

На правах рукописи

ТАРАНОВ Михаил Михайлович

**ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ
КОММУНАЛЬНО-БЫТОВОГО СЕКТОРА НА ПОКАЗАТЕЛИ
КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ПОТЕРИ МОЩНОСТИ
В СЕТЯХ 0,38 кВ**

Специальность 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование
в сельском хозяйстве

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

МОСКВА

2010

Работа выполнена в Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина»
(ФГОУ ВПО МГАУ)

Научный руководитель

доктор технических наук, профессор Лещинская Тамара Борисовна

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Воробьев Виктор Андреевич

кандидат технических наук, доцент Азаров Владислав Сергеевич

Ведущая организация – Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный заочный университет»

Защита состоится 31 мая 2010 года в 13.00 на заседании

диссертационного совета Д 220.044.02 при ФГОУ ВПО МГАУ

по адресу: 127550 Москва, ул. Лиственничная аллея, д. 16А, корп. 3, конференц-зал.

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах, заверенные печатью) просим направлять по адресу: 127550, Москва, Тимирязевская, д.58, Ученый Совет МГАУ им. В.П. Горячкина.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ВПО МГАУ.

Автореферат разослан «26» апреля 2010 г. и размещен на сайте www.msay.ru «30» апреля 2010 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета



Загинайлов В.И.

Актуальность темы: В последние десятилетия значительное внимание в электроснабжении сельскохозяйственных районов уделяется вопросам энергосбережения, повышения надежности электроснабжения и качества электроэнергии.

Электропотребление в целом по стране, в период с 1991 по 2001 гг. сократилось на 25%, а суммарные годовые потери возросли с 79 до 103,5 млрд. кВт·ч, что в процентном отношении к отпущенной электроэнергии (ЭЭ) составляет 8,51 и 13,1%, соответственно. Причинами роста потерь ЭЭ, по оценкам специалистов, является эксплуатация устаревшего оборудования и увеличение коммерческих потерь ЭЭ.

Для эффективного анализа, разработки и внедрения технических средств и мероприятий в сфере энергосбережения, необходимо учитывать все составляющие потерь ЭЭ и причины их возникновения.

Основные причины потерь в электрических сетях общего назначения и сельскохозяйственных районов известны и исследованы. В этой области плодотворно трудились такие отечественные ученые, как: М.А. Будзко, Н.М. Зуль, Т.Б. Лещинская, Ю.С. Железко, В.Э. Воротницкий и др.

В последнее время за счет появления и распространения современных многофункциональных средств измерения (СИ) показателей электрических режимов и электронных вычислительных машин (ЭВМ), возможен более глубокий анализ и учет влияния дополнительных факторов, которые ранее было трудно оценить.

К числу дополнительных и малоисследованных факторов относится низкое качество электроэнергии (КЭ) и, в частности, несинусоидальность напряжения и тока.

В электроснабжении сельского хозяйства это связано, в первую очередь, с увеличением количества и повышением установленной мощности бытовых электроприемников (ЭП) с нелинейным характером нагрузки.

Помимо вопросов снижения потерь ЭЭ, в последнее время отечественными специалистами ведется работа, направленная на улучшения КЭ в элек-

трических сетях всех классов напряжения. Основные исследования в этой области были направлены на оценку влияния различных ЭП на показатели качества электроэнергии (ПКЭ) в узлах электрических сетей. В этих работах исследованы режимы и составлены модели различных нагрузок и элементов электрических сетей при снижении КЭ, позволяющие с определенной точностью оценивать ПКЭ на стадии проектирования, а также разрабатывать мероприятия по улучшению КЭ.

Согласно ранее проведенным исследованиям, уровень дополнительных активных потерь в сетях общего назначения от высших гармоник составляет 9% от потерь при синусоидальном напряжении. Большинство специалистов отмечает, что значения дополнительных потерь существенны. Для электрических сетей и потребителей сельских районов такие исследования не проводились.

Кроме увеличения потерь ЭЭ несинусоидальность кривой напряжения и тока отрицательно влияет на эффективность работы электрических сетей и потребителей ЭЭ.

