

## СОВРЕМЕННЫЕ ЗАРЯДНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДСТАНЦИЙ

Бурдасов Б. К., Нестеров С. А., Трошкин В. М.

ЗАО «Конвертор», г. Саранск, E-mail: [convrt@moris.ru](mailto:convrt@moris.ru)

ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, тел. (8342) 29-06-05, E-mail: [nesterov@mrsu.ru](mailto:nesterov@mrsu.ru)

**Аннотация.** Современные аккумуляторные батареи систем оперативного постоянного тока (СОПТ) предъявляют весьма жесткие требования к зарядно-подзарядным выпрямительным устройствам в части ограничения пульсаций, точности стабилизации и обеспечения параметров заряда в различных режимах. С учетом этих требований ЗАО «Конвертор» разработана серия зарядно-подзарядных выпрямительных агрегатов типа ВЗП с микропроцессорным управлением. Описан состав серии, приведены структурные схемы агрегатов ВЗП различных исполнений, описаны их функциональные возможности и характеристики.

**Ключевые слова:** Электрические подстанции; оперативный постоянный ток; аккумуляторные батареи; бесперебойное питание; зарядно-подзарядные устройства; мониторинг; АСУТП.

Для питания приборов и аппаратов управления, сигнализации, защиты, автоматики, телемеханики и связи электрических станций и подстанций применяют оперативный постоянный ток. Источником постоянного тока в штатном режиме работы подстанции являются зарядно-подзарядные выпрямительные устройства (ЗПУ), работающие в буфере с аккумуляторной батареей в режиме непрерывного подзаряда. При исчезновении сети переменного тока аварийным источником оперативного тока служит аккумуляторная батарея. После ликвидации аварии одновременно с питанием аппаратуры необходимо осуществлять заряд аккумуляторной батареи до состояния полной заряженности.

От характеристик ЗПУ весьма существенно зависит срок службы аккумуляторных батарей, которые предъявляют ряд жестких требований к выходным параметрам ЗПУ [1]:

1. Стабильность напряжения на аккумуляторной батарее в режиме непрерывного подзаряда должна быть не хуже  $\pm 1\%$ . Кроме того, это напряжение должно корректироваться в зависимости от температуры аккумуляторной батареи.

2. Современные аккумуляторные батареи имеют очень низкое внутреннее сопротивление, поэтому они весьма чувствительны к пульсациям напряжения ЗПУ. Для аккумуляторных батарей закрытого типа пульсации напряжения не должны превышать  $0,25\%$ , а в ряде случаев и  $0,1\%$ .

3. На начальной стадии заряда разряженной аккумуляторной батареи необходимо обеспечить ограничение зарядного тока на уровне  $(0,1 - 0,3) \cdot C_{10}$ , где  $C_{10}$  – емкость 10 часового разряда батареи.

4. В процессе работы нагрузка сети оперативного постоянного тока может изменяться в значительных пределах. При этом ЗПУ должны обеспечивать переход от одного уровня нагрузки к другому без колебаний и провалов выходного напряжения.

5. Ограничение тока короткого замыкания. При возникновении короткого замыкания на стороне постоянного тока. ЗПУ должно переводиться в режим ограничения тока. Отключение ЗПУ должно производиться с выдержкой времени около  $0,5$  с.

Кроме того, к ЗПУ предъявляется целый ряд требований в части самодиагностики, контроля состояния аккумуляторной батареи и целостности ее цепи, контроля сопротивления изоляции цепи аккумуляторной батареи, автоматического ввода резерва при потере источника переменного тока, температурной коррекции подзарядного напряжения, компьютерного контроля и управления режимами, интеграции в систему АСУ ТП.

В соответствии с перечисленными требованиями ЗАО «Конвертор» разработал серию зарядно-подзарядных выпрямителей типа ВЗП, предназначенных для заряда аккумуляторных батарей и питания потребителей постоянного тока.

