

Л.М.КРУТИЙ, К.А.СОРОКА, кандидаты техн. наук, А.В.НЕТЕЦКИЙ
Харьковская государственная академия городского хозяйства

ОПТИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ БАЛАНС АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ ПРИ РАБОТЕ С ГЕНЕРАТОРОМ ВЫПРЯМЛЕННОГО ТОКА

Для автоматического обеспечения оптимального энергетического баланса аккумуляторной батареи на подвижном составе городского электрического транспорта предлагается отдельный режим разряда и подзаряда аккумуляторной батареи при буферной работе с генератором выпрямленного тока.

В бортовой сети железнодорожных вагонов оптимальный энергетический баланс аккумуляторов достигается благодаря разделению цепей разряда и заряда. Переход от разряда на заряд и обратно происходит автоматически, а уровень зарядного напряжения устанавливается вручную, в зависимости от маршрута движения и температуры окружающей среды. Питание вольтодобавочного преобразователя осуществляется от V-образной обмотки, гальванически не связанной с трехфазной обмоткой генератора выпрямленного тока [1].

На подвижном составе городского электрического транспорта применяется типовой буферный режим работы аккумуляторной батареи совместно с генератором выпрямленного тока, несущего только одну трехфазную обмотку [2]. Такой режим работы не обеспечивает оптимальный энергетический баланс аккумуляторов из-за ограниченного уровня подзарядного напряжения уровнем напряжения бортовой сети. Вследствие этого в жаркое время года наблюдается перезаряд аккумуляторов и недозаряд в холодное время. Чтобы исключить эти нежелательные явления, необходимо от обычной буферной работы перейти к работе в буферном режиме аккумуляторной батареи с генератором выпрямленного тока при ее разряде, а подзаряд осуществлять с использованием вольтодобавочного преобразователя. Последний должен обеспечивать подзаряд аккумуляторов стабилизированным оптимальным током заряда независимо от температуры окружающей среды и степени разряженности аккумулятора, а длительность подзаряда должна быть достаточной для достижения заданного уровня остаточной емкости. Соблюдение этого требования особенно важно при применении герметичных аккумуляторов.

Одним из вариантов такого инженерного решения может быть бортовая сеть подвижного состава городского электрического транспорта (рис.1), содержащая генератор выпрямленного тока, подключенного непосредственно к бортовой сети, и аккумуляторную батарею,

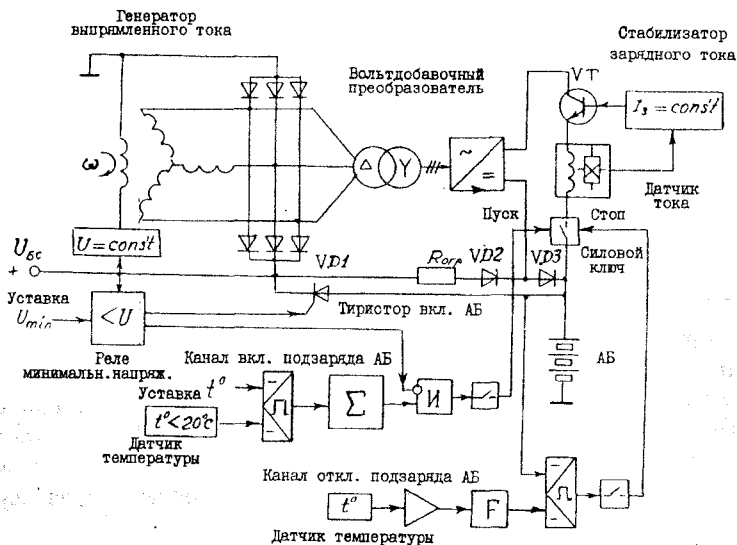


Рис. 1 – Функциональная схема разрядно-зарядной цепи аккумуляторной батареи

которая в режиме разряда подключается к бортовой сети через тиристор VD1 по команде реле минимального напряжения. Разряд аккумуляторной батареи происходит до тех пор, пока ее заряд не снизится до тока удержания тиристора VD1. После восстановления номинального уровня напряжения бортовой сети реле минимального напряжения прекращает подачу сигнала на управляющий электрод тиристора VD1 и сигнала запрета на ячейку "И" канала включения силового ключа в цепи вольтодобавочного преобразователя. При температуре ниже $+20^{\circ}\text{C}$ через каждые пять минут подается команда на включение силового ключа в цепи вольтодобавочного преобразователя и происходит подзаряд аккумулятора стабилизированным током. Периодичность подачи команд через пять минут выбрана по требованиям проведения измерения напряжения на щелочных аккумуляторах. При достижении заданного уровня зарядного напряжения отключается подзарядный преобразователь по команде с канала отключения подзаряда аккумуляторной батареи. Так как напряжение подзаряда зависит от температуры окружающей среды (температуры электролита), то прекращение подзаряда нужно осуществлять при напряжении на зажимах аккумуляторной батареи, соответствующем этой температуре. Эту задачу выполняет компаратор, на один из входов которого подается напряжение с аккумуляторной батареи, а на другой вход с функционального пре-