Научная проблема состоит в оценке значений высших гармонических составляющих (ВГС) тока и напряжения в сельских электрических сетях 0,38 кВ, питающих коммунально-бытовых потребителей; в оценке влияния ВГС на потери ЭЭ, пропускную способность электрических сетей; в разработке методики определения дополнительных потерь ЭЭ; в поиске и разработке технических средств снижения отрицательных последствий от токов ВГС.

Объектом исследования являются современные узлы нагрузок в сельских электрических сетях 0,38 кВ.

Предмет исследования: взаимодействие современных узлов нагрузки и электрических сетей 0,38 кВ, устройства, повышающие качество электроэнергии и энергоэффективность.

Цель работы:

– Оценка степени влияния бытовых электропотребителей сельскохозяйственных районов, вызывающих несинусоидальность напряжения и тока,

на показатели качества электрической энергии и дополнительные потери мощности и электроэнергии в электрических сетях 0,38 кВ, обоснование технических средств для снижения уровня несинусоидальности в электрических сетях 0,38 кВ.

Для достижения поставленной цели в диссертации решены следующие задачи:

- Аналитическое и экспериментальное исследование влияния современных бытовых электрических приборов на несинусоидальность кривых напряжения и тока внешней электрической сети.
- Разработка математической модели электрической сети 0,38 кВ, содержащей источники искажения кривых напряжения и тока для расчета дополнительных потерь ЭЭ.
- Оценка дополнительных потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях, вызванных потребителями, имеющими нелинейную вольт-амперную характеристику.
- Обоснование технических средств, снижающих несинусоидальность напряжений и токов.

Методика исследования.

Для решения вышеперечисленных задач использованы: теория электрических сетей, гармонический анализ, метод симметричных составляющих, метод математического моделирования, теория линий с распределенными параметрами, экспериментальные измерения в действующих электрических сетях с использованием современных средств.

Для проведения исследований, реализующих предложенные методы, использованы пакеты программ *MATLAB* и *Simulink Power System*.

Достоверность полученных результатов обусловлена корректностью постановки задачи, выполнения всех теоретических построений, апробацией полученных результатов на многочисленных примерах, тщательностью проведения экспериментов и совпадением теоретических и экспериментальных результатов.

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем:

1. Экспериментально определены амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики электроприборов, используемых в жилых и общественных зданиях.
2. Проведена оценка искажающих свойств ВГС напряжения и тока на вводе жилых и общественных зданий на электромагнитные характеристики внешней электрической сети 0,38 кВ.
3. Разработана математическая модель электрической сети 0,38 кВ, питающей жилые дома и общественные здания, с учетом источников искажения синусоидальности напряжения и тока.
4. Разработана методика расчета дополнительных потерь ЭЭ, вызванных несинусоидальностью токов и напряжений в электрических сетях, питающих жилые дома и общественные здания. Проведена экспериментально-расчетная оценка дополнительных потерь мощности и электроэнергии.
5. Обосновано техническое средство электромагнитной компенсации токов ВГС кратных трем.

Практическая значимость основных результатов диссертационной работы состоит в математической модели, позволяющей определить дополнительные потери мощности и электроэнергии в несинусоидальных режимах работы электрических сетей, а также используется при технико-экономическом обосновании и оценке мероприятий, направленных на улучшение качества электроэнергии и энергосбережение.

Реализация результатов исследований. Разработанная методика расчета дополнительных потерь внедрена в учебный процесс кафедры ТОЭ и ЭСХ энергетического факультета АЧГАА. Используется при проведении расчетов потерь мощности и электроэнергии при изучении курса «Электро-снабжение сельского хозяйства».

Разработанная методика расчета дополнительных потерь от токов ВГС применяется при расчете потерь мощности и электроэнергии в Сальском фи-

лиале ОАО ДонЭнерго «Сальские межрайонные электрические сети СМЭС» и Тихорецких районных распределительных сетях КубаньЭнерго.

