

УДК 621.331

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ РЕАЛИЗУЕМОЙ МОЩНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРА ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ В ИММИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЯХ СИСТЕМ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА 25КВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ В ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ MATLAB SIMULINK

Карибов Тимур Тофик оглы,
Аспирант,
Российский Университет Транспорта
timurkroko@gmail.com

Аннотация

Объектом исследования предложенной статьи является относительная реализуемая мощность трансформатора тяговой подстанции в имитационных моделях системы тягового электроснабжения переменного тока 25кВ с трехфазными трансформаторами, трансформаторами Скотта и эквивалентного Скотта, разработанными в графической среде программирования MATLAB Simulink. Рассматриваются графики реализуемой мощности трансформаторов тяговой подстанции у всех трех представленных систем тягового электроснабжения. Дается информация о важности и необходимости измерения значения относительно реализуемой мощности. В итоге, приводится анализ полученных графиков и вывод об их эксплуатационных возможностях по нормам питания оборудования систем.

Ключевые слова: относительная реализуемая мощность, осциллограмма, трансформатор, тяговые подстанции, высоковольтные сети.

INVESTIGATION OF THE RELATIVE REALIZED POWER OF A TRACTION SUBSTATION TRANSFORMER IN SIMULATION MODELS OF 25 KV AC TRACTION POWER SUPPLY SYSTEMS IN CONDITIONS OF HIGH-SPEED TRAIN TRAFFIC IN THE MATLAB SIMULINK GRAPHICAL PROGRAMMING ENVIRONMENT

Timur T. Karibov,
postgraduate student,
Russian University of Transport

ABSTRACT

The object of the study of the proposed article is the relative realized power of a traction substation transformer in 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. The graphs of the realized power of transformers of a traction substation for all three presented traction power supply systems are considered. Information is given on the importance and necessity of measuring the value relative to the realized power. As a result, the analysis of the obtained graphs and the conclusion about their operational capabilities according to the power standards of the equipment of the systems are given.

Keywords: relative realized power, the waveform, transformer, traction substations, high voltage networks.

Одним из основных устройств тягового электроснабжения в целом и тяговой подстанции в частности, является трансформатор (понижающий и/или тяговый). Выбор требуемого для конкретной подстанции трансформатора на момент проектирования, оценка загруженности, диагностика состояния при эксплуатации, своевременное решение о выводе трансформатора из работы по его техническому состоянию или замена с целью увеличения мощности тяговой подстанции, а также при возможном увеличении числа пульсаций выпрямительного агрегата являются важными стратегическими задачами планирования обновления, модернизации и эксплуатации энергетического хозяйства энергоснабжения[2,3]. При решении всех вышеперечисленных задач необходимо применение интегральных показателей.

Интегральные показатели являются важным результатом работы модели и моделирования в целом. Они собирают в себе большой объём 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 относительная реализуемая мощность трансформатора тяговой подстанции.

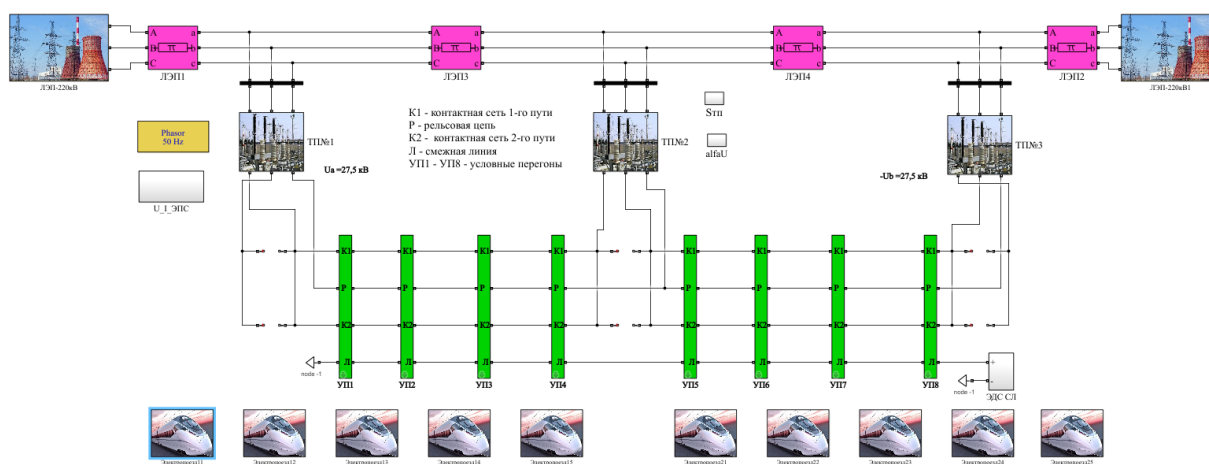


Рисунок 1. Имитационная модель системы тягового электроснабжения 25кВ для двухпутного участка. (рисунок автора)

