

ПОДОБРЯВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА МЕТРОСЪСТАВИТЕ, ЧРЕЗ СМЯНАТА НА БЛОКА ЗА ПРЕОБРАЗУВАНЕ НА ЗАХРАНВАНЕТО ЗА СОБСТВЕНИ НУЖДИ

Бойко Вълков
bobivalkov@abv.bg

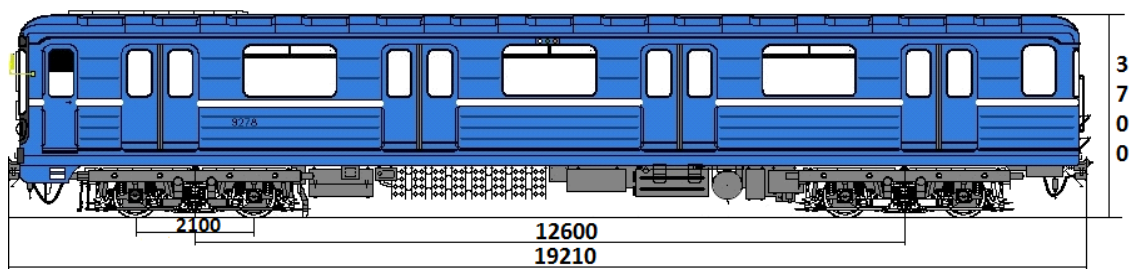
**ВТУ „Тодор Каблешков“
гр. София, ул. Гео Милев 15,
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: *Електроенергийни системи и съоръжения в транспорта.*

Резюме: *В доклада се разглежда действащия блок за захранване на собствените нужди и по-следващата замяна на този блок с електронно управляем източник на захранване с контролер за управление на данните. Разглеждат се, техническите данни и в най-общи черти работата на блока и основните недостатъци, поради които се налага замяната му с нов по-модерен и ефикасен блок за захранване на собствените нужди на метровагоните. Новия източник за собствено захранване е в процес на модернизация и изграждане за Софийския Метрополитен. Неговите характеристики и параметри се изчисляват въз основа на нуждите и спецификата на Софийското метро. Той, ще има достатъчно развит интерфейс, който да позволява запомнянето на аварийни ситуации и извънредни изключения по време на работния цикъл на системата, ще бъде изпълнен на съвременната елементна база по модулна принцип и лесен за поддръжка и ремонт. Неговите характеристики и параметри, позволяват по-надеждна и ефикасна работа на цялата захранваща система на метросъставите. На основание на направените до момента изпитания, новия източник за собствено захранване е многократно по енергоефективен, лесен за експлоатация и ревизия. Смяната на този блок, ще доведе до значителна икономия на електроенергия за всеки вагон по отделно, както и за всички метросъстави от този тип като цяло.*

Въведение:

В действащите метросъстави от модел 81-714/717 блокът за захранване на собствените нужди БПСН е от типа 5У2М. Той, преобразува напрежението от контактната мрежа $-750V$ в постоянно напрежение $80V$, използвано за подзаряд на акумулаторната батерия и напрежение $220V/400 Hz$. Блокът, има възможност за продължителна работа при напрежения вариращи от $550V$ до $975V$.



Фиг. 1 Метровагон модел 81-717.4

Технически данни:

Номинално изходно напрежение:

За постоянен ток- $80 \pm 4V$ при изменение на захранващото напрежение от $600V$ до $975V$ и $80 +4/-8V$ при изменение на напрежението от $550V$ до $600V$. За променлив ток – $220 \pm 20V/400 \pm 20Hz$. Работна честота на първичния инвертор – $150 \pm 3 Hz$; възможност за регулиране на изходното напрежение за подзаряд на акумулаторната батерия – от $72V$ до $84V$. Изходна мощност за постоянен ток- $5kW$; изходна мощност за променлив ток – $1,2 kW$. Максимален товарен ток при продължителна работа – $60 \pm 5A$. Максималната стойност на пулсациите на напрежението на изхода, не е по-голяма от 10% от средната номинална стойност на напрежението. Охлаждане – въздушно. Тегло – $280 kg$.