Основные положения, выносимые на защиту:

- математическая модель электрической сети 0,38 кВ, позволяющая произвести оценку дополнительных потерь мощности и электроэнергии, вызванных несинусоидальными токами и напряжениями;
- результаты экспериментальных исследований амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик напряжения и тока, а также уровня эмиссии высокочастотных составляющих тока отдельными электроприборами, установленными в жилых домах и общественных зданиях;
- результаты экспериментальных исследований несинусоидальности напряжения и тока на вводе в жилой дом и общественное здание, а также зависимость степени несинусоидальности от потребляемой мощности;
- техническое средство электромагнитной компенсации токов ВГС кратных трем.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на ежегодных научных конференциях ФГОУ ВПО АЧГАА и МГАУ им. В.П. Горячкина на секциях энергетических факультетов (2007–2009 гг.).

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано три научные статьи, две из которых в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка литературы и приложений. Изложена на 172 страницах машинописного текста, содержит 30 таблиц и 99 рисунков.

Список литературы включает 112 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, изложены состояния проблемы, цель и задачи исследования, представлены основные аспекты, отражающие научную новизну и практическую значимость работы.

В первой главе «Аналитический обзор причин возникновения и способов уменьшения высших гармонических составляющих тока и напряжения в современной электрической сети 0,38 кВ» приведен анализ причин искажения синусоидальности напряжения и тока в действующих электрических сетях 0,38 кВ и влияния несинусоидальности на качество функционирования элементов электрических сетей.

Современные электрические сети 0,38 кВ сельскохозяйственных районов имеют большую протяженность – 826 тыс. км и около 500 тыс. трансформаторных пунктов (ТП) 35-6/0,4 кВ, большую часть которых составляют ТП 10/0,4 кВ. Основные потери ЭЭ (80–90%) сосредоточены в распределительных сетях 0,38–10 кВ. Электропотребление на одного человека в быту, по сравнению с 1990 годом, увеличилось на 38,7%, а в сфере услуг – на 41,93%. Современные жилые дома и общественные здания сельскохозяйственных районов имеют значительное количество электроприборов с нелинейными вольтамперными характеристиками. Электроприемники подобного рода потребляют ток, форма которого существенно отличается от синусоидальной. Такие электроприемники являются потребителями электроэнергии для тока промышленной частоты, но одновременно являются и генераторами электроэнергии на более высоких частотах. Несинусоидальные токи создают в элементах сети падение напряжения, что и является причиной искажения синусоидальности кривой напряжения в электрической сети. Несинусоидальная форма напряжения и тока в электрических сетях приводит к множеству негативных последствий: дополнительным потерям в трансформаторах и линиях электропередач, разрушению нулевых рабочих проводников ка-

белых и воздушных линий, сокращению срока службы электрооборудования, ложному срабатыванию предохранителей и автоматических выключателей, вибрации в электромашинных системах, увеличению тепловыделения в элементах импульсных источников питания и т.д.

Во второй главе «Характеристика несинусоидальных токов и напряжений в современных сельских электрических сетях 0,38 кВ» приведены способы представления несинусоидальных токов и напряжений, схемы замещения распространения несинусоидальных токов в электрических сетях 0,38 кВ. Приведены результаты статистических исследований качества электрической энергии в действующих электрических сетях и конструктивных особенностей современных электрических сетей.

При оценке ПКЭ и расчете ЭЭ используется временная форма представления несинусоидальных токов и напряжений, форма амплитудно-частотных спектров и форма графиков зависимости несинусоидальности тока или напряжения от времени $K_I = f(t)$, $K_U = f(t)$. Гармонический состав кривой напряжения нормируется ГОСТ 13109-97, для гармоник со 2-й по 40-ю включительно, по коэффициенту n -ой гармонической составляющей напряжения и коэффициенту искажения синусоидальности формы кривой напряжения.

