого и вязкого трения;
- получение низких скоростей вращения (0,1...0,3 от номинального значения), необходимых при наладке и ремонте машины;
- регулирование рабочей скорости машины в пределах 0,8...1,1 от номинального значения в зависимости от вида производственного меха.

Из анализа этих требований следует, что система управления (СУ) преобразователем частоты должна обеспечивать плавность регулирования и заданный закон изменения скорости (ускорения) при пуске, в то время как получение широкого диапазона и точности регулирования от нее не требуется. По этой причине система управления преобразователем выполнена по упрощенной схеме с задатчиком интенсивности и одной обратной связью по напряжению U_d управляемого выпрямителя (рис. 1).

Формирование необходимых механических характеристик АД обеспечивается путем выполнения определенных соотношений между частотой f_1 и напряжением U_1 ста-

тора. В данном электроприводе для осуществления нормального запуска вязальной машины, имеющей высокий момент сопротивления нагрузки, соотношение между частотой f_1 и напряжением U_1 , подводимым к статору, выбрано из условия сохранения максимального (критического) момента постоянным $M_{\max} = \text{const}$. В этом случае закон изменения напряжения при частотном регулировании и не учета падения напряжения на активном сопротивлении обмотки статора r_1 определяется выражением $U_1 = k \cdot f_1$, где k – постоянный коэффициент [1].

Однако в области малых скоростей (от 0 до 0,2 номинального значения), когда напряжение питания относительно невелико, пренебрегать падением напряжения на сопротивлении r_1 нельзя и для его компенсации значение коэффициента k в этой области необходимо увеличивать по определенному закону [2]. В схеме управления (рис. 1) требуемые изменения коэффициента k производятся с помощью функционального преобразователя (ФП), имеющего нелинейную передаточную характеристику.

В целом же, стратегия пуска, т.е. временные зависимости $U_1(t)$ (или $U_d(t)$) и $f_1(t)$, которые реализуются существующей системой управления, представлены на рис. 2 а. Регулировочная характеристика функционального преобразователя при этом имеет вид характеристики U_d (рис. 2 а).

Недостатки существующей СУ и реализуемой ею стратегии – в наличии достаточно большого начального броска пускового тока и высокой критичности к увеличению момента сопротивления нагрузки, которое имеет место, например, при смене технологии или после ремонта машины. В результате чего часто происходит срыв запуска машины в работу из-за опрокидывания АД при разгоне. Причина этого в том, что на участке $t_1 - t_2$ (рис. 2 а) скорость изменения напряжения U_1 становится ниже скорости изменения частоты f_1 . Вследствие этого, момент развиваемый двигателем на этом участке, начинает снижаться, достигая своего минимального значения в точке t_2 , и, если он становится меньше момента сопротивления нагрузки, то двигатель останавливается.