Блок БПСН –5У2М е статичен преобразувател на напрежение и се състои от два инвертора и един управляем токоизправител. Вторичния инвертор е предназначен за захранване на луминисцентното осветление на вагона и се захранва от акумулаторната батерия. Изходното напрежение на вторичния инвертор, поддържа в работно състояние тиристорите на първичния инвертор в случай на кратковременно отпадане на захранващото напрежение на контактната мрежа. Управлението на блока се извършва чрез АСУ – Автоматизирана Система за Управление, която подава управляващи импулси към основните тиристори V13÷V16 и в следствие на наличието на напрежение от изхода на вторичния инвертор протича ток. Реално, тиристорите се включват и изключват, но първичния преобразувател работи на празен ход. Реално АСУ е система осигуряваща съвкупност от целенасочени въздействия към обекта за управление, в съответствие с приета програма при спазване на принципа за обратната връзка. За нормална работа на АСУ–400У2 е необходимо, същата да бъде добре защитена от влиянието на външни и вътрешни смущения. Управляващите импулси на изходите на АСУ са с продължителност $100 \pm 30 \mu s$ и ниво $0,7 A$. Самата автоматизирана система за управление се състои от два самостоятелни функционални възела:

– Информационно-логически възел (ИЛВ). Това е електронно устройство, формиращо каналите за управление, като обработва постоянно информацията постъпваща от обратните връзки. Този възел е почти изцяло в интегрално изпълнение и има достатъчно голяма степен на надеждност.

– Блок за изходните формиратели (БИФ). Формира управляващите импулси които постъпват от каналите на ИЛВ.

Постановка на проблема:

Няколко са основните недостатъци на този блок за преобразуване на захранването. Характерна особеност при независимите резонансни инвертори е, че токът през основните тиристори по време на по-голямата част от полупериода има синусоидален характер. Основния недостатък при тях е затруднената им работа при широк обхват на изменение на товара. Като следващ недостатък, може да се отбележи регулировъчната характеристика на управляемите изправители, която има активно-индуктивен характер на товара. Зависимостта:

$$(1) U_d(\alpha) = F(\alpha),$$

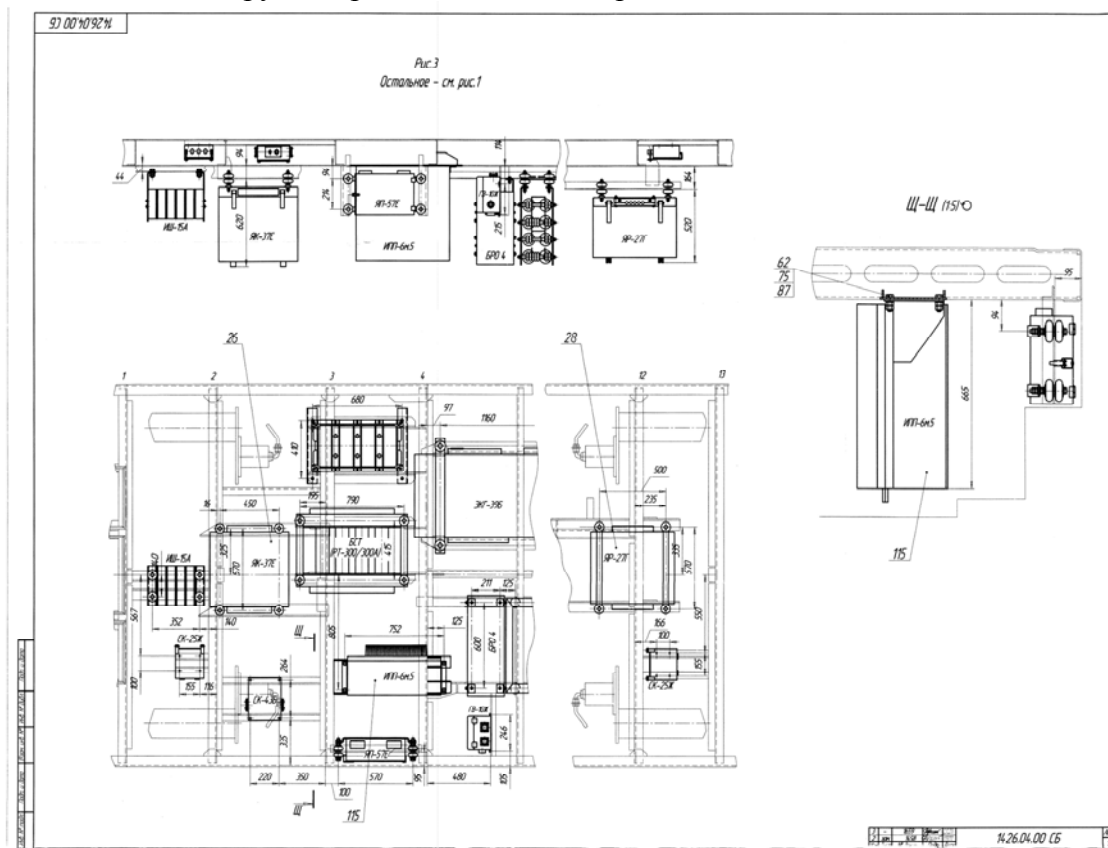
където
 (α) – ъгъл на управление и е с основна характеристика на всеки управляем изправител