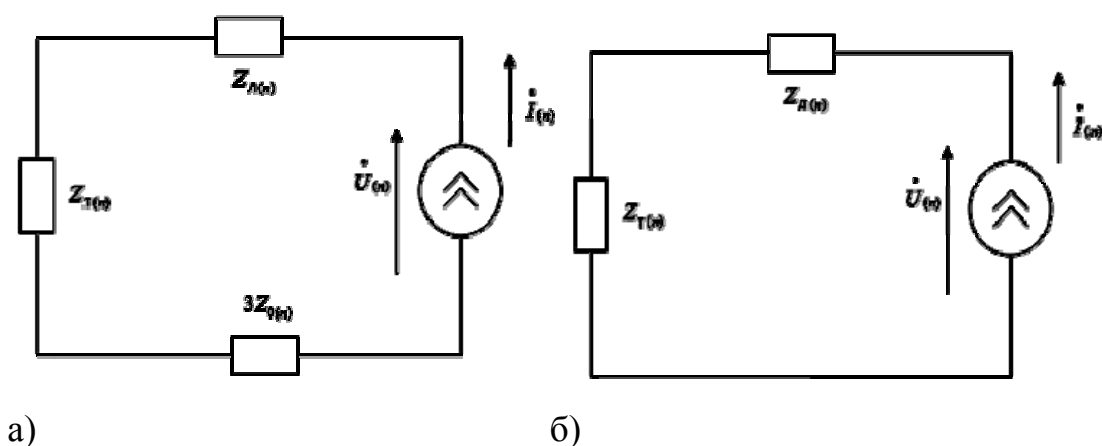


Рисунок 1 – а) Схема замещения сети 0,38 кВ с источником тока для гармоник нулевой последовательности; б) Схема замещения сети 0,38 кВ с источником тока для гармоник прямой и обратной последовательностей

Схемы замещения для высших гармонических составляющих представляются в виде параметров сети и искажающей нагрузки, представляемой в виде источника тока. Расчет режимов работы схемы производится для каждой гармоники отдельно. Схема замещения для гармоник нулевой последовательности (гармоники кратные трем) представлена на рисунке 1а, она составляется с учетом сопротивления нулевой последовательности. Для гармоник прямой и обратной последовательностей (нечетные гармоники не кратные трем) представлены на рисунке 1б.

В диссертации приведены данные экспериментальных исследований электрических сетей 0,38 кВ на предмет выявления статистических закономерностей потребления электроэнергии, мощности трансформаторов, марки и сечения проводов, числа и протяженности отходящих от ТП воздушных линий, числа абонентов.

Результаты исследований сетей 0,38 кВ, 179 трансформаторных подстанций, питающих коммунально-бытовую нагрузку, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование	Максимальное значение	Минимальное значение	Среднее значение
Мощность трансформаторов ТП 10/0,4; кВА	630	25	250
Число отходящих от ТП линий	5	1	2
Сечение и марка проводов	A50	A35	–
Отпускаемая активная мощность с одного ТП, кВт	312,3	0,695	59,9
Протяженность линий, км	9,63	0	1,2
Число абонентов на одну ТП	363	1	84
Среднемесячное потребление одного абонента, кВт·ч/мес.	–	–	150,5
Расчетные технические потери ЭЭ в ВЛ 0,38 кВ·ч, %	16,4	0,14	7,3
Расчетные технические потери ЭЭ на км длины линии, кВт·ч/км	92,5	0,001	2,78

В таблице 2 даны результаты измерений и исследований качества ЭЭ в распределительных сетях 120 подстанций, питающих коммунально-бытовую нагрузку.

Таблица 2

ПКЭ	Превышение в сетях 10 кВ, %	Превышение в сетях 0,38 кВ, %
Δf	0	0
δU	98	91
K_{2U}	7	3
K_{0U}	—	44
K_U	7	2
$K_{U(n)}$	17	34

Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения в действующих электрических сетях 0,38 кВ составляет $K_U = 1,17\text{--}6,92\%$; коэффициенты n -ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(3)} = 0,53\text{--}4,56\%$; $K_{U(5)} = 0,64\text{--}2,64\%$; $K_{U(7)} = 0,5\text{--}1,81\%$; коэффициент искажения синусоидальности кривой тока составляет $K_I = 2,4\text{--}20\%$; коэффициенты n -ой гармонической составляющей тока $K_{I(3)} = 1,8\text{--}10,2\%$; $K_{I(5)} = 2,6\text{--}9,2\%$; $K_{I(7)} = 1,5\text{--}4,5\%$.

В третьей главе «Экспериментальная оценка влияния современного сельского жилого дома и общественного здания на уровень искажения синусоидальности кривых напряжения и тока в сети 0,38 кВ» приведены данные экспериментальных исследований кривых напряжения и тока, отдельных электроприборов, групп подключенных электроприборов, на вводе в жилой дом и общественное здание.

