

УДК 621.331

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ НА ТОКОПРИЕМНИКЕ ИММИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА 25КВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ ПЕЗДОВ В ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ MATLAB SIMULINK

Карибов Тимур Тофик Оглы,
Аспирант,
Российский Университет Транспорта.

Аннотация

Объектом исследования предложенной статьи является напряжение на токоприемнике имитационных моделей системы тягового электроснабжения переменного тока 25кВ с трехфазными трансформаторами, трансформаторами Скотта и эквивалентного Скотта, разработанными в графической среде программирования MATLAB Simulink. Рассматриваются осциллограммы напряжения на токоприемнике у всех систем тягового электроснабжения. Дается информация о влиянии напряжения на системы тягового электроснабжения, потерях напряжения и их видах. В итоге, приводится анализ полученных графиков и вывод об их эксплуатационных возможностях по нормам питания оборудования систем.

Ключевые слова: токоприемник поездов, осциллограмма, потери напряжения, нагрузки подстанции, напряжения холостого хода.

RESEARCH OF THE VOLTAGE ON THE CURRENT COLLECTOR OF IMITATION MODELS OF 25KV AC TRACTION POWER SUPPLY SYSTEMS UNDER HIGH-SPEED TRAIN MOVEMENT CONDITIONS IN THE GRAPHICAL PROGRAMMING ENVIRONMENT MATLAB SIMULINK

Karibov Timur Tofik Ogli,
postgraduate student,
Russian University of Transport

ABSTRACT

The object of the study of the proposed article is the voltage on the pantograph of simulation models of a 25kV AC traction power supply system with three-phase transformers, Scott transformers and equivalent Scott transformers developed in the MATLAB Simulink graphical programming environment. Voltage waveforms on the current collector for all traction power supply systems are considered. Information is given on the effect of voltage on traction power

supply systems, voltage losses and their types. As a result, an analysis of the obtained graphs and a conclusion about their operational capabilities according to the power standards of the equipment of the systems are given.

Keywords: current collector of trains, the waveform, voltage losses, substation loads, no-load voltage.

Интегральные показатели являются важным результатом работы модели и моделирования в целом. Они собирают в себе большой объем информации и показателей, позволяя делать выводы о работе системы и процессах, протекающих в ней [1]. Решение эксплуатационных задач системы тягового электроснабжения, требует использования интегральных показателей для того, чтобы более точно судить о системе и принимать правильные эксплуатационные, проектные и стратегические решения.

Таким интегральным показателем является напряжение на токоприемнике поезда.

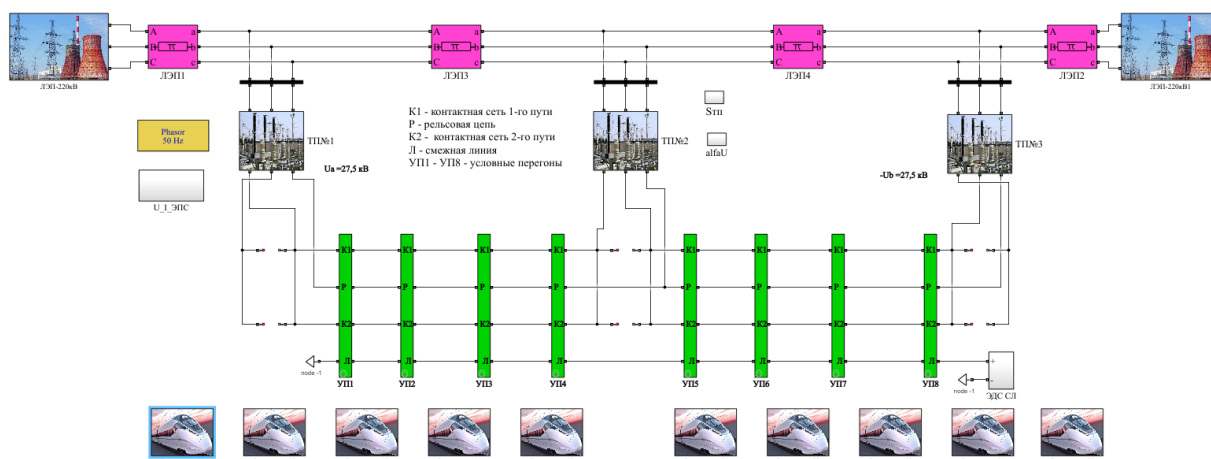


Рисунок 1. Имитационная модель системы тягового электроснабжения 25кВ для двухпутного участка

