

«Сейфуллин оқулары – 18: « Жастар және ғылым – болашаққа көзқарас» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18: « Молодежь и наука – взгляд в будущее» - 2022.- Т.І, Ч.V. – С.318-321.

ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

Черепенькин И., магистрант 2 курса

Хуснутдинов А., к.т.н., доцент

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, РФ

Тяговые расчеты, определяющие основные условия работы электроподвижного состава и контактной сети производятся для номинальных значений напряжений соответствующего вида городского электрического транспорта. Однако условия работы электроподвижного состава таковы, что под влиянием некоторых негативных природных и технических факторов, напряжение на токоприемнике имеет постоянно изменяющуюся тенденцию работы, исходя из чего, времена хода в большей степени отличаются от значений, полученных в тяговых расчетах.[1] Отсюда возникает вопрос создания автоматизированной системы регистрации показателей качества электрической энергии, применяемой на подвижном составе.

Существует 11 показателей качества электрической энергии, сюда относятся:

- установленные значения отклонений напряжения;
- значение коэффициента временного перенапряжения;
- величина размаха проведенного изменения напряжений;
- величина дозы фликера;
- синусоидальность кривой напряжения с описывающим ее коэффициентом искажения;
- значение коэффициента n -ой гармоники напряжения;
- значение длительности провала напряжений;
- значение коэффициент несимметрии напряжения (по отношению к нулевой составляющей последовательности);
- зависимость отклонения частоты от номинального значения;
- значение коэффициента несимметрии напряжения (по отношению к обратной составляющей последовательности);
- импульсная составляющая напряжения.[2]

Каждый показатель качества характеризуется двумя установленными ГОСТом видами норм: предельно допустимыми и нормально допустимыми. Качество электроэнергии для каждого показателя считается удовлетворительным лишь в том случае, если в течении 95% суточного времени действующие значения показателей качества не превосходят нормально допустимого значения, а в остальной промежуток времени его предельного значения.

Одним из наиболее значимых показателей качества электрической энергии для ЭПС является значение установившегося отклонения напряжения.[3]

В численном виде отклонение напряжения представляет собой разность между действительным U и номинальным $U_{ном}$ значениями напряжения на токоприемниках подвижного состава.[4]

$$\delta U = \frac{U - U_{ном}}{U_{ном}} \cdot 100\%$$

Если номинальное напряжение выше действительного, то отклонение отрицательно и наоборот. Предельно допустимые и нормально допустимые значения установившегося уровня отклонения напряжения на входах приемников электрической энергии равны соответственно ± 10 и ± 5 % от номинального значения напряжения питающей сети.

Провал напряжения характеризуется длительностью Δt_n и глубиной δU_n провала. Предельно допустимое значение длительности провала составляет 30с. Глубина провала определяется по выражению:

$$\delta U_n = \frac{|U_{ном} - U_{min}|}{U_{ном}} \cdot 100\%$$

Под колебанием напряжения понимается изменение напряжения, происходящее со скоростью 1...2% в секунду и более. Подразумевается, что при данном процессе скорость поезда измениться не успевает, так как промежутки протекания процесса ничтожно малы.[5]

Импульсу напряжения соответствует резкое изменение напряжения в точке электрической сети за которым следует восстановление напряжения до первоначального. Импульс напряжения нормируется его максимальным значением U_{max} и длительностью $\Delta t_{имп0,5}$. При этом длительность фронта не должна превышать 5мс.

Длительность импульса оценивается выражением:

$$\Delta t_{имп0,5} = t_{к0,5} - t_{н0,5}$$

где $t_{к0,5}$ и $t_{н0,5}$ - начальный и конечный момент времени, соответствующие пересечению кривой импульса напряжения горизонтальной линией, проведенной на половине амплитуды импульса.[6]

Работа системы тягового электроснабжения ГЭТ имеет свои существенные особенности относительно других систем энергоснабжения. Для средств ГЭТ, в частности, трамвая, троллейбуса и системы метрополитена, ГОСТ 6962—75 «Транспорт электрифицированный с питанием от контактной сети. Ряд напряжений» от 01.01.1977 года, установлены номинальные значения напряжений постоянного тока на токоприемнике электроподвижного состава. (таблица 1).

Для полноценной правильности понимания данного ГОСТа следует ввести такие термины, как «наибольшее» и «наименьшее напряжение».

Наибольшее напряжение - максимально допускаемая величина значения напряжения на питающих шинах тяговой подстанции и токоприемнике электроподвижного состава при любых условиях процесса эксплуатации. Исключением является только работа в коммутационных режимах.

Наименьшее напряжение – минимально допустимая величина значения напряжения на питающих токоприемниках электроподвижного состава при любых условиях процесса эксплуатации. Как и для наибольшего значения напряжения, исключением является лишь работа в коммутационных режимах.