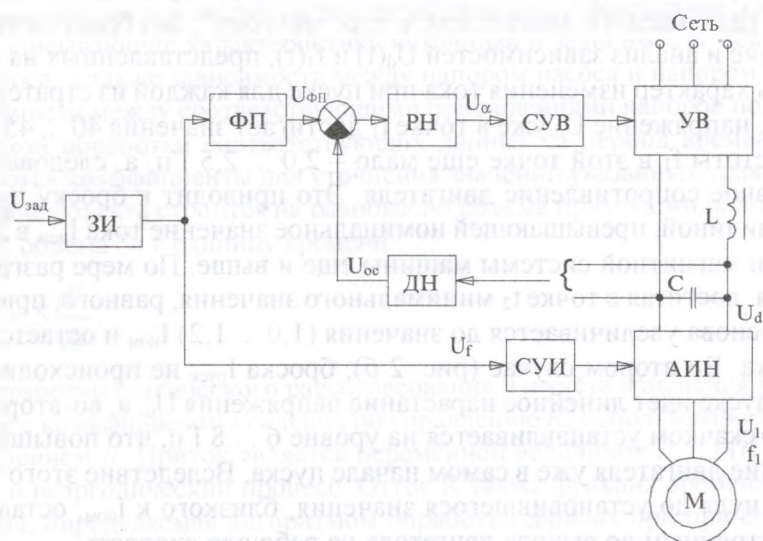


Рис. 1. Функциональная схема системы управления электроприводом вязальной машины: ЗИ – задатчик интенсивности; ФП – функциональный преобразователь; РН – регулятор напряжения; ДН – датчик напряжения; СУВ – система управления выпрямителем; СУИ – система управления инвертором; УВ – управляемый выпрямитель; АИН – автономный инвертор напряжения.

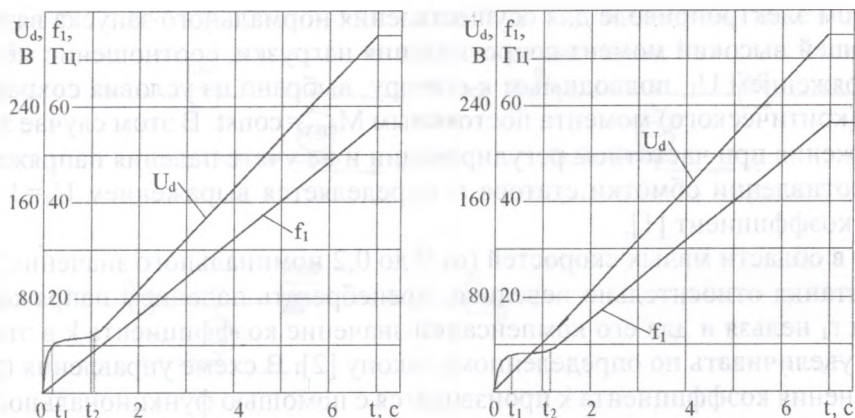


Рис. 2. Стратегии пуска АД с частотным управлением: а – существующая; б – предложенная авторами.

В таких случаях для запуска машины приходится принудительно увеличивать колебательность контура регулирования напряжения для получения, так называемого, “толчкового” режима работы. Естественно, это сопровождается значительными бросками тока и момента двигателя, что увеличивает вероятность обрыва нитей и механических поломок узлов и механизмов машины.

Для устранения указанных недостатков нами предложена новая стратегия пуска АД (рис. 2 б), получаемая путем переноса функционального преобразователя из канала управления напряжением в канал управления частотой. В данном случае из-за нелинейности в характеристике управления частотой, скорость изменения напряжения на участке $t_1 - t_2$, наоборот, выше скорости изменения частоты, что приводит к плавному нарастанию момента, развиваемого двигателем, и его “мягкому”, без бросков тока, запуску.

Рассмотрение и анализ зависимостей $U_d(t)$ и $f_1(t)$, представленных на рис. 2, позволяют определить характер изменения тока при пуске для каждой из стратегий. В первом случае (рис. 2 а), напряжение U_d уже в точке t_1 достигает значения 40 ... 45 В, в то время как значение частоты f_1 в этой точке еще мало – 2,0 ... 2,5 Гц, а, следовательно, будет мало и индуктивное сопротивление двигателя. Это приводит к броску пускового тока $I_{\text{пуск}}$ в точке t_1 величиной, превышающей номинальное значение тока $I_{\text{ном}}$ в 2,5 ... 3,0 раза, а при насыщении магнитной системы машины еще и выше. По мере разгона двигателя $I_{\text{пуск}}$ уменьшается, достигая в точке t_2 минимального значения, равного, примерно, (0,8 ... 0,9) $I_{\text{ном}}$, а затем снова увеличивается до значения (1,0 ... 1,2) $I_{\text{ном}}$ и остается таковым до завершения пуска. Во втором случае (рис. 2 б), броска $I_{\text{пуск}}$ не происходит, поскольку, во-первых, при пуске идет линейное нарастание напряжения U_d , а, во-вторых, частота f_1 на участке $t_1 - t_2$ скачком устанавливается на уровне 6 ... 8 Гц, что повышает индуктивное сопротивление двигателя уже в самом начале пуска. Вследствие этого ток $I_{\text{пуск}}$ плавно нарастает от нуля до установившегося значения, близкого к $I_{\text{ном}}$, остающееся затем практически постоянным до выхода двигателя на рабочую скорость.