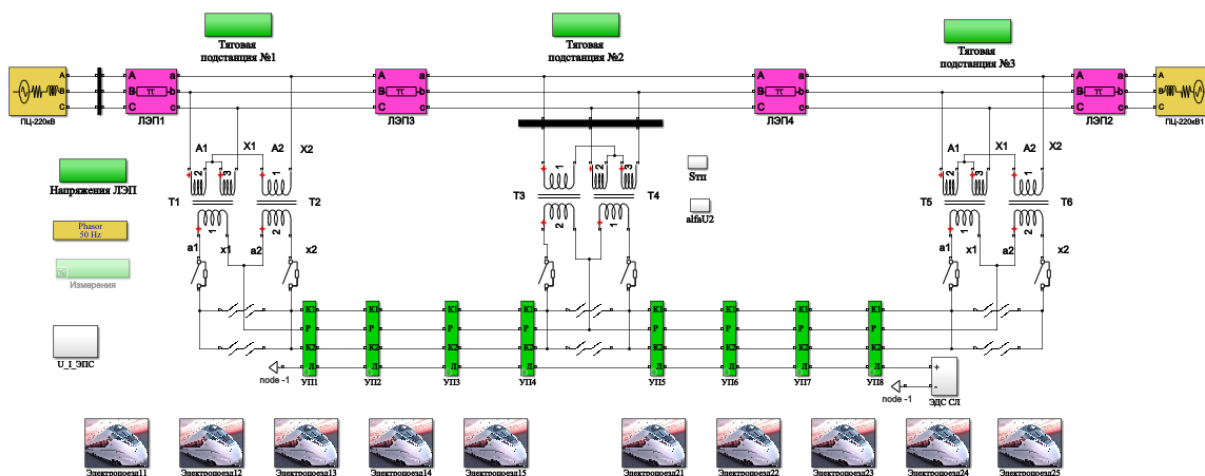


Рисунок 2. Имитационная модель системы тягового электроснабжения с трансформаторами, соединенными по схеме Скотта для двухпутного участка.