$U_d(\alpha)$ - изправеното напрежение, в случая:

$$(2) U_d(\alpha) = U_d \cdot \cos(\alpha)$$

Управляемите импулси подавани от системата могат да се отместят спрямо началото на положителните полувълни на съответните захранващи напрежения. Не на последно място е важно да се отбележи, че замената на всички елементи е доста сложна. Пример може да се даде, че при подмяна на някои от основните тиристоры, трябва да се монтира същия тип тиристор, като (ако е възможно в лабораторни условия) му се снесе времето за запусване T_q и се сравни с това на останалият здрав тиристор. Необходимо е времената на запусване на тиристорите да са колкото е възможно по-близки.

Основен извод от всичките тези недостатъци е, че елементната база на блока за преобразуване на напрежението е морално остаряла и изключително трудна за поддръжка. При извършените анализи на повредите се наблюдава една много обезпокояваща тенденция, а именно, повишаване на повредите в течение на времето. За последната една година, са дефектирали над 100 елемента от захранващия блок за преобразуване на напрежението. Това води и до логичния въпрос: Не е ли по-добре, този блок да се замени с друг, съвременен и лесен за ремонт и експлоатация блок?



Фиг. 2 Разположение на блок ИПП 6М.5

Целева функция:

С подмяната на блока за преобразуване на захранването се решават всичките недостатъци на стария блок и същевременно се подобряват редица функции на работата на блока. Модернизираният нов блок, трябва да има възможност за регулиране на изходното напрежение в диапазона 76–82В; безаварийно снижаване на напрежението при режим на претоварване; поддържане на осветлението в течение на

20 сек. След изгубване на захранване от контактната мрежа. За безотказната работа на блока, той трябва да има и редица защитни функции: защита от понижено входно напрежение (по-малко от 550В); защита от повишено входно напрежение (по-голямо от 1100В); максимална токова защита (повече от 80А); защита на силовите модули; вътрешна защита при прекъсване на температурния датчик. Пулсацията на изходното напрежение, трябва да съставя не повече от 3%. Работната честота е $\geq 15\text{kHz}$. Коефициентът на полезно действие на входа на източника и номинални мощности, трябва да бъде не по-малко от 93%. Средно ниво на звука при работа на блока ще бъде около 35 децибела. Новият блок, трябва включва в конструкцията си следните елементи: Два последователно включени мостови инвертора; два броя силови трансформатора; два модула силови изправители; три датчика за напрежение (два входни и един изходен); два датчика за изходния ток (единият от които подава сигнал за големината на тока с отчитане на потребляемата мощност на вагона); температурен датчик; транзисторни ключове за включване на осветлението в салона на вагона; две платки за източника на захранване; микроконтролер за управление; филтри, кондензатори, резистори и др. за осъществяване на изглаждане на колебанията на напрежението в контактната мрежа.

Натоварването на всеки инвертор се явява първичната намотка на съответстващия силов трансформатор. Напрежението, което се сваля от вторичната намотка на трансформаторите, се изправя с диодни модули.

Микроконтролера за управление на блока за преобразуване на напрежението, ще преминава през режим на инициализация (при първоначално пускане на блока) след което, извършва проверка на всички компоненти и работни елементи и преминава в режим: РАБОТА. При подаване на напрежение на блока, то започва да се контролира от датчиците на инвертора, след което контролера започва плавно (в течение на 2,5 сек.) да увеличава дължината на импулсите за управление на транзисторните модули на инвертора и на изхода плавно се увеличава напрежението до ниво което му е зададено. Микроконтролера, трябва да обработи всички сигнали от датчиците и да организира алгоритъма за управление в зависимост от режима на работа на блока. Той, трябва: да има постоянен обмен на информация с напрежената платка; да приема, обработва и записва всички аварийни ситуации и режими при работа. Ако в процеса на работа на блока, входното напрежение излезе от границите $550\text{В} < U_{\text{вх}} < 1100\text{В}$, микроконтролера прекъсва импулсите за управление на транзисторните модули на инвертора. Когато входното напрежение отново влезе в тези граници, управляващите импулси плавно се възстановяват. Блокът за преобразуване на захранването, трябва да има и автоматично повторно включване след сработване на която и да е защита с пауза на включване от 5 сек. В случай на сработване на една и съща защита три пъти, повторното включване ще може да се осъществи само от обслужващия персонал.