Таблица 1

ГОСТ 6962-75 «Транспорт электрифицированный с питанием от контактной сети. Ряд напряжений»

Вид электрифицированного транспорта	Напряжение, В				
	На шинах тяговой подстанции		На токоприемнике электроподвижного состава		
	номинальное	наибольшее	номинальное	наибольшее	наименьшее
Для городского электрифицированного транспорта					
Трамвай	600	975	550	700	400
Троллейбус	600	700	550	700	400
Метрополитен	825	700	750	975	550
При процессе рекуперации	-	720	-	720	400

Одним из самых опасных для электроподвижного состава скачков параметров сети является возникновение в тяговой сети перенапряжений, в связи с влиянием определенных внешних и внутренних факторов.

Среди перечисленных факторов одним из наиболее негативно оказывающих влияние на техническое и эксплуатационное состояние электроустановок является возникновение значительных перенапряжений. Несмотря на то, что длительность протекания перенапряжений значительно мала, сугубо негативный характер его воздействия обуславливается наличием высокой кратности относительно значений длительного номинального напряжения, а так же способностью воздействовать на все электрически взаимосвязанные элементы энергосистемы, несмотря на место его приложения.

Исходя из вышесказанного, любое положительное отклонение величины мгновенного значения напряжения от амплитуды наибольшего предельно допустимого значения рабочего напряжения следует обозначать как перенапряжение.

Так же качество электроэнергии находит свое влияние и на зарядную инфраструктуру электромобильного хозяйства, что является приоритетным направлением электромашиностроения в ближайшей перспективе. [7]

Надежная и стабильная энергообеспеченность процесса пассажироперевозок средствами ГЭТ в данное время полностью не возможна в связи со значительными скачками параметров сети в определенные моменты времени или на определенном участке цепи.

Для создания системы контроля параметров системы тягового электроснабжения в первую очередь требуется создание прибора регистрации напряжения сети при различных режимах работы ПС, в разные промежутки времени.

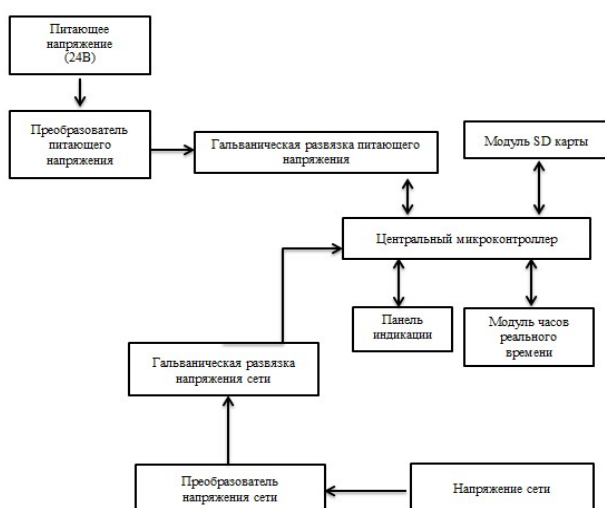


Рис. 1 Структурная схема системы регистрации напряжения сети работы ЭПС

Данный прибор должен позволять измерять напряжения и перенапряжения с последующей реализацией процесса сбора и передачи информации в диспетчерскую службу, а так же быть простым в использовании, точным и не дорогим по себестоимости и обслуживанию.

Простейшая схема подобного устройства выглядит следующим образом (Рис.1).

В зависимости от способа передачи данных, структурная схема прибора может отличаться.

Спроектированное по данной схеме устройство позволит определять различные параметры сети ГЭТ, а в частности перенапряжения сети, вызванные различными факторами, которые приводят к аварийным ситуациям на электроподвижном составе, что в свою очередь может принести угрозу жизни и здоровью пассажиров, а так же привести к полному выводу ПС из строя. Качественно проанализированные данные, полученные в результате работы системы, позволяют определить природу и характер перенапряжений сети. Что в свою очередь способствует устранению данной проблемы в целом.

Список использованной литературы

1 Библия электрика. ПУЭ, МОПОТ, ПТЭ. – Новосибирск: Изд-во Сибирского университета, 2009. – 688 с.

2 Новое поколение тяговых подстанций горэлектротранспорта / пол ред. Б.С. Финкельштейна. – М., 2002. – 41 с.

3 Нормы и правила проектирования систем электроснабжения трамваев и троллейбусов. – М.: ОНТИ АКХ, 1983. – 56 с.

4 Правила устройства систем тягового электроснабжения железных дорог РФ. – М., 1997. – 688 с.

5 ГОСТ 6962-75. Транспорт электрифицированный с питанием от контактной сети. Ряд напряжений.

6 Бородин М.В., Виноградов А.В., Букреев А.В., Панфилов А.А. Структура времени определения источника искажений показателей качества электрической энергии и программно-аппаратный комплекс для его сокращения. Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2021;23(6):29-41.

7 Аналитический отчет «Will new energy technologies power or impede global business»[Электронный ресурс]. М., 2021. URL: <https://www.thomsonreuters.com/en/campaigns/powering-planet>. (Дата обращения: 10.04.2022).