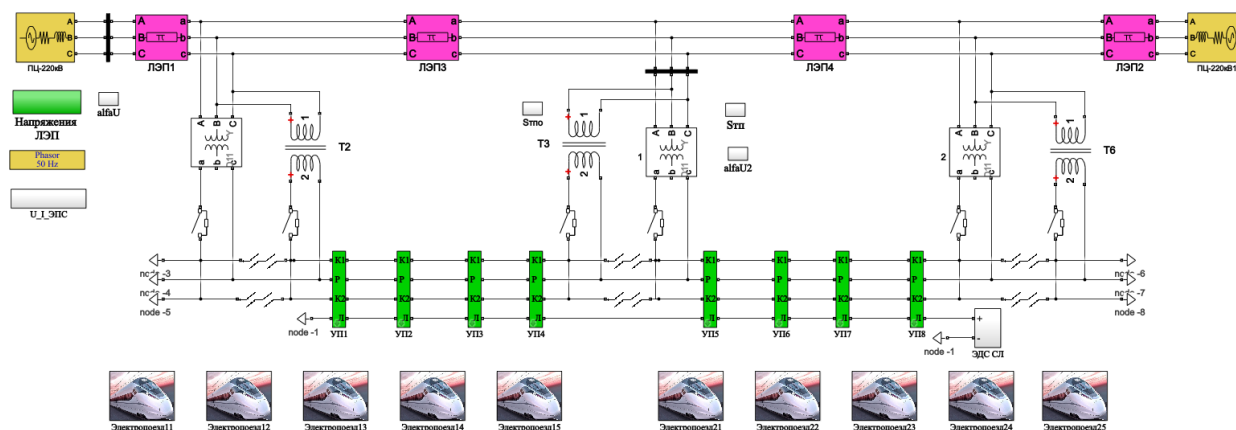


Рисунок 3. Имитационная модель системы тягового электроснабжения с трансформаторами, соединенными по эквивалентной схеме Скотта для двухпутного участка

Напряжение на токоприемнике является одним из самых важных показателей работы системы тягового электроснабжения. Оно определяется потерями напряжения в энергосистеме и трансформаторах подстанций [4].

Потери напряжения в трансформаторах тяговых подстанций зависят от нагрузки подстанции и от коэффициента мощности нагрузки. Потери напряжения в тяговой сети, в свою очередь, представляют собой среднее значение потерь напряжения на токоприемнике ЭПС за время его следования по участку [5].

Изменение напряжения в контактной сети бывают двух видов:

- Плавное (отклонение напряжения)
- Резкое мгновенное изменение (бросок или колебание)

Плавное изменение вызвано движением электроподвижного состава по участку, чем дальше он удаляется от тяговой подстанции, тем больше значение сопротивления контактной сети между составом и самой подстанцией, что и вызывает рост потерь напряжения в контактной сети.

Мгновенное резкое изменение напряжения (увеличение или уменьшение) может произойти на токоприемнике электровоза в результате прекращения работы режима тяги (или его возобновления) другого электровоза, находящегося в той же межподстанционной зоне, что и первый. Такие скачки напряжения негативно влияют на работу тяговых двигателей и могут привести к нежелательным броскам силы тяги. Помимо этого, снижение напряжения на токоприемнике оказывает влияние на работу вспомогательного оборудования электроподвижного состава.

Номинальное напряжение тяговых подстанций переменного тока равно значению напряжения холостого хода трансформаторов на подстанции или напряжению на питающих линиях. Наибольшее допустимое напряжение на токоприемнике ЭПС, в условиях эксплуатации, не должно превышать 29 кВ, а наименьшее при любых эксплуатационных условиях не должно быть ниже 19 кВ (с точки зрения надежности работы электроподвижного состава) [2].

По полученным результатам имитационного моделирования построены графики напряжений на токоприёмниках поездов. По оси Y расположены значения напряжения на токоприёмнике в вольтах, а по оси X отложено время в секундах.

Осциллограммы напряжений на токоприемнике поездов.