Проведенные экспериментальные исследования более 300 различных электроприборов позволили заключить, что из всего ряда электроприборов бытового назначения можно выделить три основные группы приборов с различными характеристиками потребления (таблица 3). Электропотребление приборов с нелинейными вольтамперными характеристиками в современных жилых домах в среднем составляет 60–70% от общего электропотребления.

Таблица 3

Группа	Характер электропотребления	Состав электроприборов	Значения коэффициентов искажения синусоидальности тока
1-я группа	Линейный	Лампы накаливания, электрочайники, фены, утюги, хлебопечки и т.д.	$K_i = 3,64\%$ $K_i(3) = 3,28\%$ $K_i(5) = 1,06\%$ $K_i(7) = 0,34\%$ $K_i(9) = 0,97\%$
2-я группа	Нелинейный	Стиральные машины, пылесосы, холодильники, вентиляторы и т.д.	$K_i = 11-30\%$ $K_i(3) = 6,5-19\%$ $K_i(5) = 5-18\%$ $K_i(7) = 3-11\%$ $K_i(9) = 2,5-6,5\%$
3-я группа	Нелинейный, ярко выраженный	Микроволновые печи, персональные компьютеры, телевизоры, плееры, сплит-системы и т.д.	$K_i = 28,5-55\%$ $K_i(3) = 29-43\%$ $K_i(5) = 11-32,5\%$ $K_i(7) = 10,5-2\%$ $K_i(9) = 1,5-13\%$

Основная доля эмиссии высокочастотных токов приходится на 3-ю, 5-ю, 7-ю и 9-ю гармоники.

Измерения параметров несинусоидальности на вводе в сельский жилой дом и общественное здание позволили определить гармонический состав кривых тока и напряжения и суточные изменения этих параметров.

Электромагнитная обстановка внутри жилого дома динамично изменяется в течение суток. Из графика (рисунок 2) видно, что степень искажения пропорционально зависит от потребляемой мощности.

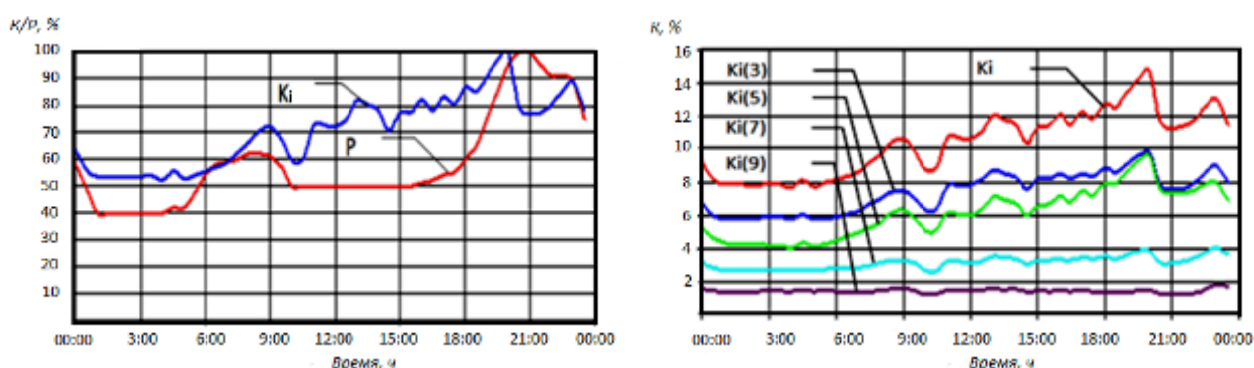


Рисунок 2 – Суточное изменение коэффициентов несинусоидальности кривой тока на вводе в жилой дом

Электромагнитная обстановка внутри общественного здания имеет иной характер (рисунок 3).

