

2. Безродный, М. К. Процессы переноса в двухфазных термосифонных системах. Теория и практика = Transfer processes in two-phase thermosyphon systems. Theory and practice / М. К. Безродный, И. Л. Пиоро, Т. О. Костюк. – 2-е изд., доп. и перераб. – Киев : Факт, 2005. – 700 с. : ил., портр., табл.
3. Reay, D. Heat Pipes: Theory, Design and Applications / D. Reay, R. McGlen, P. Kew ; Sixth Edition. – Oxford : Butterworth Heinemann, 2013. – 288 p.
4. Экспериментальное исследование работы термосифонов, заправленных хладагентами R404A, R407C, R410A / А. В. Шаповалов [и др.] // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2020. – № 3/4. – С. 87–93.

УДК 621.314.214.5:669.15

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА И ВЫБОРА ТРАНСФОРМАТОРОВ С МАГНИТОПРОВОДОМ ИЗ АМОРФНОЙ СТАЛИ

К. Е. Коршунов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Т. В. Алферова

Разработана программа в среде Rad Studio Embarcadero Delphi 12.1 по выбору и расчету аморфных трансформаторов для замены масляных на предприятии.

Ключевые слова: трансформатор, программа, аморфный сплав, магнитопровод.

AUTOMATION OF CALCULATION AND SELECTION OF TRANSFORMERS WITH AMORPHOUS STEEL MAGNETIC CORE

K. E. Korshunov

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

Science supervisor T. V. Alfiorova

A program has been developed in the Rad Studio Embarcadero Delphi 12.1 environment for the selection and calculation of amorphous transformers for replacing oil ones at the enterprise.

Keywords: transformer, program, amorphous alloy, magnetic circuit.

Экономия электрической мощности и энергии является важнейшим направлением развития современных электрических сетей и систем электроснабжения. Особое значение это направление приобрело в связи с необходимостью повышения энергоэффективности использования электроэнергии и реализации программ энергосбережения [3].

На распределительные трансформаторы приходится 25–30 % всех технических потерь энергосистемы [1]. Полностью устранить эти потери невозможно. Трансформаторы работают круглосуточно, а следовательно, потери холостого хода происходят постоянно. Применение аморфных сплавов в магнитопроводе позволяет сократить потери холостого хода в 4–5 раз.

В настоящее время силовые распределительные трансформаторы с сердечником из аморфных сплавов серийно выпускаются и используются в США, Канаде, Японии, Индии, Словакии и других странах. Наибольших успехов добились США

и Японии. Японская фирма «Hitachi» в сотрудничестве с американской компанией «AlliedSignal» выпустила группу силовых трансформаторов с магнитопроводом из аморфного сплава мощностью от 500 до 1000 кВА. Испытания показали, что потери электрической энергии в магнитопроводах таких трансформаторов на 80 % меньше по сравнению с трансформаторами со стальными сердечниками [2]. Особенности аморфного сплава потребовали изменения конструкции магнитопровода.

В 2012 г. первой в России к выпуску силовых трансформаторов с аморфными сердечниками АТМГ приступила группа «Трансформер».

Для расчета суммарных потерь необходимы паспортные характеристики трансформаторов [4]:

$$\Delta P_{\text{тр}} = \Delta P_{\text{xx}} + \Delta P_{\text{кз}} + k_z^2,$$

где $\Delta P_{\text{тр}}$ – активные потери в трансформаторе; $\Delta P_{\text{х.х}}$ – потери холостого хода в трансформаторе; $\Delta P_{\text{к.з}}$ – потери короткого замыкания в трансформаторе;

$$\Delta Q_{\text{тр}} = \Delta Q_{\text{х.х}} + \frac{U_{\text{к.з}}}{100} Q_{\text{к.з}} S_{\text{ном}},$$

где $\Delta Q_{\text{тр}}$ – реактивные потери в трансформаторе; $\Delta Q_{\text{хх}}$ – реактивные потери холостого хода в трансформаторе; $\Delta Q_{\text{кз}}$ – реактивные потери короткого замыкания в трансформаторе; $S_{\text{ном}}$ – номинальная мощность трансформатора;

$$\Delta S_{\text{тр}} = \sqrt{\Delta P_{\text{тр}}^2 + \Delta Q_{\text{тр}}^2},$$

где $\Delta S_{\text{тр}}$ – суммарные потери в трансформаторе.

Разработана программа для сравнения характеристик трансформаторов с сердечниками из аморфных сплавов и из обычной стали.

На рис. 1 представлено главное окно программы для сравнения потерь трансформаторов.

