УДК 62-83-52:62-573

С.С. Переверзев, А.В. Нестеровский

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ПУСКОМ НЕРЕГУЛИРУЕМЫХ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

В настоящее время нерегулируемый асинхронный электропривод является наиболее распространенным среди большинства промышленных установок. Его функциональная надежность во многом определяется условиями эксплуатации и режимами работы, характерными для конкретного вида технологического процесса.

В этом смысле, одним из наиболее значимых является режим пуска путем прямого подключения приводных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором (АД) к сети. Возникающие при этом броски пусковых токов приводят к ускоренному износу изоляции обмоток статора АД, просадке напряжения в сети от протекания значительных по величине пусковых токов и возникновению переходных знакопеременных электромагнитных моментов, которые вызывают удары и деформации в элементах трансмиссии с интенсивным их износом и поломками.

Таким образом, частые прямые пуски являются одной из основных причин сокращения срока службы и преждевременного выхода из строя нерегулируемого асинхронного электропривода промышленных установок, что приводит к их вынужденному простою со значительным экономическим ущербом.

Одним из способов ограничения переходных знакопеременных электромагнитных переходных

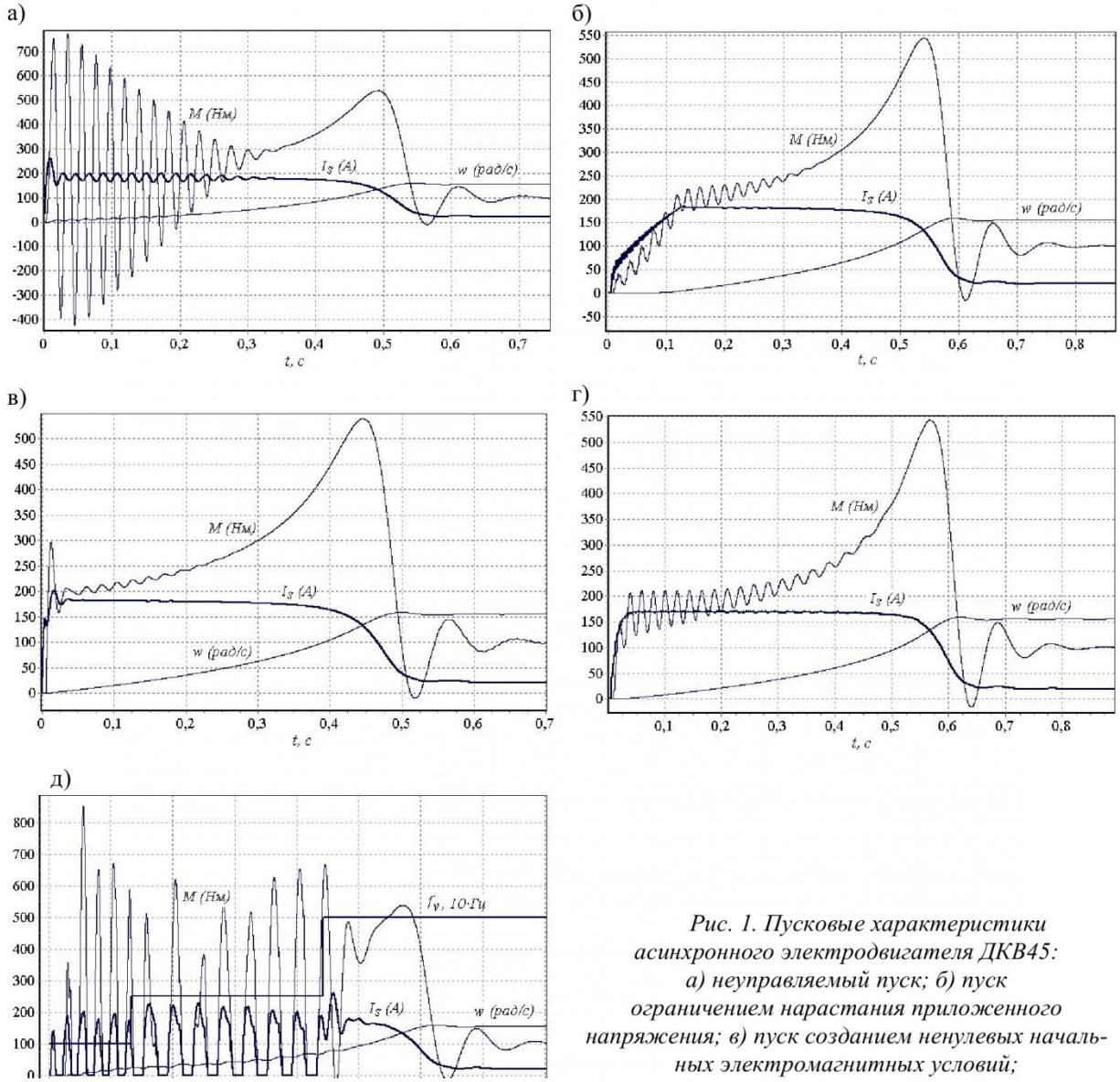

Рис. 1. Пусковые характеристики асинхронного электродвигателя ДКВ45: а) неуправляемый пуск; б) пуск ограничением нарастания приложенного напряжения; в) пуск созданием ненулевых начальных электромагнитных условий;

моментов и пусковых токов является управляемый пуск АД, реализуемый устройством управления пуском (УУП).

В настоящее время достаточно широкое распространение получил управляемый пуск АД ограничением нарастания приложенного напряжения [1].

Как видно из рис. 1б, данный способ позволяет ограничить как переходные знакопеременные электромагнитные моменты, так и величину пускового тока. Увеличение длительности нарастания напряжения приводит к уменьшению ударных значений пускового тока и переходного электромагнитного момента, однако, при этом увеличивается продолжительность пуска, а, следовательно, и электрические потери в АД, которые могут превысить величину потерь при прямом пуске.

С позиции плавного выбора зазоров в трансмиссии, за счет постепенного увеличения крутящего момента, применение данного способа управления пуском АД является наиболее целесообразным.

