



УДК 62-523.2

ТРАНСФОРМАТОРНО-ТРАНЗИСТОРНЫЙ РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОПОРШНЕВЫМ НЕФТЯНЫМ НАСОСОМ

TRANSFORMER-TRANSISTOR VOLTAGE REGULATOR FOR CONTROL OF HYDRO-PISTON OIL PUMP

Старостина Ярослава Константиновна

кандидат технических наук,
доцент кафедры «Электропривод и АПУ»
Ульяновский Государственный технический университет
yaroslava.starostina@bk.ru

Поснов Данила Дмитриевич

Ульяновский Государственный технический университет
danila_posnov@mail.ru

Токарев Андрей Дмитриевич

Ульяновский Государственный технический университет
andreyka_tokarev_96@mail.ru

Аннотация. В данной статье будут рассмотрены: структура гидропоршневого насоса, устройство трансформаторно-транзисторного регулятора напряжения, способ управления асинхронным двигателем.

Ключевые слова: трансформаторно-тиристорных регуляторов напряжения, гидропоршневой насос, электропривод, система управления АД, транзисторный преобразователь, вольтодобавочный трансформатор, погружной электродвигатель, электроцентробежный насос.

Starostina Yaroslava Konstantinovna

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department
of Electric Drive and APU,
Ulyanovsk State Technical University
yaroslava.starostina@bk.ru

Posnov Danila Dmitrievich

Ulyanovsk State Technical University
danila_posnov@mail.ru

Tokarev Andrey Dmitrievich

Ulyanovsk State Technical University
andreyka_tokarev_96@mail.ru

Annotation. This article will consider: the structure of a hydraulic piston pump, the device of a transformer-transistor voltage regulator, the method of controlling an asynchronous motor.

Keywords: transformer-thyristor voltage regulators, hydraulic piston pump, electric drive, AM control system, transistor converter, booster transformer, submersible electric motor, electric centrifugal pump.

Гидропоршневой насос состоит из двух основных частей, которые в свою очередь подразделяются на следующие основные компоненты: наземного оборудования (станции управления, трансформатора) и скважинного оборудования (погружного асинхронного электродвигателя, погружного электроцентробежного насоса и погружного трансформатора).

Погружные электродвигатели (ПЭД), работают в связке с силовым насосом, т.е. являются приводом погружного электроцентробежного насоса, предназначенного для подачи рабочей жидкости в гидродвигатель насоса. При этом питание погружных электродвигателей обеспечивается при помощи, погружного масляного трансформатора, а также наземного воздушного трансформатора.

Структура погружного асинхронного электродвигателя включает в себя следующие компоненты: электродвигатель и гидрозащита.

Электродвигатель может использоваться только при условии соблюдения герметичности корпуса. Для защиты внутренних компонентов от попадания пластовой жидкости используется гидрозащита, состоящая из двух компонентов: компенсатора и протектора.

Компенсатор используется для стабилизации давления в электродвигателе, расположенного внутри эксплуатируемой скважины, а также для пополнения объемов масла в электродвигателе.

Протектор защищает электродвигатель от попадания жидкости, получаемой вместе с добываемой нефтью, а также устраняет потери рабочей жидкости при ее движении к насосу и устанавливается над двигателем.

Статор ПЭД выполнен из трубы с расположенным внутри магнитопроводом, собранным из листов электротехнической стали, содержащий пазы, в которые уложена трехфазная обмотка.

Ротор двигателя представлен набором пакетов, которые набраны из листов электротехнической стали, при этом между пакетами расположены промежуточные подшипники, последовательно зафиксированные на валу электродвигателя [1].

Система управления для погружного насоса должна выполнять следующие функции: производить плавный пуск двигателя, переводить его в тормозной режим и иметь определенный диапазон регулирования, быть надежной и энергоэффективной.

Применение малоэлементного диодно-транзисторного модуля в системах управления гидропоршневым насосом на базе асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором является удачным решением.

Схема управления изображена на рисунке 1, ее применение позволит нам получить значительный прирост в энергоэффективности в системах позиционирования.