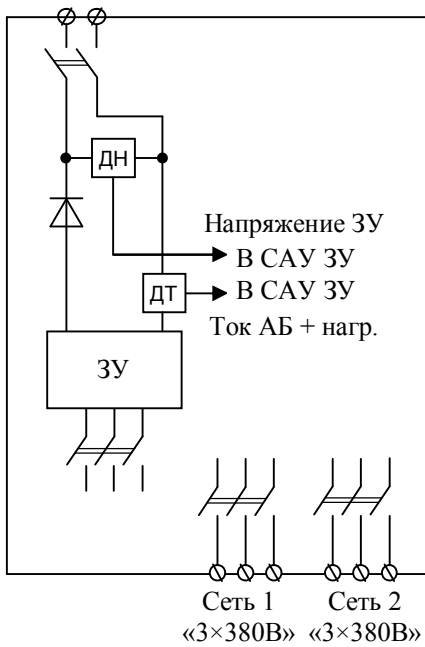


Рис. 1. Одноканальный тиристорный выпрямитель ВЗП: ЗУ – зарядное устройство; ДТ – датчик тока; ДН – датчик напряжения; АБ – аккумуляторная батарея.

Они могут быть использованы в составе комплектных аккумуляторных установок, комплектных систем оперативного постоянного тока и для питания постоянным напряжением оперативных цепей в распределительных устройствах и системах аварийного питания устройств энергоснабжения. Предусмотрен целый ряд исполнений выпрямителей ВЗП, имеющих возможность питания от одной или двух независимых сетей переменного тока с ручным или автоматическим выбором сети. ВЗП допускают параллельную работу на общую аккумуляторную батарею и обеспечивают тестовый управляемый заряд и разряд аккумуляторной батареи с подсчетом полученной и отданной емкости. Все ВЗП адаптированы для совместной работы с блоком контроля аккумуляторной батареи и микропроцессорным блоком сбора и передачи данных, размещаемых в шкафах ввода систем оперативного постоянного тока. ВЗП выпускаются как на основе тиристорных преобразователей, так и на основе транзисторных преобразователей модульного исполнения с промежуточным звеном высокой частоты. ВЗП выпускаются на выходные напряжения: 24(27), 48, 60, 110, 220, 230, 260 В и токи: 20, 40, 80, 125, 160, 200,

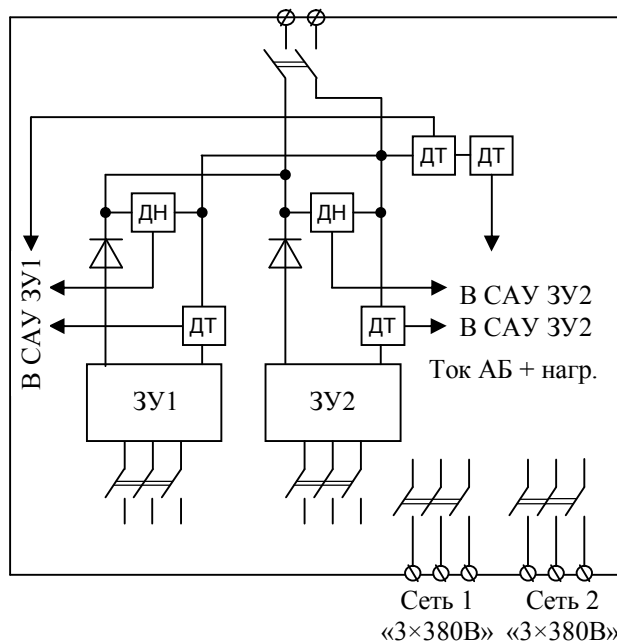


Рис. 2. Одноканальный тиристорный выпрямитель ВЗП с резервированием.