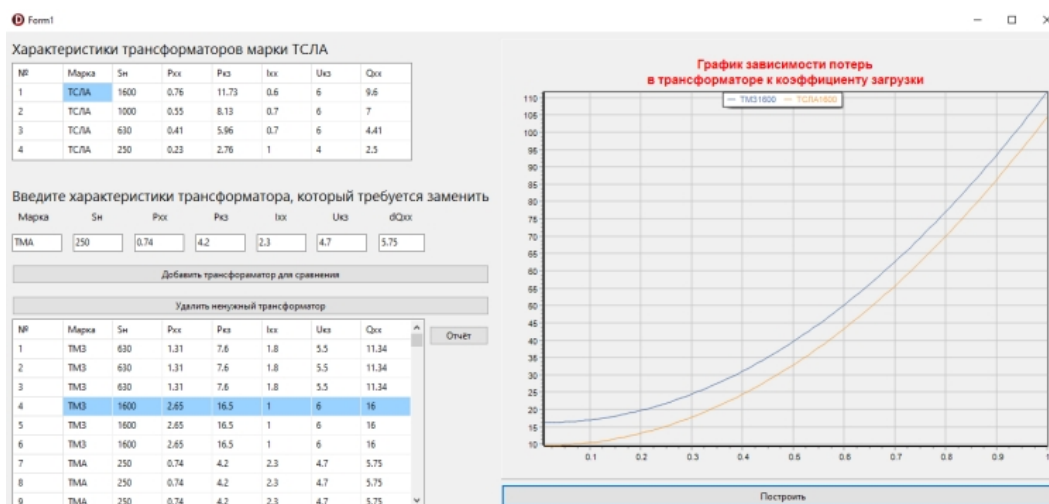


Рис. 1. Главное окно программы

В двух таблицах соответственно располагаются характеристики трансформаторов с обычным сердечником и с сердечником из аморфного сплава. Также между таблицами располагается область для добавления трансформаторов, которые необходимо заменить. Для сравнения характеристик был выбран графический метод, который выражается в отображении сравнительных графиков зависимости потерь от коэффициента загрузки трансформаторов.

В среде разработки Delphi 12.1 были использованы следующие визуальные компоненты для решения задачи:

- TStringGrid – компонент-таблица для просмотра характеристик трансформаторов в виде таблиц;
- TButton – компонент-кнопка для реализации того или иного действия ей заданного;
- TEdit – компонент-область для ввода данных;
- TChart – компонент-график для отображения графиков различных видов.

Также были использованы компоненты для связи клиента с базой данных Access и Excel.

Для численного сравнения полученные данные выводятся в Excel документ. На рис. 2 отображается сравнительный график с заданными значениями из Excel.



Рис. 2. Excel файл с результатами расчетов и данными для построения графиков

На рис. 3 представлена структурная блок-схема программы.

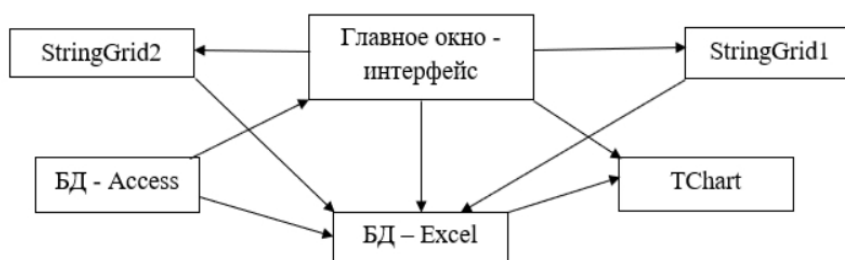


Рис. 3. Структурная блок-схема программы

Таким образом, разработанная программа позволяет реализовать расчет и замену трансформаторов, а также создать отчет и графическое сравнение целесообразности замены. В дальнейшем при помощи данной программы будет проведен расчет по замене распределительных трансформаторов марки ТМЗ на аморфные трансформаторы марки ТС(З)ЛА.

Л и т е р а т у р а

1. Печенкин, В. И. Силовые «аморфные» трансформаторы. Будущее в настоящем / В. И. Печенкин // Электротехн. рынок. – 2012. – № 5–6 (47–48). – С. 46–47.
2. Сорока, А. В. Применение распределительных трансформаторов с магнитопроводом из аморфной стали / А. В. Сорока, В. Н. Радкевич // Актуальные проблемы энергетики : материалы науч.-техн. конф. студентов и аспирантов / БНТУ. – Минск, 2017. – С. 494–499.
3. Гольдштейн, В. Г. О проблемах энергосбережения и повышения энергоэффективности при применении современных силовых трансформаторов / В. Г. Гольдштейн, А. А. Казанцев, Л. М. Инаходова // Изв. вузов. Электромеханика. – 2014. – № 5. – С. 107–111.
4. Машиностроительные технологии. Электротехническая листовая сталь. Классификация сталей, магнитные и электрические свойства. – 2012. – Режим доступа: <http://www.lmx.ucoz.ru>.

УДК 628.9:621.31.031

ВЛИЯНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА НА СИСТЕМУ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

И. Д. Костюченко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научные руководители: Т. В. Алферова, О. Г. Широков

*Рассмотрено влияние светодиодных источников света на систему электроснабжения
промышленных предприятий.*

Ключевые слова: светодиодные источники света, коэффициенты гармонических составляющих тока и напряжения.

INFLUENCE OF LED LIGHT SOURCES ON THE POWER SUPPLY SYSTEM OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

I. D. Kostucenko

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

Science supervisors: T. V. Alferova, O. G. Shirokov

*The influence of LED light sources on the power supply system of industrial enterprises
is considered.*

Keywords: LED light sources, harmonic coefficient of current and voltage.

При разработке новых проектных решений по строительству и модернизации электроустановок, проектировщики не учитывают высокие показатели нелинейных характеристик драйверов светодиодных светильников, наличие в них гармонических составляющих тока и напряжения, генерацию реактивной мощности в сеть, наличие импульсных токов в момент пуска и влияние данных факторов на электромагнитную совместимость. Известны случаи, когда при включении осветительной нагрузки воз-