

6. Odnokopylov I. G. , Dementyev Y. N. , Usachyov I. V. , Lyapunov D. Y. , Petrusyov A. S. Load balancing of two-motor asynchronous electric drive // 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON) : proceedings, Omsk, May 21-23, 2015. - IEEE Russia Siberia Section, 2015 - p. 1-4.
7. Удут Л.С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Ч.8. Асинхронный частотно-регулируемый электропривод.– Томский политехнический университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2014. – 648 с.

Научный руководитель: Н.В. Гусев, к.т.н., доцент каф. ЭПЭО ЭНИН ТПУ.

## ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОПРИВОД ТОКАРНОГО СТАНКА

А.Б. Арьяев  
Томский политехнический университет  
ЭНИН, ЭПЭО, группа 5АМ67

В современном мире приборам и машинам предъявляются самые большие требования по надежности, технико-эксплуатационным характеристикам и точности работы [7,8]. Роль обработки резанием металлорежущих станков в машиностроении непрерывно повышается, несмотря на высокие достижения технологий производства качественных заготовок [1,2]. Токарный станок служит для обработки тел путем снятия резанием слоя материала с заготовок. Токарные станки составляют одну из подгрупп металлорежущего оборудования.

Для защиты электрических сетей напряжением до 1000 В применяют автоматические выключатели, тепловое реле магнитных пускателей, плавкие предохранители.

После расчета аппаратов защиты, выбираем силовой шкаф типа ШРС-1-20У3, принципиальная схема показана на рисунке 1 и параметры шкафа приведены в таблице 1.

Табл. 1.

Тип шкафа	Номинальный ток шкафа, А	Габаритные размеры, мм		
		Ширина	Высота	Глубина
ШРС-1-20У3	250	500	1600	350

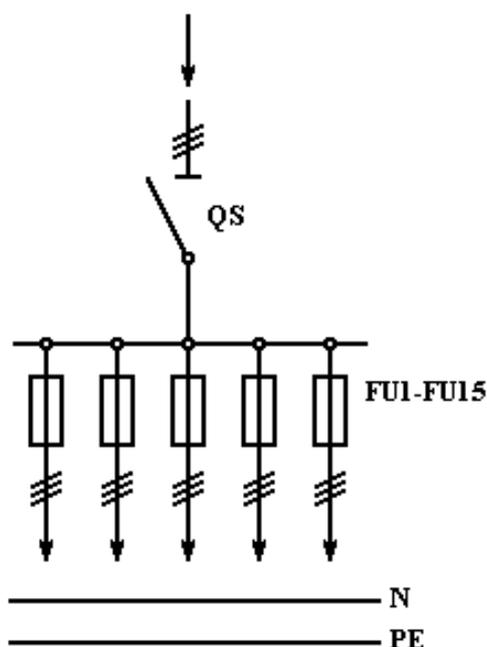


Рис. 1. Схема электрическая принципиальная силового шкафа ШРС-1-20У3

Шкафы силовые вводно-распределительные серии ШРС предназначены для приёма и распределения электрической энергии и защиты отходящих линий от перегрузок и токов короткого замыкания в сетях с глухозаземлённой или изолированной нейтралью трёхфазного переменного тока частотой 50 Гц на номинальное напряжение до 380 В.

Степень защиты со стороны дна – IP21, с остальных сторон – IP54 по ГОСТ 14254-96.

Электропривод (ЭП) металлорежущих станков преобразует электрическую энергию в механическую. В электроприводе чаще всего применяют асинхронные двигатели переменного трехфазного тока с короткозамкнутым ротором [3,4], который соединяется через ременную передачу с коробкой передач или непосредственно, а также двигатели переменного и постоянного тока.

Расчет мощности двигателя производится, исходя из длительного режима работы по формуле [2]:

$$P_{\text{эд}} = \frac{F_z \cdot V_z}{60 \cdot 10^3 \cdot \eta} = \frac{981 \cdot 109,75}{60 \cdot 10^3 \cdot 0,75} = 14,35 \text{ кВт}$$

где  $V_z$  – скорость резания, м/мин;  $F_z$  - усилие резания, Н.

Из условия: для исследований выбран двигатель типа АИР180М6. Выбран преобразователь «Siemens» 6SE7023.

Для быстродействующих регулируемых электроприводов с широким диапазоном регулирования, высокой точностью и хорошими энергетическими показателями весьма важно, чтобы преобразователь, питающий асинхронный двигатель, обладал малой инерционностью, двусторонней проводимостью и малым внутренним сопротивлением. Этим требованиям в полной мере отвечают реверсивные транзисторные преобразователи с широтно-импульсной модуляцией выходного напряжения, выполненные по мостовой схеме.

В состав преобразователя входят:

- неуправляемый выпрямитель;

- фильтр (конденсаторы);
- преобразователь выходного напряжения.

Произведён расчет электромеханической (рис. 2) и механической характеристик (рис. 3) асинхронного двигателя типа АИР180М6.