Фиг. 3 Блок ИПП 6М.5

Заклучение:

При подмяната на БПСН 5М2У се постига много по-добра, по-ефикасна, по-лесна за поддръжка и по-енергоефективна система за преобразуване на напрежението.

Тя се характеризира с висока степен на сигурност и леснодостъпни информационни данни за повреди и аварии на системата. Нейната работа, може да се следи и анализира във всеки един момент, което ще доведе до по-добра работоспособност на системата за управление.

Литература:

[1] Л. Л. Дудуляк Москва 1981 г. -“Блок питания собственных нужд БПСН–5У2М. Техническое описание. “26–28 стр.

[2] Емил Манолов, Таня Василева, Марин Христов 1995 г. -“Полупроводникови елементи“154–156 стр.

[3] Стефан Вълков, Иван Ямаков, Росица Дойчинова, Марин Христов, Таня Василева-“Електронни и полупроводникови елементи и интегрални схеми,, Техника 1989 г. 82–84 стр.

[4] Райсберг Б. А. Пособие для соискателей. – М.: Инфра-М, 2000. – 304 с. (Серия “Справочники Инфра-М”) 28–31 стр.

[5] Остриров В. Н., Уткин С. Ю. Рациональная схема регулируемого электропривода для экстремальных условий эксплуатации //Проблемы автоматизированного электропривода: Тез. докл. 2 Междунар. (13 Всерос.) науч. -техн. конф. 23–25 сентября 1998 г. – Ульяновск, 1998. – С. 90–91.

[6] Остриров, Уткин С. Ю. Рациональная схема регулируемого электропривода для экстремальных условий эксплуатации // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Тез. докл. 5 Междунар. науч. -техн. конф. студентов и аспирантов. 2–3 марта 1999. В 2 т. – М.: МЭИ, 1999. – Т. 1. – С. 216–217.

[7] Аранчий Г. В., Жемеров Г. Г., Эпштейн И. И. Тиристорные преобразователи для регулируемых электроприводов. // Москва. Энергия. 1968. 128с.

[8] Анисимов В. А., Горнов А. О., Москаленко В. В., Остриров В. Н., Фролов А. А. Проектирование электротехнических устройств. // Учебное пособие для студентов. Издательство МЭИ. 2001. 128с.

[9] Бродовский В. Н., Иванов Е. С. Приводы с частотно-токовым управлением / Под ред. В. Н. Бродовского. // Москва. Энергия. 1974. 168с.

IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF METRO WAGONS THROUGH REPLACEMENT OF TRANSFORMATION BLOCK OF A SUPPLY TO OWN NEEDS

Boiko Valkov
bobivalkov@abv.bg

Todor Kableshkov University of Transport
Sofia, st. Geo Milev – 158
BULGARIA

Key word: *Power systems and equipment for transport.*

Abstract: *The aim of the report is to examine the current block of supply to their own needs and the following replacement of this part with electronically controlled power source to controller for data management. The report examines the technical data in general terms, the operation of the block and the main disadvantages which necessitate its replacement with a new more modern and efficient unit to supply its own needs of the metro wagons. New source for their own supply are in the process of modernization and construction of the Sofia Metropolitan. Characteristics and parameters are calculated based on the needs and specificities of Sofia subway. It will have sufficiently developed interface that allows storing emergency and unscheduled power breakdowns during the working process of the system, it will be implemented on modern elemental base on modular principle and it will be easy to repair and maintenance. Its characteristics and parameters allow for more reliable and efficient operation of the entire supply system of the metro wagons. Based on observations made to date tests new source for their own supply is much more energy efficient, easy to use and revision. The result of replacement of this block will improve significant electricity savings for each wagon separately, and for all metro wagons of this type in general.*