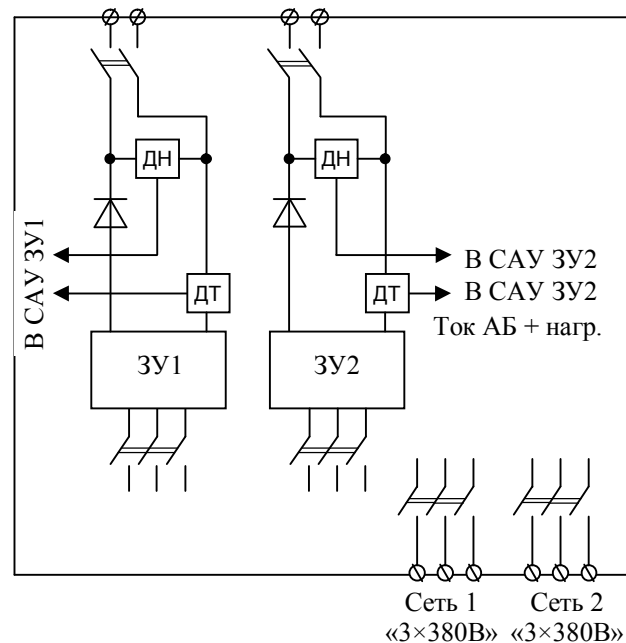


Рис. 3. Двухканальный тиристорный выпрямитель ВЗП.

250, 315, 400, 630 А. Структурная схема одноканального тиристорного ВЗП показана на рис. 1. На рис. 2 показана структурная схема одноканального тиристорного ВЗП с резервированием. В нем один из двух выпрямителей запрограммирован в качестве резервного. При выходе из строя основного выпрямителя автоматически включается резервный выпрямитель. Особенность двухканального тиристорного ВЗП, структурная схема которого показана на рис. 3, состоит в том, что он содержит два независимых зарядных устройства, которые могут выполняться на разные выпрямленные напряжения.

Одноканальные ВЗП модульного исполнения (рис. 4) построены на базе транзисторных модулей с промежуточным звеном высокой частоты типов HD22010-3, HD11020-3,

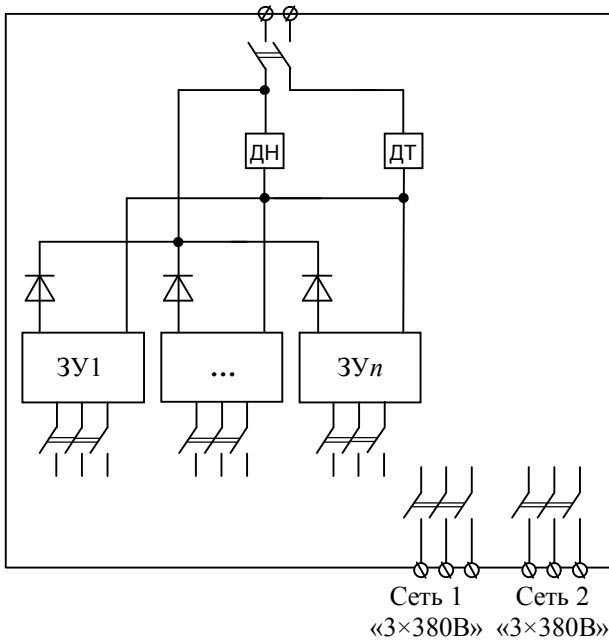


Рис. 4. Выпрямитель ВЗП модульного исполнения.

HD22020-3 и HD11040-3. Они могут содержать до шести модулей, включенных на параллельную работу. Один модуль программируется в качестве резервного.

ВЗП специального исполнения выпускаются для оснащения комплектных систем оперативного постоянного тока (см. статью в этом же выпуске журнала), как с резервированием, так и без резервирования зарядных устройств. Они имеют отдельный вход аккумуляторной батареи, защищенный предохранителем-разъединителем и подключаемый контактором, и шину отходящих линий с секционированием или без секционирования.

ВЗП специального исполнения могут выполняться как на тиристорах, так и на транзисторных модулях, перечисленных выше (до шести модулей). Структурные схемы ВЗП специального назначения в тиристорном и

модульном исполнении показаны соответственно на рис. 5 и 6.