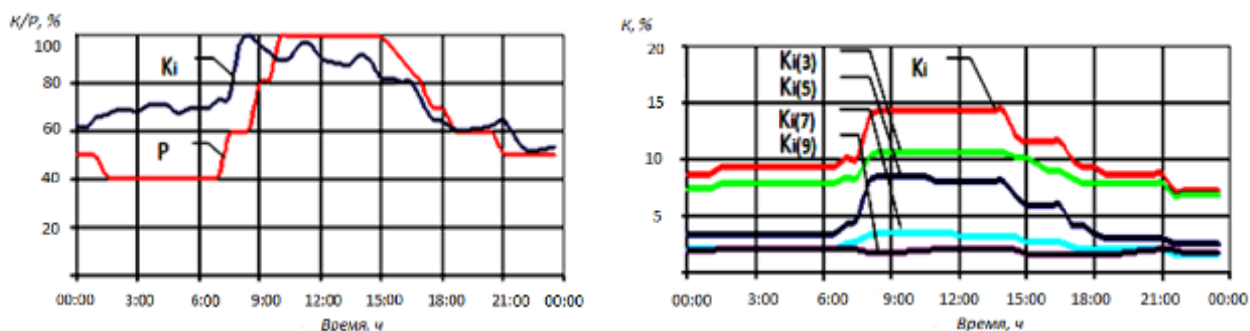


Рисунок 3 – Суточное изменение коэффициентов несинусоидальности кривой тока на вводе в общественное здание

Результаты экспериментальных исследований несинусоидальности тока в характерные периоды электропотребления жилого дома и общественного здания приведены в таблице 4.

Таблица 4

Период электропотребления	K_i , %	$K_i(3)$, %	$K_i(5)$, %	$K_i(7)$, %	$K_i(9)$, %
<i>Жилой дом</i>					
Утренний максимум	10,60	7,45	6,28	3,27	1,58
Дневной минимум	8,73	6,30	5,03	2,65	1,22
Вечерний максимум	14,70	9,79	9,63	3,99	1,74
Ночной минимум	7,66	5,70	3,94	2,61	1,31
<i>Общественное здание</i>					
Утренний максимум	14,19	10,45	8,14	3,34	1,85
Дневной максимум	11,52	9,41	5,95	2,63	1,61
Вечерний минимум	8,33	7,61	3,04	1,83	1,72
Ночной минимум	9,32	7,92	3,53	2,01	1,97

В четвертой главе «Расчет дополнительных потерь мощности и электроэнергии, вызванных искажением синусоидальности напряжения и тока, в современной сети 0,38 кВ» рассматривается разработанная математическая модель электрических сетей 0,38 кВ, питающих жилую и общественную нагрузки, которая позволяет производить расчет дополнительных потерь мощности и электроэнергии от несинусоидальных токов и напряжений, а также приводятся результаты анализа технических средств, снижающих уровень несинусоидальности, рассматривается устройство электромагнитной компенсации высших гармонических составляющих тока кратных трем.

На рисунке 4 приведена разработанная в диссертации математическая модель для проведения анализа и расчета дополнительных потерь ЭЭ в электрической сети, питающей жилые дома. Исходными данными для расчета приняты параметры среднестатистической сети. Марка и мощность трансформатора – ТМ 250; число отходящих линий – 2; длина пролета линии – 40 м; сечение и марка проводов – А 50; протяженность линий – 1,1 км; число абонентов – 84; среднемесячное потребление одного абонента – 150,5 кВт.

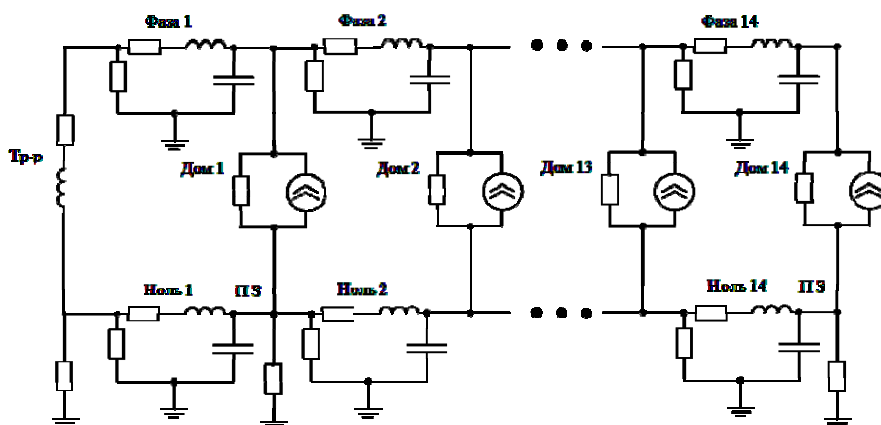


Рисунок 4 – Однофазная схема замещения электрической сети, питающей жилые дома, для оценки ВГС тока кратных трем