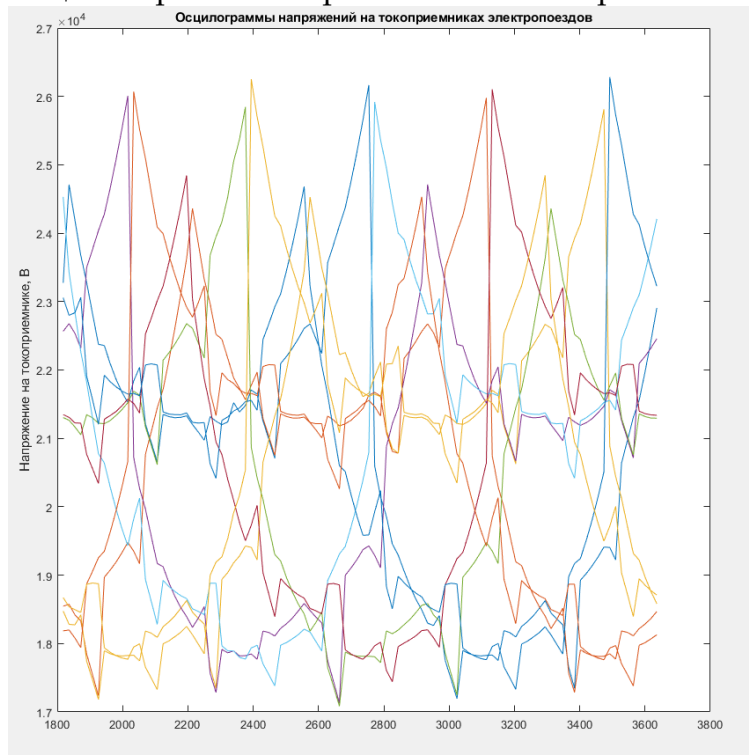


Рисунок 4. Осциллограммы напряжений на токоприемнике поездов полученные в результате моделирования СТЭ 25Кв

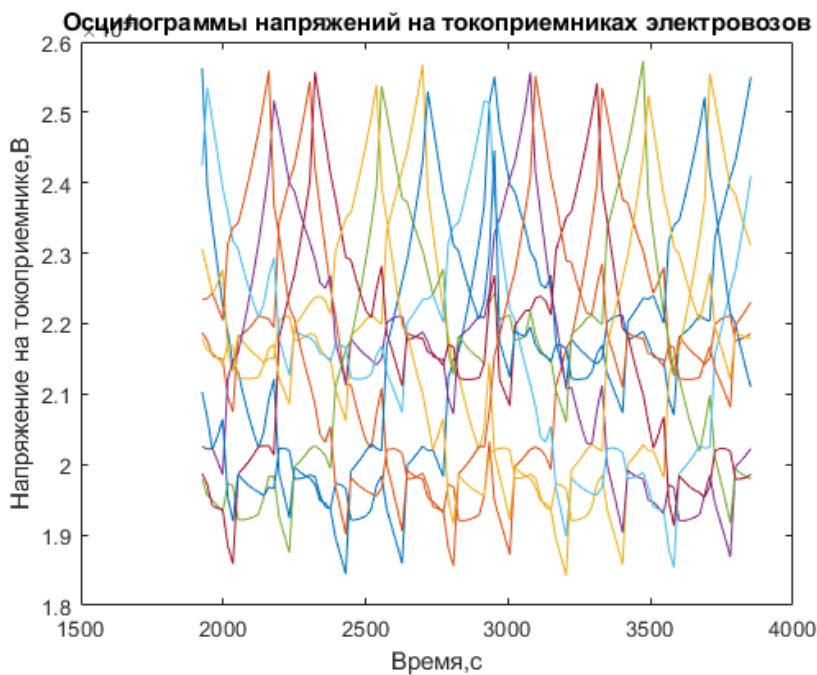


Рисунок 5. Осциллограммы напряжений на токоприемниках электропоездов полученные в результате моделирования схемы Скотта 25 кВ