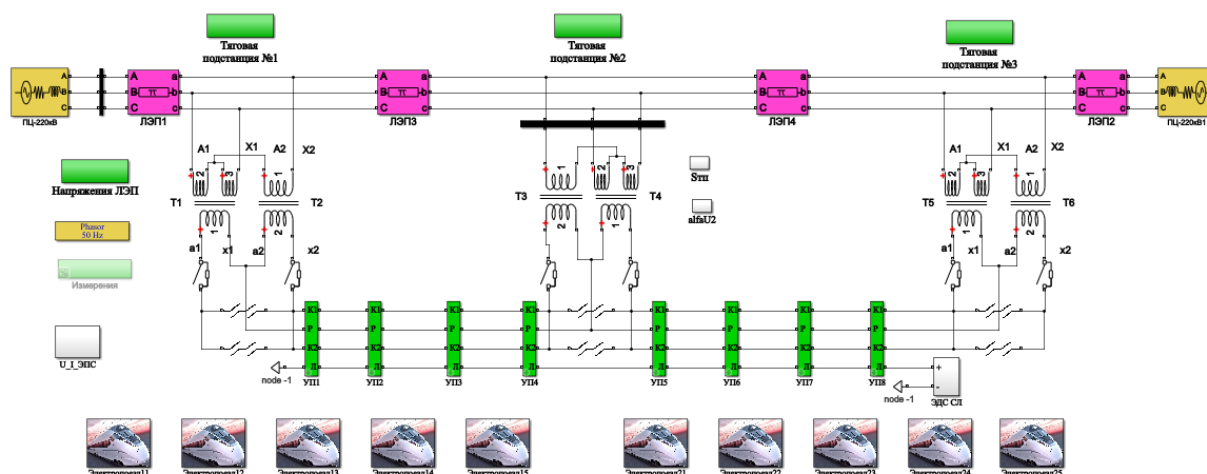


Рисунок 2. Имитационная модель системы тягового электроснабжения с трансформаторами, соединенными по схеме Скотта для двухпутного участка. (рисунок автора)

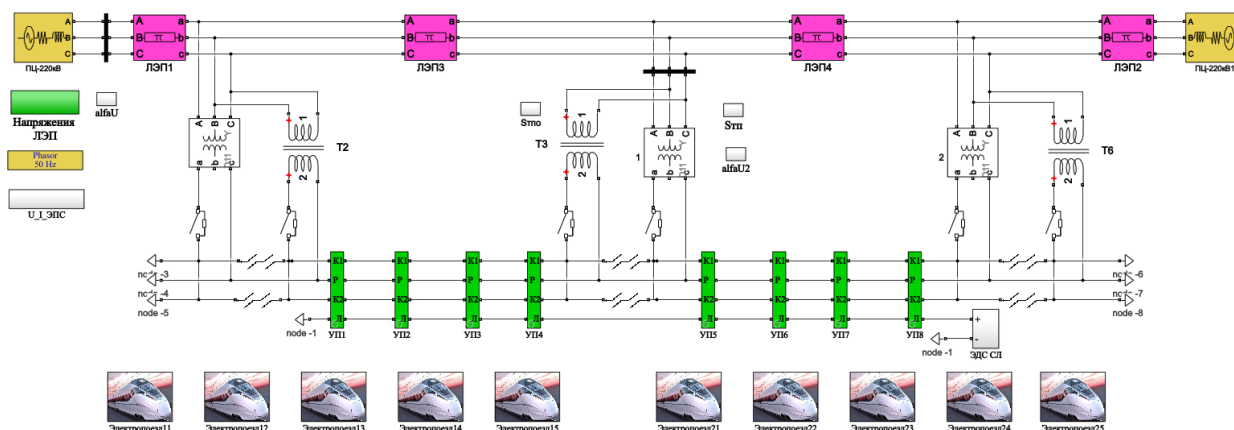


Рисунок 3. Имитационная модель системы тягового электроснабжения с трансформаторами, соединенными по эквивалентной схеме Скотта для двухпутного участка. (рисунок автора)

Для каждой из рассматриваемых схем систем тягового электроснабжения были разработаны модели в среде Matlab/Simulink. Каждая из них включает в себя три тяговых подстанции с двумя межподстанционными зонами между ними [4].

