

**Шафиков Алексей Рафаилович,**  
аспирант, Иркутский государственный университет путей сообщения,  
e-mail: alshaficov1@mail.ru

## ГАРМОНИЧЕСКИЕ ИСКАЖЕНИЯ В СЕТЯХ, ПИТАЮЩИХ ТЯГОВЫЕ ПОДСТАНЦИИ

Shafikov A.R.

## HARMONIOUS DISTORTIONS IN THE NETWORKS FEEDING TRACTION SUBSTATIONS

**Аннотация.** Приведены результаты исследований, направленных на определение гармонических искажений в питающих электрических сетях в зависимости от веса поездов.

**Ключевые слова:** системы электроснабжения железных дорог, несинусоидальные режимы.

**Abstract.** Results of the researches directed to definition of harmonious distortions in the feeding electrical networks depending on the weight of trains are given.

**Keywords:** systems of power supply of the railroads, not sinusoidal modes.

Тенденция увеличения среднего веса поезда, соответствующая стратегии развития холдинга «РЖД» на период до 2030 года, ведет к росту нагрузки на устройства электротяговых систем и вариации режимов систем электроснабжения железных дорог [1–7].

Для оценки влияния веса поезда на показатели несинусоидальности выполнялось имитационное моделирование в программном комплексе Fazopord [6]. Расчетная модель включала четыре тяговых подстанции ТП 1 – ТП 4 с тремя межподстанционными зонами протяженностью 40 км каждая, а также контактную сеть.

Рассматривалось четыре варианта движения поездов:

- 12 поездов весом 3000 тонн;
- 6 поездов весом 6000 тонн;
- 4 поезда весом 9000 тонн;
- 3 поезда весом 12000 тонн.

В табл. 1 представлены результаты расчетов суммарного коэффициента гармонических составляющих  $k_U$  в точках подключения тяговых подстанций к питающей сети в зависимости от веса поезда.

Таблица 1

Результаты вычисления суммарного коэффициента гармонических составляющих  $k_U$

Тяговая подстанция	Фаза	Вес поезда, т			
		3000	6000	9000	12000
ТП-1	А	0,083	0,124	0,12	0,14
	В	0,085	0,122	0,12	0,145
	С	0,087	0,106	0,098	0,115

Тяговая подстанция	Фаза	Вес поезда, т			
		3000	6000	9000	12000
ТП-2	А	2,202	3,355	3,292	3,828
	В	2,919	4,111	4,032	4,934
	С	2,834	3,424	3,281	3,841
ТП-3	А	2,378	3,536	3,508	4,038
	В	2,976	4,15	4,086	4,983
	С	2,991	3,559	3,547	4,019
ТП-4	А	0,087	0,12	0,12	0,134
	В	0,098	0,13	0,131	0,155
	С	0,130	0,151	0,155	0,17

Полученные результаты показывают, что увеличение среднего веса поезда приводит к ухудшению качества электроэнергии в питающей сети, в частности, к росту суммарного коэффициента гармонических составляющих  $k_u$ . Наибольшее значение коэффициента  $k_u$  характерно для тяговых подстанций, наиболее удаленных от источников генерации электроэнергии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бардушко В.Д., Закарюкин В.П., Крюков А.В. Принципы построения системы электроснабжения железнодорожного транспорта. М.: Теплотехник, 2014. 166 с.
2. Закарюкин В.П., Крюков А.В. Методы совместного моделирования систем тягового и внешнего электроснабжения железных дорог переменного тока. Иркутск: изд-во Иркут. гос. ун-та путей сообщения, 2011. 160 с.
3. Закарюкин В.П., Крюков А.В. Сложнонесимметричные режимы электрических систем. Иркутск: Иркут. ун-т, 2005. 273 с.
4. Закарюкин В.П., Крюков А.В., Черепанов А.В. Управление качеством электроэнергии в системах электроснабжения железных дорог. Иркутск: ИРГУПС, 2015. 180 с.
5. Коновалов Ю.В., Дудко А.А. Исследование свойств генерирующих электротехнических комплексов // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири. Иркутск. 2014. В 2-х т. Т. 1. С. 88-92.
6. Свидет. об офиц. регистр. программы для ЭВМ №2007612771 (РФ) «Fazonord-Качество – расчеты показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения в фазных координатах с учетом движения поездов» / Закарюкин В. П., Крюков А. В. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. 28.06.2007.
7. Булатов Ю.Н., Крюков А.В., Куцый А.П. Мультиагентный подход к управлению режимами систем электроснабжения железных дорог // Вестник ИрГТУ. Т. 21. № 4. 2017. С. 108-126.