Все преобразователи типа ВЗП обеспечивают режим заряда аккумуляторной батареи стабилизированным током, режим непрерывного подзаряда аккумуляторной батареи стабилизированным напряжением, режим выравнивающего (формовочного) заряда аккумуляторной батареи, режим ускоренного заряда аккумуляторной батареи, а также питание нагрузки (оперативной сети) постоянным током. ВЗП обеспечивают точность стабилизации выпрямленного напряжения не хуже 0,5% и точность стабилизации выпрямленного тока не хуже 0,5% при величине пульсаций выпрямленного напряжения не более 0,2% и сохраняют рабо-

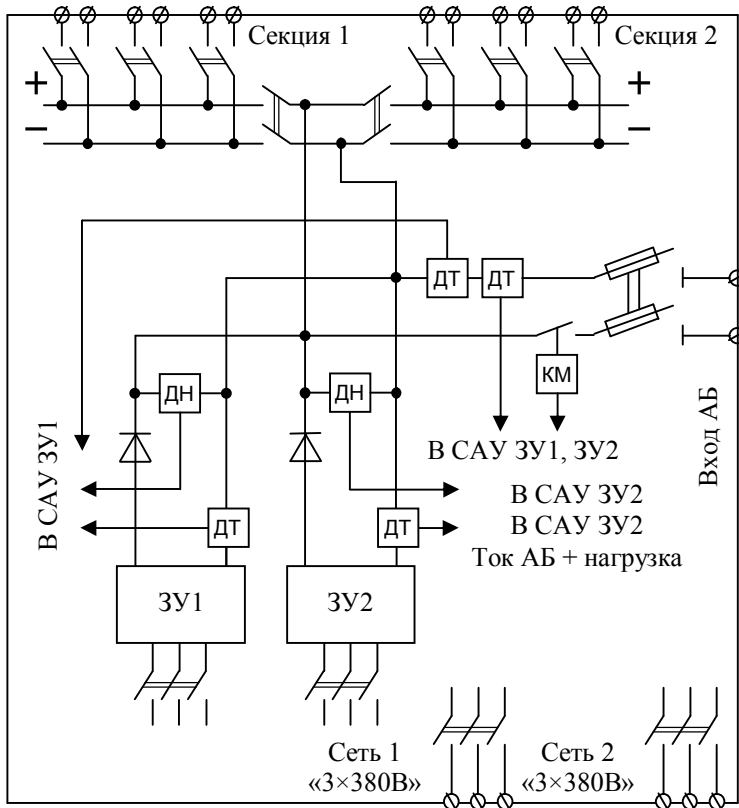


Рис. 5. Выпрямитель ВЗП одноканальный тиристорный специального исполнения с резервированием. Структурная схема и внешний вид агрегата.



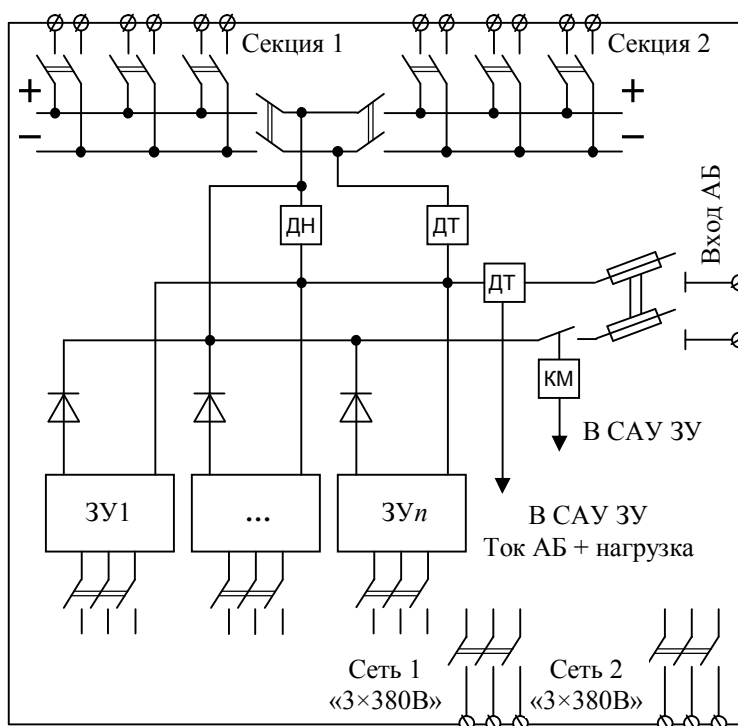


Рис. 6. Выпрямитель ВЗП одноканальный модульный специального исполнения.