В преобразователе частоты применена наиболее распространенная для управления короткозамкнутым асинхронным двигателем схема с неуправляемым выпрямителем на входе силовой части схемы, и автономный инвертор напряжения с широтно-импульсной модуляцией напряжения на выходе. Инвертор состоит из 6 транзисторов IGBT (VT1-VT6), работающих в ключевом режиме с условием, если нижний транзистор закрыт, то верхний открыт [6].

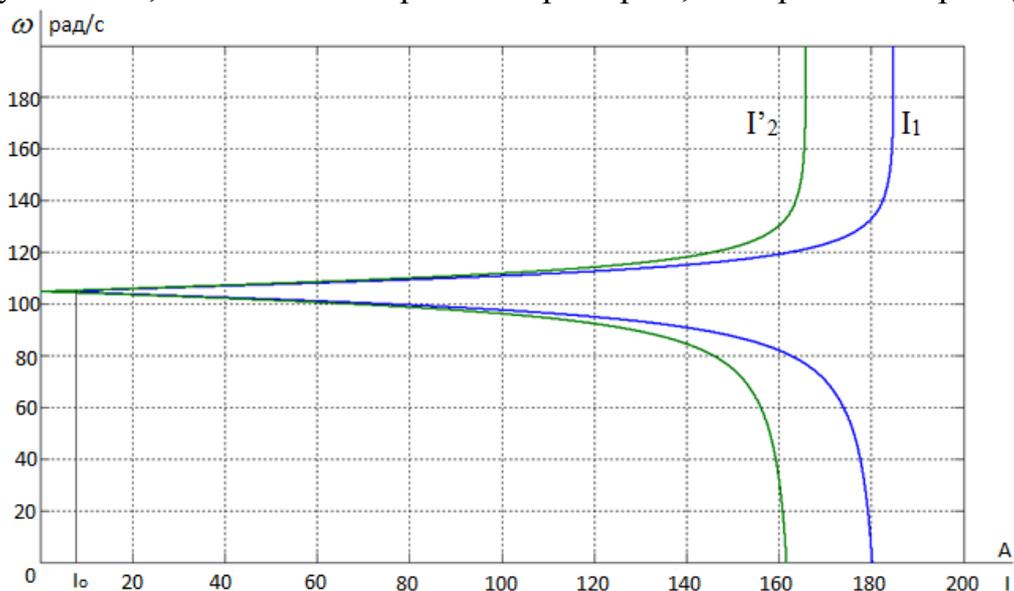


Рис. 2. Естественные электромеханические характеристики АД

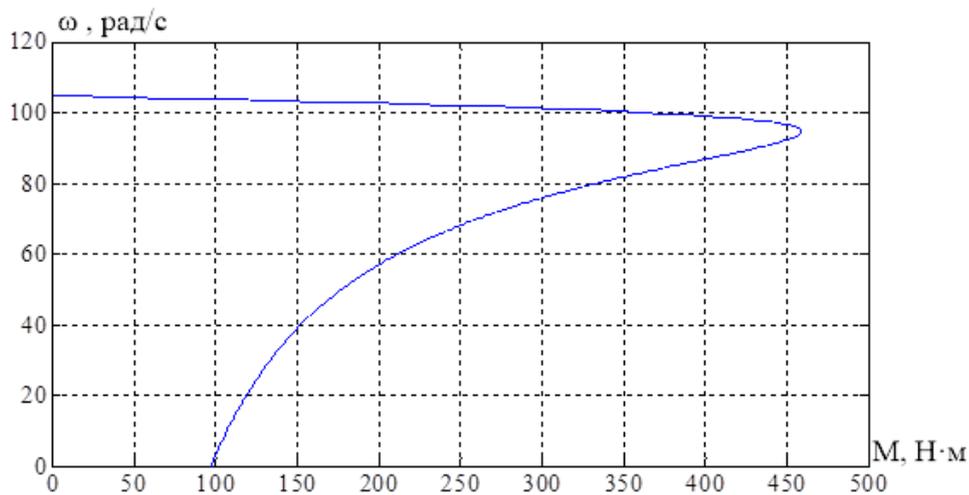


Рис. 3. Естественная механическая характеристика АД

Включение быстродействующих диодов VD параллельно к IGBT транзисторам применяют для того, чтобы исключить токи ЭДС самоиндукции и устранить обратные напряжения в моменты коммутации. Схема представлена на рис. 4.

