

Вывод

Возможно создание пускового органа для терминалов релейной защиты, реагирующего на изменение параметров тока высокой частоты, генерируемого в линию электропередачи внешним источником, что может повысить быстродействие релейной защиты и способствовать повышению электробезопасности сельских электрических сетей.

Литература

1. ОАО «Белэлектромонтажналадка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bemn.by/production/releynaya-zashchita-signalizatsiya-avtomatika>. – Дата доступа: 27.08.2024.
2. Антенны: Перевод с немецкого / К. Ротхамель. – 3-е издание, дополненное – Москва: Энергия, 1979. – 320 с.
3. Специальные функции: учеб. пособие / Н.С. Петросян Москва: ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН», 2015. – 88 с.

УДК 502.36:699.86

СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ CO₂ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Гаркуша К.Э., к.т.н., доцент, Гаркуша К.В.

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Для определения потенциала энергосбережения в зданиях учебных заведений необходимо проводить энергоаудит, основной целью которого является разработка перечня мероприятий с технико-экономическим обоснованием эффективности использования ТЭР. При реализации международных проектов дополнительно проводится идентификация здания по классу энергоэффективности, принятая в странах ЕС, и оценка сокращения выбросов CO₂ для каждого предложенного мероприятия.

Расчет снижения выбросов CO₂ рассмотрим на примере мероприятий, рекомендованных к внедрению по результатам энергетического обследования Государственного учреждения образования «СШ № 9 г. Жодино». Энергоаудит в школе проводился в 2020 году в рамках проекта Всемирного банка «Энергоэффективность общественных зданий в Беларуси».

Согласно нормам [1] выбросы углерода диоксида M_{CO_2} , т/год, рассчитываются по формуле

$$M_{CO_2} = 10^{-3} \cdot E^{te} \cdot K_{CO_2},$$

где E^{te} – потребление топлива в общих энергетических единицах, ГДж/год; K_{CO_2} – коэффициент выбросов углерода диоксида, т CO₂/ГДж, который следует применять для применяемого типа топлива при предварительных оценках изменения уровня выбросов парниковых газов (определяется по табл. А.1 и А.2 Приложения А [1]).

Потребление топлива в общих энергетических единицах E^{te} , ГДж/год, при переводе использованной тепловой энергии (Гкал), рассчитывается по формуле

$$E^{te} = 4,187 \cdot Q_y,$$

где 4,187 – коэффициент перевода Гкал в ГДж; Q_y – годовая экономия при отпуске тепловой энергии, Гкал/год.

То же при переводе электрической энергии (МВт·ч) рассчитывается по формуле

$$E^{te} = 3,6 \cdot W_y,$$

Секция 2: Энерготехнологии и автоматизация технологических процессов АПК

где 3,6 – коэффициент перевода МВт·ч в ГДж; W_y – годовая экономия при отпуске электроэнергии, МВт·ч/год.

Для производства тепловой и электрической энергии на Жодинской ТЭЦ, от которой запитана школа, используется, в основном газ. В 2009 году на электростанции введена в строй Мини-ТЭЦ, работающая на торфобрикетах, фрезерном торфе и древесной щепе.

Расчет выбросов произведем, исходя из использования газа, так как он является преобладающим видом топлива на данном генерирующем источнике.

Согласно [1] коэффициент выбросов CO_2 для газового топлива составляет $K_{CO_2}=0,059$.

При определении K_{CO_2} для тепловой энергии примем во внимание значения удельных расходов условного топлива на производство тепловой энергии на теплоисточниках энергоснабжающих организаций ГПО «Белэнерго».

Уровень фактически сложившегося удельного расхода топлива составляет 166,65 кг у.т./Гкал, величина потерь в тепловых сетях по ГПО «Белэнерго» – 9,37%. Удельный расход при 100%-ном использовании теплоты сжигаемого топлива составляет 142,9 кг у.т./Гкал. Учитывая вышесказанное, скорректируем коэффициент CO_2 для тепловой энергии: $0,059 \cdot 1,0937 \cdot 166,651,2/142,9 = 0,0753$ т CO_2 /ГДж.

Аналогично при корректировке K_{CO_2} для электрической энергии примем во внимание значения фактического удельного расхода топлива на отпуск электроэнергии на замыкающей станции в энергосистеме (Лукомльской ГРЭС) по итогам работы за 2019 год, который составляет 287,1 г у.т./ кВт·ч и коэффициент потерь электроэнергии в электрических сетях – 7,69%. При 100% КПД выработки электроэнергии удельный расход топлива составляет 122,8 г у.т./ кВт·ч.

Коэффициент CO_2 для электроэнергии с учетом корректировки составит: $0,059 \cdot 1,0769 \cdot 287,1/122,8 = 0,1485$.

По результатам энергоаудита были рекомендованы следующие мероприятия: утепление наружных стен, утепление кровли, замена окон стеклопакетами, модернизация индивидуального теплового пункта (ИТП) с установкой приборов автоматики горячего водоснабжения (ГВС) и отопления, установка терморегуляторов (ТР) на отопительных приборах и балансировочных клапанов на стояках системы отопления, замена светильников внутреннего освещения энергосберегающими источниками света, замена в столовой электроплит с длительным временем разогрева и стеклокерамическими электроиндукционными плитами и установка современного пароконвектомата.