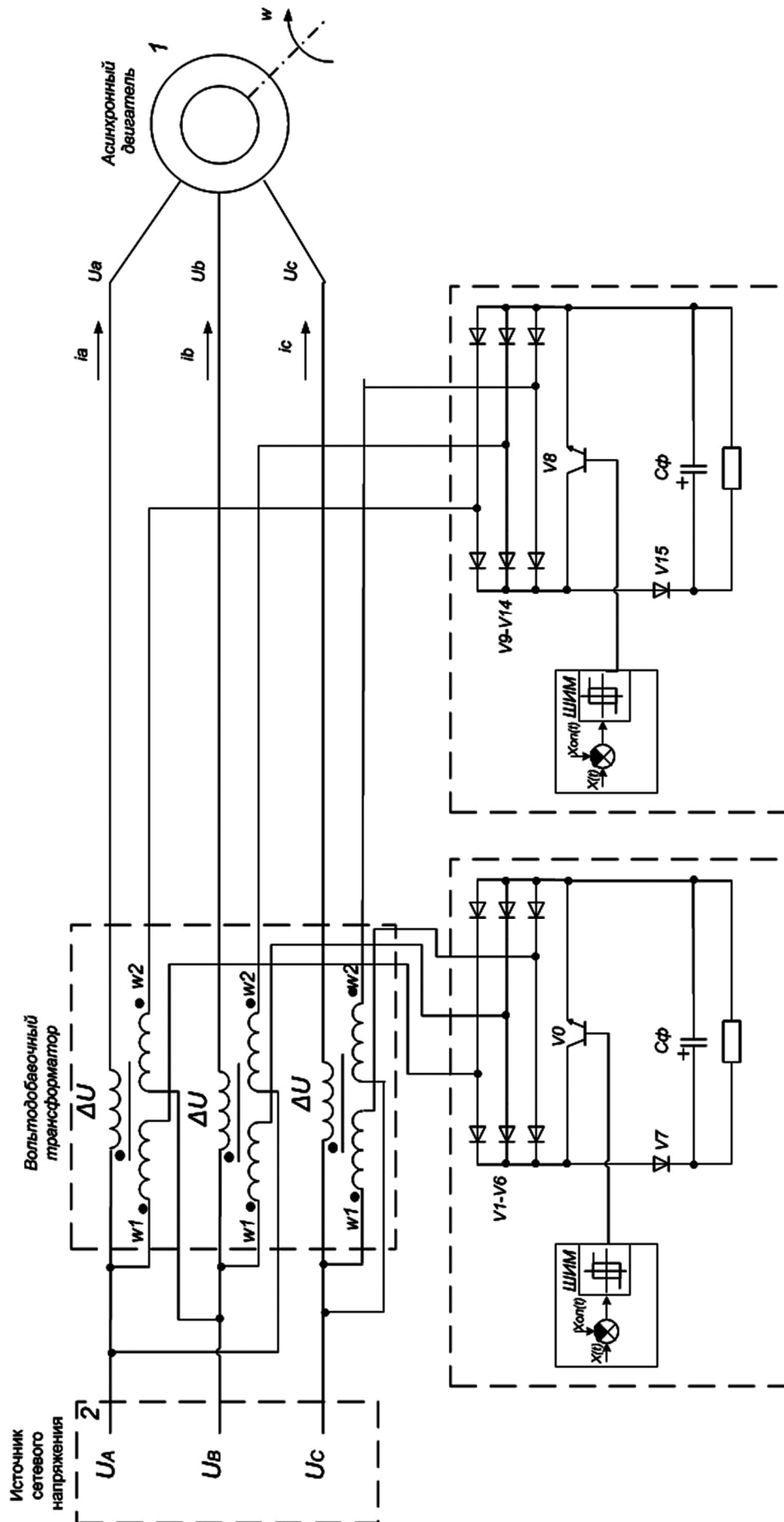


Рисунок 1 – Схема управления асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором



Малоэлементность выражена в виде двух силовых транзисторов V0, V8, расположенных в общей цепи фаз вольтодобавочного трансформатора.

Первичные обмотки соединены по схеме звезда, в таком случае нулевой точкой является точка звезды, функции которой выполняют силовые транзисторы V0 и V8.

В первом режиме работы с ШИМ контроллера поступают сигналы на затвор транзистора V0, вследствие чего происходит запитывание вторичных обмоток (w_1) вольтодобавочного трансформатора сонаправленной фазе по отношению к основным фазам напряжения сети, это приводит к повышению сетевого фазного напряжения на величину ЭДС, проходящих через вторичные обмотки.