В схеме замещения эквивалентная нелинейная нагрузка задается в виде источников тока. Параметры источников тока определены в результате контроля качества электроэнергии в действующих электрических сетях, сбора и обработки информации об электропотреблении жилых домов. При составлении схем замещения особенностью учета параметров пассивных элементов сети является необходимость учитывать поверхностный эффект и эффект близости.

$$R_{l(n)} = r_0 \cdot l \cdot \sqrt{n} ; \quad X_{l(n)} = x_0 \cdot l \cdot n. \quad (1)$$

Расчет значений потерь мощности и электроэнергии с учетом токов ВГС осуществляется по выражениям:

$$P_{n\Sigma} = \sum_{n=1}^n U_n \cdot I_n \cdot \cos \varphi_n ; \quad (2) \quad \Delta P_{n\Sigma} = \sum_{n=1}^n I_n^2 \cdot r_n ; \quad (3)$$

$$W_a = T \cdot \sum_{n=0}^{\infty} U_n \cdot I_n \cdot \cos \varphi_n = T \cdot \sum_{n=0}^{\infty} P_n ; \quad (4) \quad \Delta W_T = \sum_{n=1}^k R_n \cdot \int_0^T I_n^2(t) dt \approx \sum_{n=1}^k R_n \cdot \Delta t \cdot \sum_{j=1}^{T/\Delta t} I_{nj}^2. \quad (5)$$

Суточные потери мощности и ЭЭ в сельскохозяйственных сетях, питающих жилые дома, с учетом ВГС тока приведены в таблице 5.

Таблица 5

Потери электроэнергии	Значение потерь, кВт·ч	Доля от основных потерь, %
Общие потери электроэнергии	5,529	100
Потери электроэнергии на основной частоте	4,390	79,40
Потери электроэнергии от 3-й ВГС тока	0,951	17,20
Потери электроэнергии от 5-й ВГС тока	0,046	0,83
Потери электроэнергии от 7-й ВГС тока	0,012	0,21
Потери электроэнергии от 9-й ВГС тока	0,131	2,36

Суточные потери мощности и электроэнергии в сельскохозяйственных сетях, питающих общественных потребителей, с учетом ВГС тока приведены в таблице 6.

Таблица 6

Потери электроэнергии	Значение потерь, кВт·ч	Доля от полных потерь, %
Общие потери электроэнергии	529,795	100
Потери электроэнергии на основной частоте	282,953	53,41
Потери электроэнергии от 3-й ВГС тока	176,321	33,28
Потери электроэнергии от 5-й ВГС тока	1,168	0,22
Потери электроэнергии от 7-й ВГС тока	0,218	0,04
Потери электроэнергии от 9-й ВГС тока	45,479	8,58
Потери электроэнергии от 15-й ВГС тока	18,970	3,58
Потери электроэнергии от 21-й ВГС тока	4,687	0,88

Для снижения потерь электроэнергии и улучшения ПКЭ от циркуляции в сети высших гармоник предложено устройство для компенсации гармоник кратных трем.

На электрической схеме (рисунок 5) показаны замкнутый магнитопровод 1 с тремя обмотками 2, 3, 4, образованными фазными проводами сети.

Обмотки наматываются на магнитопровод таким образом, чтобы ампер-витки первой фазы 2 в два раза превышали ампер-витки проводников опережающей 3 и отстающей 4 фаз. Магнитодвижущие силы отстающей и опережающей фаз направляются встречно магнитодвижущей силе первой фазы сети. Под действием магнитодвижущей силы опережающей фазы $\underline{F}_{B3}$ и отстающей фазы $\underline{F}_{C3}$ возбужденные магнитные потоки будут находиться в противофазе к магнитному потоку первой фазы. Выбранные направления проводников 2, 3, 4 в окне магнитопровода 1 и данные соотношения витков обеспечивают электромагнитное уравнивание магнитных потоков от третьих гармоник и подавление токов соответствующих частот в фазах сети.