Практически полное подавление переходных знакопеременных электромагнитных моментов без снижения быстродействия электропривода достигается применением управляемого пуска АД созданием ненулевых начальных электромагнитных условий путем пофазной подачи напряжения к статорной обмотке электродвигателя (рис. 1в) [2].

Применение управляемого пуска с токоограничением [3] позволяет ограничить пусковой ток на заданном уровне (уставка токоограничения), однако при этом снижается развиваемый электродвигателем момент (рис. 1г).

Увеличение пускового момента возможно только за счет увеличения уставки токоограничения, что приводит, однако, к снижению эффекта от токоограничения, поэтому область наиболее эффективного применения данного способа ограничивается малонагруженными электроприводами.

Квазичастотное управление пуском АД [4] приводит к увеличению развиваемого электродвигателем электромагнитного момента по сравнению с другими способами, поэтому данный способ может быть использован для случая, когда момент сил сопротивления значительно превышает момент, соответствующий току короткого замыкании АД. Однако, как видно из рис. 1, д, при этом процесс пуска АД сопровождается значительными по величине колебаниями электромагнитного момента и пускового тока, что негативным образом сказывается как на состоянии элементов трансмиссии, так и на состоянии запускаемого электродвигателя, сокращая их эксплуатационный ресурс. Поэтому данный вид управляемого пуска АД необходимо применять лишь в случаях, когда требуется повышенный пусковой момент и другие способы не могут обеспечить пуск тяжелонагруженного электропривода.

Для практической реализации вышеописанных способов нами было разработано тиристорное устройство управления пуском, силовая схема которого представлена на рис. 2. В каждой фазе УПП размещен тиристорный коммутационный элемент, состоящий из двух встречно включенных тиристоров (VS1VS2, VS3VS4, VS5VS6), параллельно которым подключена защитная RC-цепь (R1C1, R2C2, R3C3).

В данной схеме применены тиристоры типа Т253-1250-18 со средним током в открытом состоянии 1,25 кА и его ударным значением 28 кА, а также 18 классом по напряжению (повторяющееся импульсное обратное напряжение и напряжение в закрытом состоянии 1,8 кВ).

Система управления УПП, представленная на рис. 3, состоит из пульта управления со схемой подавления дребезга контактов, блока синхронизации с сетью, блока формирования импульсов управления, жидкокристаллического индикатора и управляющего микроконтроллера.