Для практической проверки работоспособности новой стратегии нами были изготовлены электронные блоки системы управления ПЧ, реализуемые предложенные законы изменения напряжения и частоты при пуске. Испытание новой системы, проведенные в производственных условиях на вязальных машинах ОАО “Белфа” г. Жлобина, показали, что она работоспособна и позволяет запускать в работу машины и в тех случаях, когда существующая СУ, без переключения в “толчковый” режим, не могла это сделать. Таким образом, предложенная стратегия запуска АД является более эффективной по сравнению с существующей, позволяет строить более надежные и удобные в эксплуата-

ции системы управления и может быть использована не только в электроприводе вязальных машин, но различных других машин, требующих плавного запуска в работу.

Литература

1. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами. – Л.: Энергоатомиздат, 1982. – 392 с.
2. Сандлер А.С., Сарбатов Р.С. Автоматическое частотное управление асинхронными двигателями. – М.: Энергия, 1974. – 328 с.

УПРАВЛЕНИЕ СКОРОСТЬЮ ДВИГАТЕЛЯ В СИСТЕМАХ СО СЛУЧАЙНЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ ПАРАМЕТРОВ И НАГРУЗКИ

А. В. Никонов

Государственный технический университет, г. Омск, Россия

Алгоритм расчёта оптимального режима конкретной системы подъёма и распределения жидкости строится на сочетании алгоритмов оптимизации типовых элементов, образующих схему водоснабжения. Для расчёта оптимального режима каждого из типовых элементов необходимо иметь соответствующую математическую модель. Но процесс водопотребления носит случайный характер и изменение нагрузки сети в течение суток происходит по стохастическим закономерностям [1]. Создание вероятностной модели потокораспределения в сложных кольцевых сетях представляет собой трудную задачу. Поэтому для расчётов оптимальных режимов систем подъёма и распределения воды рекомендуются два типа алгоритмов:

1) статистические, основанные на обобщённых характеристиках (математических моделях) сети и насосных станций;

2) детерминированные, основанные на математических моделях потокораспределения (расчётных схемах сети) и использующие квантование стохастического процесса на ряд квазистационарных уровней водопотребления, т. е. почасовые колебания нагрузки. В статистических алгоритмах систем подачи и распределения воды математическая модель включает уравнения, описывающие характеристику источника и зависимость между подачей Q и напором H насоса, а также зависимость между напором насоса и напором в диктующей точке сети. Зависимости между соответствующими приращениями напоров получаются на основе статистической обработки соответствующих данных за период времени, и периодически корректируются коэффициенты для уточнения значений указанных уравнений.

Описание объекта строится на равновесии объёма притока жидкости P и расхода R для конкретного объёма Sh в единицу времени:

$$P - R = S \frac{dh}{dt}.$$

Для отработки статического рассогласования u и учёта изменения уровня h во времени в регуляторе с коэффициентом усиления по управлению K_p использовано дифференцирующее звено с усилением K . Приток является переменной величиной $P = P(t)$ – случайный нестационарный и неэргодический процесс. Отток R также функция времени, но это стационарная величина, определяемая алгоритмом обработки данных при принятии решения об интенсивности и числе работающих двигателей насосов, а также конкретных параметрах нагрузки.

Характер зависимости изменения уровня от скоростей притока и оттока будет иметь вид:

$$S \frac{d^2 u}{dt^2} + KK_p \frac{du}{dt} + K_p u - \frac{dR}{dt} = 0.$$