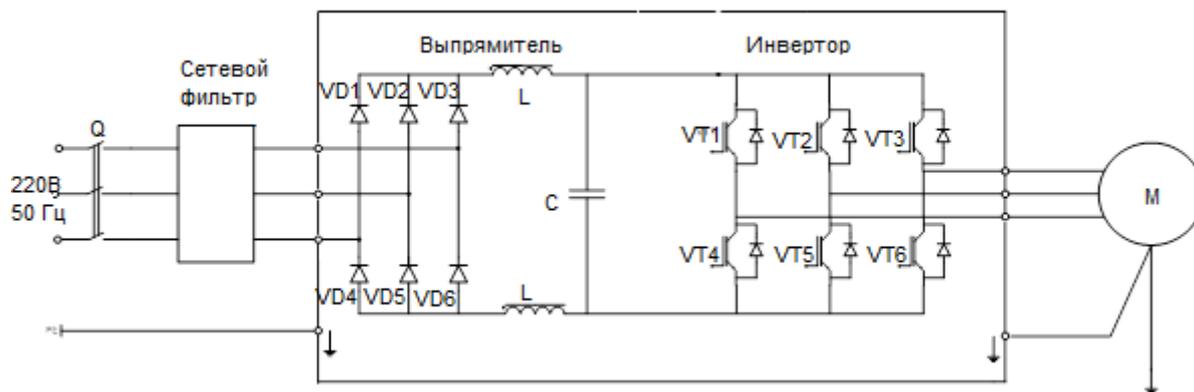


Рис. 4. Силовая схема регулируемого электропривода

Микроконтроллер управляет силовыми ключами [5], используя широтно-импульсное регулирование, когда выходное напряжение формируется в виде переменных импульсов за период длительности, моделируемых по заданному закону, что обеспечивает снижение содержания высших гармоник. При нормальной работе инвертора происходит поочередное включение или выключение транзисторов VT1-VT6.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Тепинкичиев В. К. Металлорежущие станки / В. К. Тепинкичиев, Л. В. Красниченко, А. А. Тихонов, Н. С. Колев. – М.: Машиностроение, 1972. – 464 с.
2. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению / В.П. Шеховцов. – 2-е изд. – М.: ФОРУМ, 2011. – 136 с.
3. Электропривод переменного тока: учебное пособие / А.Ю. Чернышев, Ю.Н. Дементьев, И.А. Чернышев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 213с.
4. Ключев В.И. Теория электропривода: Учебник для вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 704 с.: ил.
5. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 304 с.: ил.
6. Петрович В. П. Силовые преобразователи электрической энергии: учебное пособие / В. П. Петрович, Н. А. Воронина, А. В. Глазачев; Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 240 с.
7. Воронина Н.А. Анализ точности позиционирования двухфазного асинхронного двигателя в режиме прерывистого движения / А.В. Аристов, Н. А. Воронина // Известия ТПУ – 2013. – Т. 322, № 4: Энергетика. – С.116-120.
8. L.A. Payuk, N.A. Voronina, O.V. Galtseva, “Energy Characteristics of Electric Drive of Oscillatory Motion at the Shock-Free Start”, IOP Confer-

Научный руководитель: Н.А. Воронина, к.т.н., каф. ЭПЭО ЭНИН ТПУ.

## РАЗРАБОТКА ЦОКОЛЯ E14 ПОД ЛАМПОЧКУ «ТОМИЧА»

Р.Е. Кадыров

Томский политехнический университет  
ЭНИН, ЭПЭО, группа 5ГЗБ

Объединив преимущества классических ламп накаливания и светодиодных излучателей источников света, можем получить лампу, выполненную по технологии *Filament LED*. Основными компонентами этой лампы являются: колба; излучающий элемент; опорная конструкция; устройство питания (драйвер); цоколь.

По внешнему виду и характеристикам излучения она близка к классическим электролампам, что ее с полным правом можно назвать светодиодной лампой накаливания. Самое главное отличие осветительных устройств *LED Filament* от классических светодиодных ламп – это диаграмма светового потока, практически полностью аналогичная диаграмме лампы накаливания. То есть светодиодные излучатели светят практически равномерно во все стороны, так же как и обычные.

Светодиоды, как и все диоды, имеют нелинейную вольт-амперную характеристику. Это означает, что при изменении напряжения на светодиоде, ток изменяется непропорционально. По мере увеличения напряжения, сначала ток растёт очень медленно, источник освещения при этом не светится. Затем, при достижении порогового напряжения, светодиод начинает светиться, и ток возрастает очень быстро. При дальнейшем увеличении напряжения, ток резко возрастает, и лампа выходит из строя.

**Требования к питанию светодиодов.** Для того чтобы светодиодное освещение вошло в перечень традиционных источников света помимо увеличения световой отдачи и уменьшения стоимости самих светодиодов необходимо решить еще одну проблему. Это проблема специализированного электрического питания светодиодов и светодиодных модулей.

Во-первых, блок электропитания должен сохранять работоспособность в течение незначительного временного ресурса порядка 50000 часов и более, обеспечивая при этом требуемые характеристики.

Во-вторых, питание должно быть стабилизированным по току, иметь защиту от импульсов перенапряжения и обратной полярности.

В-третьих, цена всего вышеуказанного не должна существенно превышать стоимость светодиодного модуля.

Светодиоды могут быть соединены по различным схемам. Существует несколько вариантов включения светодиодов. Они делятся на схемы с параллельным, последовательным и смешанным включением.