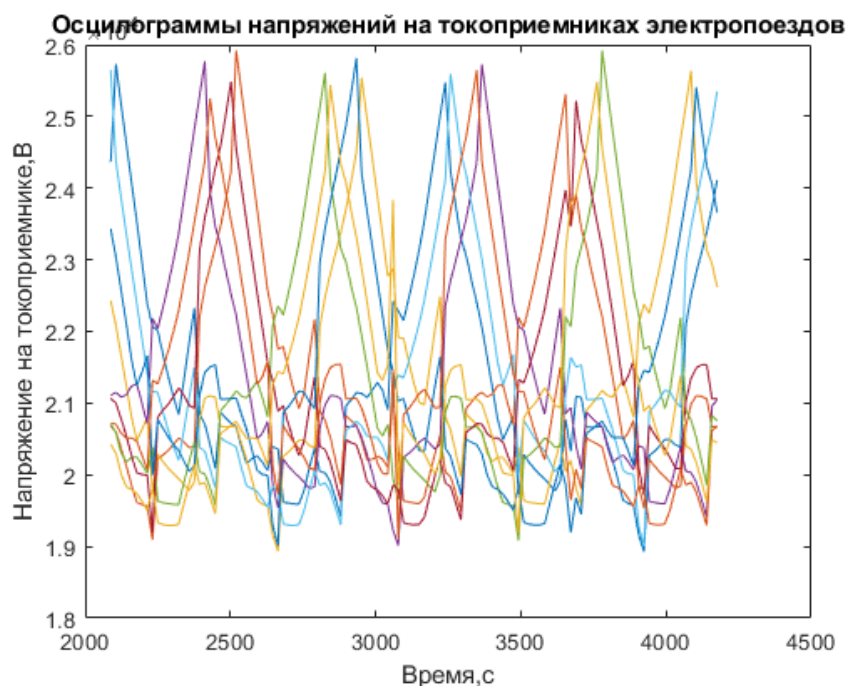


Рисунок 6. Осциллограммы напряжений на токоприемниках электропоездов полученные в результате моделирования эквивалентной схемы Скотта

Полученные графики напряжений на рис.4, для СТЭ 25кВ, позволяют сделать вывод, что при подключении тяговой подстанции к контуру 220 кВ минимальный уровень напряжения на токоприемниках поездов падает ниже минимально допустимого значения.

На рис.5 изображены графики напряжений на токоприемниках ЭПС, для СТЭ с трансформаторами, соединенными по схеме Скотта. Из полученных значений следует вывод, что данная схема не превышает максимально допустимого предела напряжения, но при этом напряжение падает ниже минимально допустимого предела [3].

На рис.6 изображены графики напряжений на токоприемниках ЭПС, для СТЭ с трансформаторами, соединенными по эквивалентной схеме Скотта. В данном случае значения напряжений не превышают максимально допустимого значения в 29 кВ и минимальные значения напряжения практически проходят по минимально допустимым пределам. Полученный результат немного лучше, чем в случае моделирования схемы Скотта.

Для грузовых поездов расчётной массы показатели находятся в допустимых пределах.

Для одиночных 8-ми выгонных Высокоскоростных поездов наблюдается минимально допустимый уровень напряжения ~19000 В и превышает допустимое значение и равен 2,6.

Пропуск пакетов из 12-ти выгонных ВСП и, тем более, сдвоенных поездов может быть реализован только при усилении СТЭ 25 кВ.

Список литературы:

1. Марквардт К.Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. Учебник для вузов ж.-д. тр-та. – М.: Транспорт, 1982 [с. 528].
2. Мамошин Р.Р., Бородулин Б.М., Зельвянский А.Я., Титов А.Ф. Трансформаторы тяговых подстанций с повышенным симметрирующим эффектом // Вестник ВНИИЖТ, 1989. № 1. [с. 22...24].
3. Бородулин Б.М. Симметрирование токов и напряжений на действующих тяговых подстанциях переменного тока // Вестник ВНИИЖТ, 2003. № 2. [с. 17–24].

4. Трансформаторы для тягового электроснабжения железных дорог. Руководство по выполнению лабораторных работ Редактор Д.Н. Тихонычев Компьютерная верстка О.А. Денисова.
5. Э. В. Тер-Оганов, А. А. Пышкин Электроснабжение железных дорог

References:

1. Markvardt K.G. Power supply of electrified railways. Textbook for universities railway. tr-
ta. - М.: Transport, 1982 [p. 528].
2. Mamoshin R.R., Borodulin B.M., Zelvyansky A.Ya., Titov A.F. Transformers of traction
substations with increased balancing effect // Vestnik VNIIZhT, 1989. No. 1. [p. 22...24].
3. Borodulin B.M. Balancing currents and voltages at existing AC traction substations //
Vestnik VNIIZhT, 2003. No. 2. [p. 17-24].
4. Transformers for traction power supply of railways. Manual for laboratory work Editor
D.N. Tikhonychev Computer layout O.A. Denisova.
5. E. V. Ter-Oganov, A. A. Pyshkin Electric power supply of railways