УДК 621.311.25:621.039

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НИЗКОВОЛЬТНОЙ ЭЛЕКТРОСЕТИ АНАЛИЗАТОРОМ AR-5**

А.В. Ольховой1, Р.К. Зарипов2

1,2ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

1olhovoya@gmail.com, 2zrust@mail.ru

Науч. рук. проф. Р.Х. Тукшаитов

В статье представлено изучение сопротивления входного тока электросети путем подключения различных нагрузок и снятия параметров сети анализатором AR-5

**Ключевые слова:** электросеть, анализатор качества электроэнергии, мощность, сопротивление, фильтр-компенсирующее устройство.

К настоящему времени имеются сравнительно много работ, посвященных изучению возможности применения фильтр-компенсирующих устройств (ФКУ) c целью снижения уровня эмиссии высших гармоник (ВГ) в электросети (ЭС) [1-6]. В формирование избирательности резонансных контуров, настроенных на первые гармоники спектра входного тока, большую роль играет активное их сопротивление, определяемое главным образом активным сопротивлением катушки индуктивности и входным сопротивлением электропитания. Однако значению последних параметров и их соотношению в литературе практически не уделяется внимание.

Для обеспечения добротности контуров, используемых в ФКУ для подавления в основном 3, 5 и 7 гармоник, необходимо обеспечивать выполнение следующего неравенства:

*RФКУ ˂˂ ZЭС,*

где *R*ФКУ и ZЭС соответственно сопротивление ФКУ и импеданс ЭС.

В данном сообщении представлены результаты изучения входного импеданса в одной из аудиторий вуза.

Исследование проводится с использованием электрической схемы, представленной на рисунке.



Эквивалентная схема измерительной установки

Она состоит из ЭС, анализатора качества электричества AR-5 [6] и нагрузки. В качестве нагрузки использовали лампы накаливания (ЛН) разной мощности, электропаяльник, электроплитку мощностью 300 Вт, светодиодные лампы Онлайт 7 Вт и Camelion 10 Вт с наименьшим и наибольшим коэффициентом нелинейного искажения входного тока (127-190%) и их параллельно соединили с целью поэтапного повышения мощности нагрузки. В процессе проведения измерений регистрировали значения напряжения питания, мощность нагрузки, коэффициенты нелинейных искажений Ku и Ki. Для одновременного определения погрешности измерения Результаты измерения данных параметров представлены в табл. 1.

Таблица 1

Электротехнические параметры измерения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид нагрузки | LED лампа | LED лампа | Резистор | ЛН | ЛН | ЛН + паяльник | Плитка + ЛН | ЛН |
| Нагрузка Р, Вт | 7,8 | 9 | 17 | 41 | 75 | 846 | 982 | 1030 |
| Напряжение U, В | 233 | 231 | 233 | 233 | 232 | 231 | 230 | 230 |
| Ток I, А | 0,035 | 0,193 | 0,075 | 0,176 | 0,33 | 3,65 | 4,26 | 4,48 |
| Нагрузка расчет. *P*расч, Вт |  | 44,6 | 17,5 | 41,0 | 76,6 | 843 | 980 | 1030 |
| Ku,% | 2,5 | 2,4 | 1,3 | 1,4 | 2,4 | 1,4 | 1,3 | 1,3 |
| Ki,% | 187 | 197 | 2,6 | 2,4 | 2,7 | 1,1 | 1 | 0,9 |

Как следует из рисунка, электросеть имеет активно-индуктивное сопротивление. В работе полагалось, что по падению напряжения ЭС можно оценить *Z*ЭС, а по уменьшению KU можно косвенно судить о наличии в цепи и *X*L.

Фактически для основной части имеем LЭСRН фильтр первого порядка, работа которого начинает проявляться по мере увеличения *P*H. Как следует из табл. 1 при увеличении мощности нагрузки с 7 Вт до 1030 Вт происходит уменьшение напряжения с 233 В до 230 В или приблизительно на 1%. Эти данные позволяют вычислить приближенное значение *ZЭС.* При *Р*=1030 Вт, I = 4,5 А, ∆*U* = 3 В. Тогда

$$Z\_{ЭС}=\frac{∆U}{I}=\frac{3}{4.5}=0.66 Ом$$

Снижение *K*u с увеличением нагрузки свидетельствует о наличии определенной фильтрации ВГ. Одновременное снижение *K*i обусловлено снижением *K*u, так как предельные нагрузки являются линейными элементами.

**Источники**

1. Жежеленко И. В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий//5-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоиздат, 2004. 358 с.
2. Хруслов Л.Л., Ростовников М.В., Шишов В.А., Киреев С.И. Высшие гармоники в сетях низкого напряжения с элементами силовой электроники. Опыт непрерывного мониторинга // Сб. трудов Международной научно-практической конференции «Управление качеством электрической энергии». М.: Центр полиграфических услуг «Радуга», 2018. С. 181-186.
3. Тукшаитов Р.Х., Семенова О.Д., Новокрещенов В.В. Оценка уровня нелинейных искажений электроустановок на основе моделирования длительности импульса их входного тока // Электроэнергия. Передача и распределение. 2022. № 3. С. 23-26.
4. Боярская Н.П., Довгун В.П. Компенсация высших гармоник в сетях с осветительной нагрузкой // Вестник КрасГАУ. 2011. Вып. 9. С 270-276.
5. Тукшаитов Р.Х., Зарипов Р.К. Об одном эффективном способе снижения уровня эмиссии светодиодными лампами в электросеть высших гармоник промышленной частоты // ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределения. 2023. № 1. С. 70-74.
6. Руководство пользователя пробора «Анализатор электропотребления AR5 и AR5-L» Электронная версия// rykovodstvo.ru/exspl/32928/index.html С.1-10.