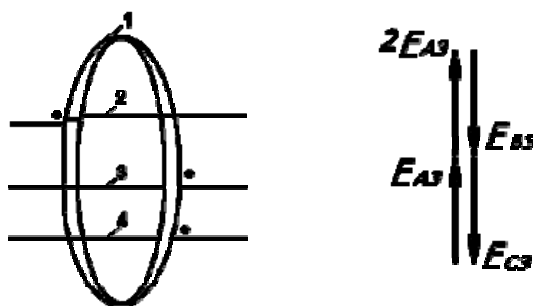


Рисунок 5 – Схема электромагнитного компенсатора высших гармоник тока кратных трем

На основании выполненного исследования было установлено, что в распределительных сетях 0,38 кВ дополнительные технические потери от токов ВГС составляют 1,1% от переданной электроэнергии. Стоимость потерь ЭЭ от токов ВГС для среднестатистической сети 0,38 кВ составляет 1661,70 руб. Внедрение разработанного технического средства электромагнитной компенсации ВГС токов, кратных трем, позволит получить чистый дисконтированный доход в размере 4538,18 руб. Внутренняя ставка доходности внедрения проектной разработки составит 52,1%. Срок окупаемости устройства составит 2 года.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Результаты выполненного исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Качество электрической энергии в действующих электрических сетях 0,38 кВ не соответствует требованиям ГОСТ 13109-97 по показателям искажения синусоидальности кривой напряжения в 7% зафиксированных случаев, а для коэффициента n -ой гармонической составляющей напряжения – в 34% случаев для сетей 0,38 кВ.
2. Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения в действующих электрических сетях 0,38 кВ составляет $K_U = 1,17–6,92\%$. Коэффициенты n -ой гармонической составляющей напряжения: $K_{U(3)} = 0,53–4,56\%$; $K_{U(5)} = 0,64–2,64\%$; $K_{U(7)} = 0,5–1,81\%$. Коэффициент искажения синусоидальности кривой тока составляет $K_I = 2,4–20\%$. Коэффициенты n -ой гармонической составляющей тока: $K_{I(3)} = 1,8–10,2\%$; $K_{I(5)} = 2,6–9,2\%$; $K_{I(7)} = 1,5–4,5\%$.
3. Создана математическая модель электрической сети 0,38 кВ, питающей жилые дома и общественные здания, позволяющая рассчитать дополнительные потери мощности и электроэнергии, вызванные протеканием токов ВГС по элементам сети.
4. Согласно результатам расчета по разработанной математической модели, дополнительные технические потери электроэнергии в электрической сети от токов ВГС могут достигать:
 - в электрических сетях, питающих жилые дома, – 20,6% от общих потерь электроэнергии;
 - в электрических сетях, питающих общественные здания, – 46,58% от общих потерь электроэнергии.
5. Обосновано техническое средство электромагнитной компенсации ВГС тока кратных трем. Техническое средство может быть эффективно применимо в действующих электрических сетях 0,38 кВ,

имеющих потребителей с нелинейными вольтамперными характеристиками.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

- 1 Таранов, М.М. Оценка влияния сельских коммунально-бытовых потребителей на искажение синусоидальности кривых напряжения и тока и появление дополнительных потерь в сети электроснабжения [Текст] / М.М. Таранов // Вестник МГАУ им. Горячкина. – 2008. – № 4. – С. 24–29**
- 2 Лещинская Т.Б., Таранов М.М. Исследование токов эмиссии бытовых электроприемников [Текст] / Т.Б. Лещинская, М.М. Таранов // Вестник МГАУ им. Горячкина. – 2009. – № 2. – С. 54–61 (0,74 п.л./0,74 п.л.)**
- 3 Таранов, М.М. Экспериментальное определение коэффициентов искажения синусоидальности тока и напряжения в сельском жилом доме [Текст] / М.М. Таранов // Вестник аграрной науки Дона. – 2009. – № 3. – С. 36–41**