тоспособность при изменении линейного напряжения трехфазной питающей сети переменного тока в пределах от 323 до 437В.

Система управления ВЗП обеспечивает контроль соответствия основных параметров сети (величина напряжения, чередование фаз, перекос фаз) требуемым значениям и выдачу соответствующей индикации и сигнализации при отклонении параметров сети за установленные пределы.

ВЗП снабжены следующими видами индивидуальных защит:

- от токов внутренних и внешних коротких замыканий;
- от недопустимого превышения или снижения выходного напряжения;
- от недопустимых перегрузок по току;

- от недопустимого снижения напряжения питающей сети;
- от импульсных перенапряжений на входе переменного тока.

Кроме того, ВЗП обеспечивают следующие виды контроля и функций управления:

- контроль и сигнализацию о недопустимом повышении или понижении напряжения на аккумуляторной батарее;
- программное изменение величины уставок;
- отображение фактических и установленных параметров на буквенно-цифровом дисплее;
- контроль сопротивления изоляции аккумуляторной батареи;
- контроль температуры аккумуляторной батареи и автоматическую температурную коррекцию напряжения подзаряда;
- программное изменение коэффициента коррекции по температуре;
- контроль параметров питающей сети;
- возможность передачи информации о состоянии ВЗП на ПЭВМ и управления от ПЭВМ по интерфейсу RS232/ RS485.

## Литература

1. Гусев Ю. П. Зарядные устройства для систем оперативного постоянного тока подстанций ЕНЭС // Энергоэксперт. 2009. № 3. С. 28–31.
2. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.120.40.041-2010. Системы оперативного постоянного тока подстанций. Технические требования. — М: Изд-во ОАО «ФСК ЕЭС», 2010. — 20 с.

## INTELLEAGENT CHARGERS FOR ELECTRIC SUBSTATION OPERATING DIRECT CURRENT SYSTEMS

**Abstract.** Present-day batteries of operating direct current systems require chargers with high stabilization accuracy, strict limitations of output ripples and ability to work in boost, float and test modes. In accordance with these requirements “Convertor” Corp., Saransk, Russia developed chargers named VZP with microprocessor control. Structures of VZP chargers are described. Their bloc schematic diagrams for variety of versions are given. Their functional capabilities and characteristics are listed.

**Keywords:** Electric substation; operating direct current; battery pack; power UPS; intelligent battery charger; monitoring; industrial control.

Нестеров Сергей Александрович  
Россия, РМ, г. Саранск  
Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва  
E-mail: [nesterov@mrsu.ru](mailto:nesterov@mrsu.ru)  
Тел. +7-8342-29-06-05

Окончил Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва в 1972 г. по специальности промышленная электроника. В 1977 г. окончил аспирантуру Ленинградского электротехнического института им В. И. Ульянова (Ленина) и защитил диссертацию на соискание степени кандидата технических наук. В настоящее время является доцентом кафедры промышленной электроники Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарёва.

Бурдасов Борис Константинович  
Россия, РМ, г. Саранск  
ЗАО «Конвертор»  
E-mail: [convrt@moris.ru](mailto:convrt@moris.ru)  
Тел. +7-8342-56-96-96

Окончил Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва в 1972 г. по специальности промышленная электроника. В 1983 г. защитил диссертацию на соискание степени кандидата технических наук во ВНИИЖТ, г. Москва. В настоящее время является заместителем главного инженера ЗАО «Конвертор».

Трошкин Владимир Михайлович  
Россия, РМ, г. Саранск  
ЗАО «Конвертор»  
E-mail: [convrt@moris.ru](mailto:convrt@moris.ru)  
Тел. +7-8342-56-96-96

Окончил Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва в 1973 г. по специальности промышленная электроника. В 1988 г. защитил диссертацию на соискание степени кандидата технических наук в Московском энергетическом институте. В настоящее время является председателем совета директоров ЗАО «Конвертор».