Во втором режиме при поступлении с ШИМ контроллера отпирающих импульсов на затвор транзистора V8, происходит запитывание вторичных обмоток (w_2) и возникшее ЭДС будет находится в противоположной фазе по отношению к основным фазам напряжения сети, это приводит к снижению фазного сетевого напряжения на величину ЭДС, проходящих через вторичные обмотки.

Также коммутации транзисторов в схеме приводят к одновременному регулированию напряжения вольтодобавки во всех трёх статорных обмотках двигателя. Данный процесс происходит без прерываний и искажений формы токов на выходе и в статорных обмотках двигателя. Защитой от перенапряжений в момент запитывания транзистора является конденсатор Сф, параллельно подключенный к транзистору [2].

В результате компьютерного моделирования позиционной разомкнутой схемы на базе асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с использованием системы управления на основе малоэлементного диодно-транзисторного модуля были получены графики мгновенной потребляемой мощности из сети по фазе А за время пуска и торможения асинхронного двигателя. Сравнение полученных графиков с графиками мгновенной потребляемой мощности из сети по фазе А при прямой работе двигателя от сети без использования регулирующих систем показано на рисунке 2

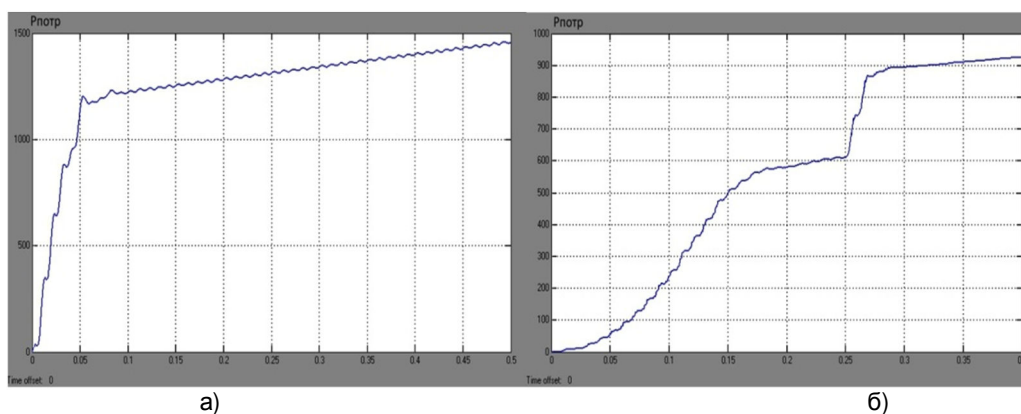


Рисунок 2 – Графики мгновенной потребляемой мощности из сети по фазе А за время пуска и торможения асинхронного двигателя в позиционных разомкнутых системах: а) не используя регулирующие устройства; б) с использованием предлагаемого регулирующего устройства

На основании всего вышеперечисленного можно сделать выводы:

1. Система управления малоэлементного диодно-транзисторного модуля в системах управления асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором является компактным и простым решением, в отличие от конкурентов, которые используют большое количество полупроводниковых приборов.
2. Также данная система имеет предпосылки к оптимизации энергопотребления при различных режимах работы.

Список литературы:

1. Студопедия. Погружной электродвигатель. [Электронный ресурс]. – URL : https://studopedia.ru/1_80459_pogruznoy-elektrodvigatel.html
2. Патент № 2660187 С1 Российская Федерация, МПК H02P 1/26, H02P 1/22, H02P 3/20. Мало-вентильный четырёхквadrантный электропривод переменного тока и способ управления им : № 2017111355 : заявл. 04.04.2017 : опублик. 05.07.2018 / С. Н. Сидоров, Я. К. Старостина ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет».

List of references:

1. Studopedia. Submersible electric motor. [Electronic resource]. – URL : https://studopedia.ru/1_80459_pogruznoy-elektrodvigatel.html
2. Patent No. 2660187 C1 Russian Federation, IPC H02P 1/26, H02P 1/22, H02P 3/20. Small-valve four-quadrant AC electric drive and its control method : No. 2017111355 : application. 04.04.2017 : publ. 05.07.2018 / S. N. Sidorov, Y. K. Starostina ; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ulianovsk State Technical University».