Модель имитирует характеристики реальных устройств, образующих систему тягового электроснабжения. Внутренние функциональные связи элементов системы также заложены в модель.

При моделировании были использованы следующие входные данные:

- Режим максимальной пропускной способности участка. Таким образом достигается максимально возможная нагрузка межподстанционных зон и тяговых подстанций.
- Минимальный межпоездной интервал – 7 минут.

По полученным результатам имитационного моделирования построены графики изменения относительной реализуемой мощности во времени. По оси Y расположены значения относительно реализуемой мощности, а по оси X отложено время в секундах.

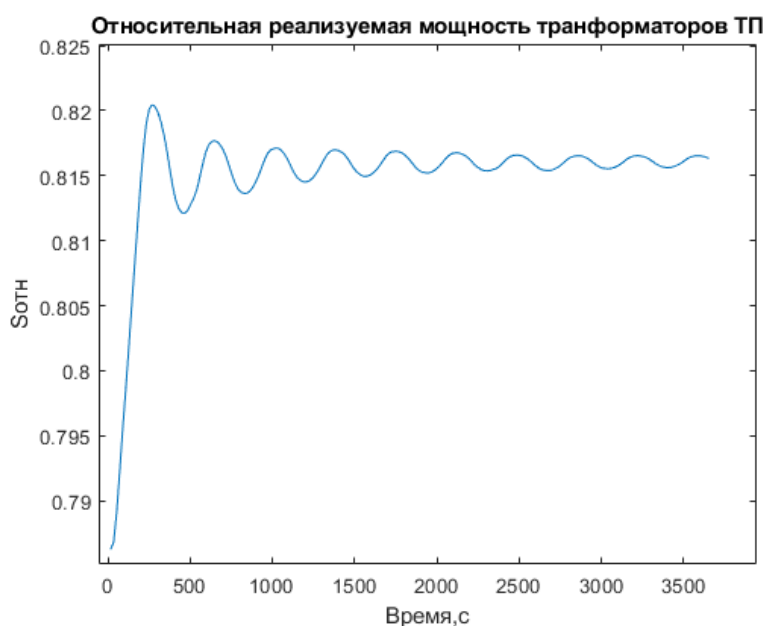


Рисунок 1 Относительная реализуемая мощность трансформаторов ТП, полученная в результате моделирования СТЭ 25 кВ. (рисунок автора)

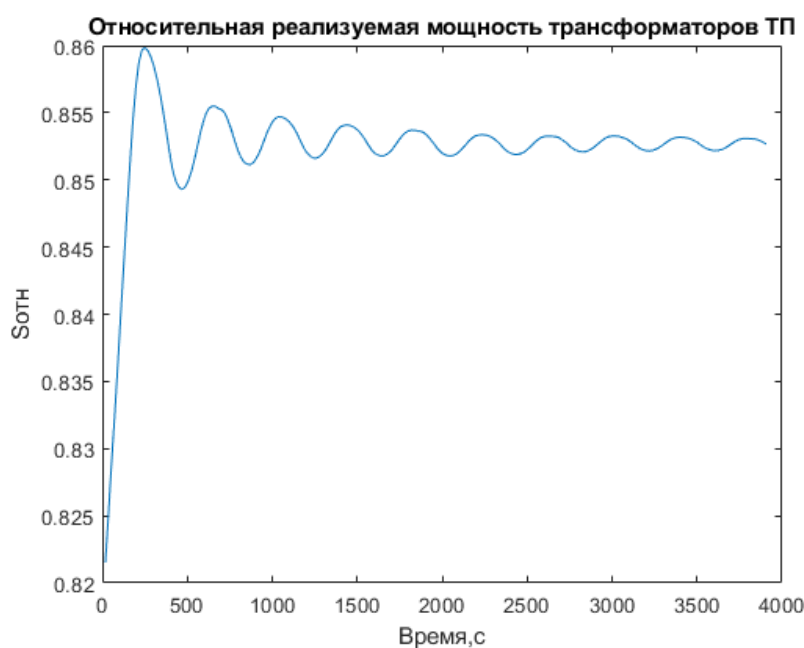


Рисунок 2 Относительная реализуемая мощность трансформаторов ТП, полученная в результате моделирования схемы Скотта 25 кВ (рисунок автора)