Расчетное годовое сокращение выбросов по каждому мероприятию представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Расчетное годовое сокращение выбросов CO_2

Наименование мероприятия	Экономия теплоты		Экономия электроэнергии		Сокращение выбросов при экономии, т CO_2 -экв		
	Гкал	ГДж	МВт·ч	ГДж	K_{CO_2}	теплоты	эл/энергии
1. Утепление стен							
2. Утепление кровли							
3. Замена окон							
4. Установка автоматики ГВС в ИТП							
5. Установка автоматики отопления в ИТП							
6. Установка ТР и балансировочных клапанов							
7. Замена светильников							
8. Замена электроплит							
Замена пароконвектомата							
Итого:							

После реализации предложенных к внедрению мероприятий годовое количество выбросов может быть сокращено на 154,8 т CO_2 -экв.

Литература

1. Охрана окружающей среды и природопользование. Климат. Выбросы и поглощение парниковых газов. Правила расчета выбросов за счет внедрения мероприятий по энергосбережению, возобновляемых источников энергии : ТКП 17.09-01-2011. – Введ. 01.01.2012. – Минск : Минприроды, 2012. – 32 с.

УДК 621.313

**ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ УЧЕБНОЙ
ЛАБОРАТОРИИ «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С.Х.»**

Зеленькевич А.И., к.т.н., доцент, **Збродыга В.М.**, к.т.н., доцент,
Дубровская С.А., магистрант, **Жидович А.А.**, студент

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

При некачественном напряжении существенно ухудшаются условия работы как самих электроприемников, так и всех элементов сети, снижается надежность работы электрооборудования и системы электроснабжения в целом, возникают дополнительные потери мощности, снижается срок службы электрооборудования, уменьшаются экономические показатели его работы, возможны ложные срабатывания релейной защиты и автоматики.

При проведении занятий в лаборатории «Электроснабжения с.х.» был выявлен необоснованный нагрев лабораторного оборудования, ложные срабатывания устройств микропроцессорной релейной защиты. Для определения причин ненормальных режимов работы электрооборудования был выполнен анализ качества электрической энергии, определены показатели качества электроэнергии (ПКЭ) [1]. Измерения электрических параметров в сетях напряжением 0,4кВ проведены с использованием цифрового трехфазного анализатора «Fluke 435».

На рисунках 1-3 приведены результаты измерений ПКЭ.

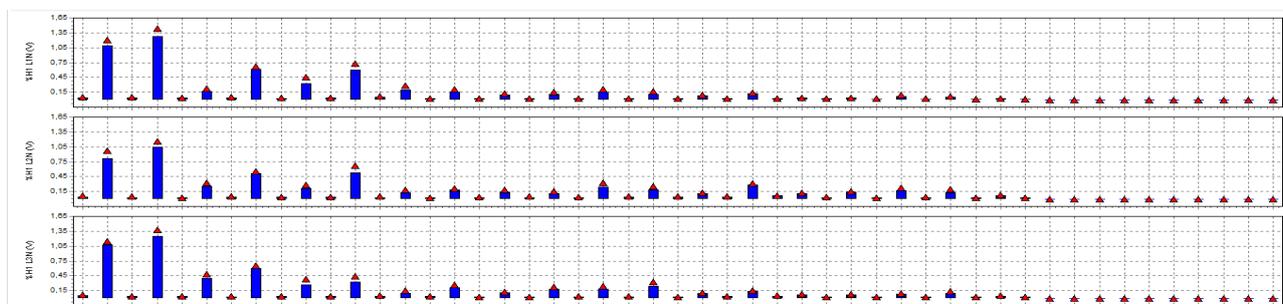


Рисунок 1 – Гистограммы гармонического состава напряжения по фазам «А», «В», «С», соответственно, В.

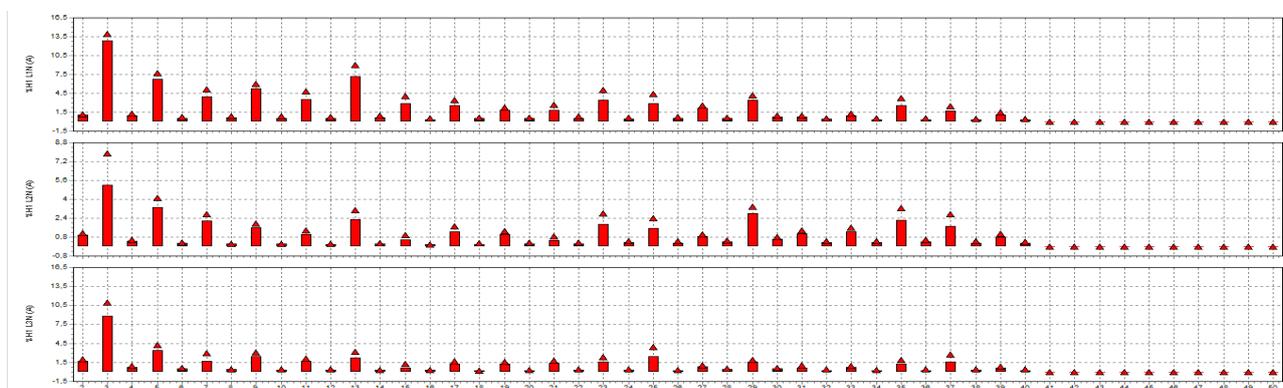


Рисунок 2 – Гистограммы гармонического состава токов по фазам «А», «В», «С», соответственно, А