Пульт управления включает в себя кнопки SB1-SB4 и схему подавления дребезга контактов,

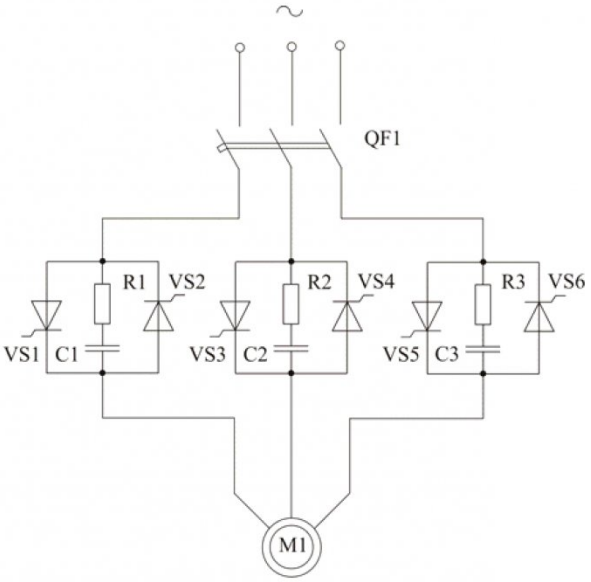

Рис. 2. Принципиальная электрическая схема силовой части УПП

выполненную с применением микросхемы DD1 (триггер Шмитта), резисторов R12-R19, конденсаторов C1-C4.

Блок синхронизации с сетью включает в себя три канала (на рис. 3 представлен канал синхронизации с фазой А).

Каждый канал формирует прямоугольные импульсы (диапазон изменения от 0 до +5 В), частота следования которых определяется частотой входного сигнала переменного напряжения. Сопротивление R1 и диоды VD1 и VD2 необходимы для ограничения диапазона входного напряжения от – 0,6 В до + 5,6 В. Делитель R2R4 ограничивает отрицательное значение напряжения на входе компаратора DA1 уровнем – 0,3 В. Для потенци-

альной развязки между сетью и системой управления в схеме используется транзисторный оптрон U1.

Блок формирования импульсов управления осуществляет потенциальную развязку между слаботочной и силовой частями УПП, а также усиливает сигнал управления с выхода микроконтроллера до требуемого уровня тока и напряжения.

Разработанный блок формирования импульсов управления обеспечивает надежное включение тиристоров силовой схемы за счет формирования широкого импульса управления (ширина импульса управления достигает достигать 0,01 с) с