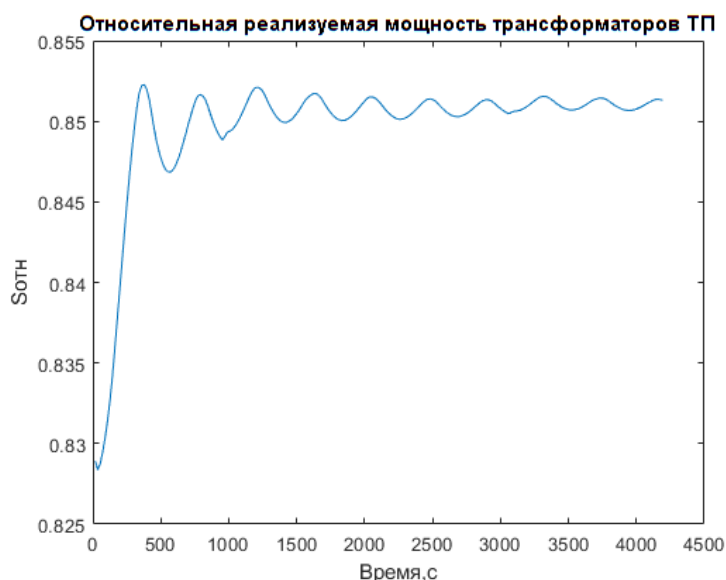


Рисунок 3 Относительная реализуемая мощность трансформаторов ТП, полученная в результате моделирования эквивалентной схемы Скотта 25 кВ (рисунок автора)

Таблица 1. Установившиеся значения относительной реализуемой мощности трансформаторов тяговой подстанции полученные в результате работы модели.

Схема	P^*
1x25 Y/Δ – 11	0.82
1x25 Scott	0.85
1x25 EquiScott	0.85

P^* - установившееся значение относительной реализуемой мощности трансформаторов тяговой подстанции.

Вывод:

На рис. 4 представлен график относительной реализуемой мощности трансформаторов тяговой подстанции для СТЭ 25кВ видно, что получившееся установившееся значение измеряемой величины равно 0,82. Это говорит о том, что трансформатор, имеет запас по мощности, что благоприятно сказывается на его сроке службы [5].

Для схемы Скотта на рис.5 ситуация идентична, установившееся значение относительной реализуемой мощности равно 0.85, что является хорошим показателем работы схемы [5].

На графике для эквивалентной схемы Скотта на рис.6 получено установившееся значение относительной реализуемой мощности равное 0.85, что также является хорошим показателем работы схемы [5].

Список литературы:

1. Марквардт К.Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. Учебник для вузов ж.-д. тр-та. – М.: Транспорт, 1982 – 528 с.
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. С. 18–34.
5. Э. В. Тер-Оганов, А. А. Пышкин Электроснабжение железных дорог. С. 345–349.

References:

1. Marquardt K.G. Power supply of electrified railways. Textbook for higher education institutions of railway engineering. - М.: Transport, 1982 - 528 p.
2. Mamoshin R.R., Borodulin B.M., Zelvyansky A.Ya., Titov A.F. Transformers of traction substations with increased symmetrizing effect // Bulletin of the All-Russian Research Institute of Railway Transport, 1989. No. 1. P. 22-24.
3. Borodulin B.M. Symmetrization of currents and voltages at operating AC traction substations // Bulletin of the All-Russian Research Institute of Railway Transport, 2003. No. 2. P. 17-24.
4. Transformers for traction power supply of railways. Guide to performing laboratory work Editor D.N. Tikhonychev Computer layout by O.A. Denisova. P. 18–34.
5. E.V. Ter-Oganov, A.A. Pyshkin Electricity supply of railways. P. 345–349.