образователя – напряжение, эквивалентное температуре окружающей среды. При температуре выше $+20^{\circ}\text{C}$ вольтодобавочный преобразователь не включается и подзаряд аккумуляторной батареи происходит через ограничительный резистор $R_{\text{огр}}$, сопротивление которого подбирается таким, чтобы осуществлялся положительный энергетический баланс аккумуляторной батареи при температуре окружающей среды более $+20^{\circ}\text{C}$. Благодаря такому решению надежность работы бортовой сети при отказе вольтодобавочного преобразователя остается практически на прежнем уровне.

Так как в настоящее время теоретическое аналитическое описание процесса заряда аккумулятора отсутствует [3], то для выяснения зависимости $U_3 = f(t^0)$ используются экспериментальные данные для каждого конкретного типа аккумуляторных батарей. Исходя из этого, были проведены опыты по выяснению зависимости $U_3 = f(t^0)$ при $I_3 = \text{const}$, которые подвергали обработке по программе интерполяции и аппроксимации эмпирических данных из пакета программ “NUMERI” методом наименьших квадратов. В результате была получена эмпирическая зависимость для никель-кадмиевых аккумуляторов, применяемых на подвижном составе городского электрического транспорта:

$$U_3 = 3 \cdot 10^{-5} t^3 + 0,0009 t^2 - 0,179 t + 33,875,$$

где t – температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$.

Сходимость данных эксперимента с результатами расчета по вышеприведенной формуле достаточно хорошая (рис.2).

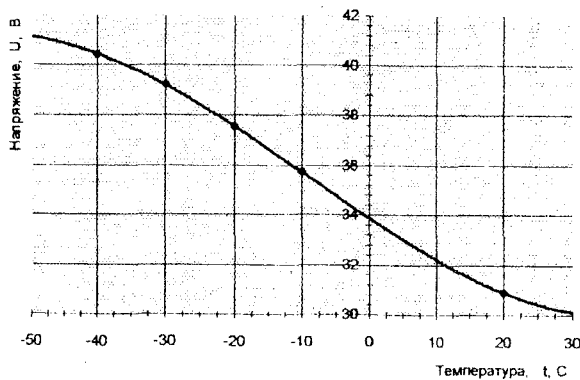


Рис 2 – Зависимость напряжения заряда никель-кадмиевых аккумуляторов от температуры электролита при постоянном зарядном токе

Полученную зависимость рекомендуется использовать при разработке функционального преобразователя $U_3 = f(t^0)$, который позволит осуществить автоматическое обеспечение оптимального энергетического баланса аккумуляторной батареи на подвижном составе городского электрического транспорта.

1. Электрооборудование вагонов: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / Под ред. А.Е.Захоровича. – М.: Транспорт, 1982. – 367 с.

2. Троллейбус пассажирский ЗиУ-682Б. – М.: Транспорт, 1977. – 208 с.

3. Романов В.В., Хошев Ю.М. Химические источники тока. – М.: Сов. радио, 1978. – 264 с.

Получено 10.05.2000

УДК 62-59:629.113.001.2

В.А.БОГОМОЛОВ, канд. техн. наук

Харьковский государственный автомобильно-дорожный технический университет

ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА КАК ЗАМКНУТАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Рассматриваются пути приведения тормозной системы с регулятором тормозных сил к замкнутой системе автоматического управления.

Принято [1, 2] считать тормозную систему с регулятором тормозных сил (РТС) как разомкнутую систему автоматического управления (САУ), в которой управляющее устройство РТС измеряет только задающее воздействие и возмущение. Блок-схема такой САУ приведена на рис. 1

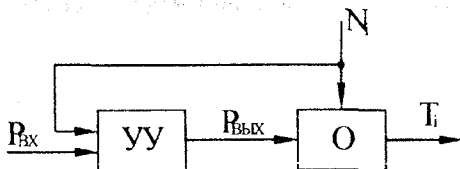


Рис. 1 – Блок-схема САУ с РТС:

УУ – управляющее устройство (регулятор тормозных сил); О – объект управления (ось АТС с колесными тормозными механизмами); $P_{вх}$ – задающее воздействие (входное давление от тормозного крана); $P_{вых}$ – управляющее воздействие (выходное давление из РТС, или давление в пневмокамерах тормозных механизмов АТС); T_i – выходная величина (тормозная сила на оси АТС); N_i – возмущение (нагрузка на ось АТС в процессе торможения)

Такая постановка вопроса вполне приемлема, поскольку для того, чтобы рассматриваемая САУ имела обратную связь по выходной ве-