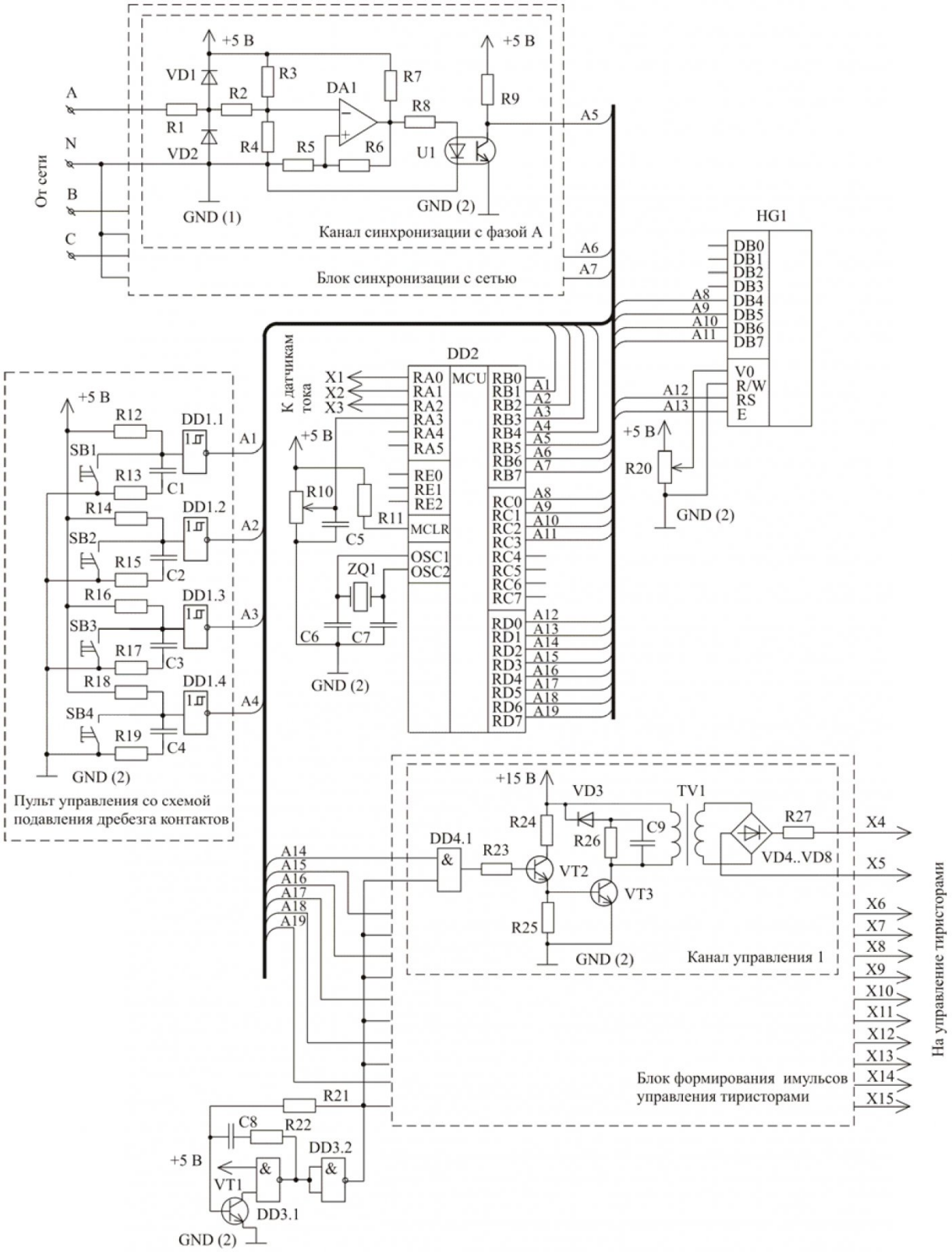

Рис. 3. Упрощенная принципиальная электрическая схема системы управления УПП

крутым фронтом нарастания тока (0,1...0,3 мкс) и амплитудой до 3,5 А при напряжении + 18 В, что исключает возможность локального перегрева полупроводниковой структуры тиристора. Данные параметры управляющего импульса достигаются за счет применения специально разработанного импульсного трансформатора TV1.

Помимо импульсных трансформаторов, осуществляющих потенциальную развязку, а также совместную передачу информационного сигнала и мощности управления, блок формирования импульсов управления (на рис. 3 представлен один канал управления из шести) содержит: составной транзистор (VT2, VT3); фиксирующую цепочку (VD3, C9, R26); логический элемент «И» (микросхема DD4.1), формирующий сигнал на включение составного транзистора в зависимости от сигналов, поступающих с выхода микроконтроллера DD2 и с выхода генератора прямоугольных импульсов, собранного на логических элементах «И-НЕ» (микросхемы DD3.1,

Микроконтроллер DD2 системы управления предназначен: для обработки команд, поступающих с пульта управления; управления работой жидкокристаллического индикатора HG1; контроля превышения уставки током статора. В случае, когда ток в фазах превышает уставку, микроконтроллер выдаёт сигнал на отключение электродвигателя от сети. Помимо этого, микроконтроллер осуществляет управляемый пуск ограничением нарастания приложенного напряжения, созданием ненулевых начальных электромагнитных условий, с токоограничением и квазичастотный способ пуска АД.

Представленное тиристорное устройство управляемого пуска АД прошло успешные испытания в производственных условиях – на приводах поверхностного технологического комплекса ОАО «Шахта Заречная» и ОАО «Шахта Березовская» в Кузбассе, подтвердившие его эффективность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Герасимяк, Р.П.* Асинхронный электропривод с тиристорным управлением / Р.П. Герасимяк, В.А. Лещев, Н.С. Путилин. – К.: Техника, 1984. – 150 с.

2. *Петров, Л.П.* Управление пуском и торможением асинхронного двигателя. – М.: Энергоиздат, 1981. – 184 с.

3. Обеспечение надежности асинхронных двигателей / П.И. Захарченко, И.Г. Ширнин, Б.Н. Ванеев, В.М. Гостищев. – Донецк.: УкрНИИВЭ, 1998. – 324 с.

4. *Онищенко Г. Б.* Электрический привод. – М.: РАСХН, 2003. – 230 с.

Авторы статьи:

Переверзев
Сергей Сергеевич
- канд.техн. наук, доц.каф. электропривода и автоматизации КузГТУ
Email: pss1980@tut.by,
Тел. (3842) 39-63-54

Нестеровский
Александр Владимирович
- канд.техн. наук, доц. каф. электропривода и автоматизации КузГТУ
Email: nsky@tut.by
Тел. (3842) 39-63-54