

– производится преобразование соединений типа «звезда-треугольник»;
– производится проверка полученной схемы на соответствие простейшему виду (количество эквивалентных сопротивлений равно количеству источников питания). Если схема соответствует простейшему виду, то производится расчет токов источников питания, если нет, то производится возврат к подпрограмме преобразования последовательных и параллельных соединений.

После определения токов источников питания, производится расчет токораспределения по элементам схемы. Расчет базируется на нескольких основных принципах, которые описывают расчет основных видов схем при заданном количестве известных параметров.

Область применения программы, построенной на базе описанного алгоритма:

– при планировании мероприятий по экономии электроэнергии;
– для проверки расчетов, проведенных вручную, т. е. как вспомогательное средство расчета;
– при прогнозировании степени загрузки различных элементов системы электропитания с учетом изменения конфигурации электрической сети или нагрузок;
– для использования в учебном процессе.

Достоинства разработанного алгоритма и программы:

– открытый программный код – возможность бесплатного использования программы и внесения изменений в алгоритм;
– простота использования;
– возможность построения на базе рассмотренного алгоритма программ для различных расчетов, например, расчета эксплуатационных параметров систем электропитания, программ для выявления «узких», с точки зрения потерь электроэнергии, элементов в схеме СЭС, программы для вычислений потерь в элементах СЭС при известном графике нагрузки и т. д.

Литература

1. Радкевич, В.Н., Трушников, А.Л. Определение рациональной нагрузки силовых трансформаторов по условию минимальных потерь мощности // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2006. – № 1. – С. 21–26.
2. Корнелл, Г. Программирование в среде Visual Basic 5 / Перев. с англ. Ю.В. Клемец; Худ. обл. М.В. Драко. – Мн.: ООО «Попурри», 1998. – 608 с.
3. Фурсанов, М.И. Методология и практика расчетов потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем. – Мн.: Тэхналогія, 2000. – 247 с.

УДК 621.314

ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА РАБОТУ ГАЗОРАЗРЯДНЫХ ЛАМП

Тихоненко А.А., Милахович И.Р.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент КОЗЛОВСКАЯ В.Б.

При работе разрядных ламп на переменном токе во многих случаях каждые полпериода при перезажигании наблюдается пик напряжения на лампе U_3 , называемый пиком перезажигания.

Появление пиков перезажигания связано с остыванием электродов и деионизацией плазмы после погасания разряда. Это ведет к тому, что для зажигания разряда в обратном направлении необходимо затратить дополнительную энергию на восстановление плазмы в столбе, на образование плазмы в приэлектродных частях разряда, а ино-

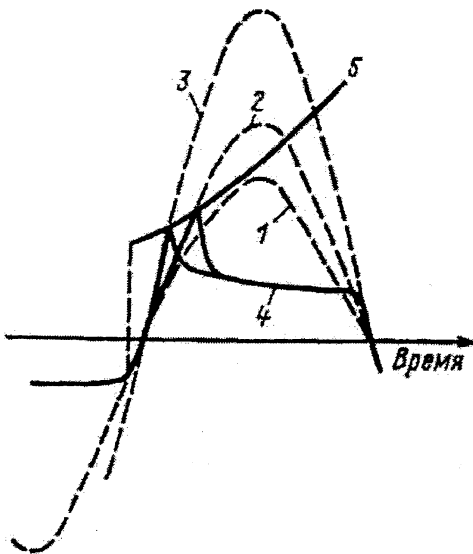


Рисунок 1. Рост напряжения перезажигания при увеличении паузы за счет уменьшения напряжения питания: 1, 2, 3 – мгновенные значения напряжения питания $U_{c1, 2, 3}$; 4 – мгновенные значения $U_{л}$; 5 – изменение U_3 – перезажигания

- 5) уменьшаются потери в пускорегулирующей аппаратуре (ПРА);
- б) уменьшаются или практически исчезают пульсации светового потока и связанные с ними стробоскопический эффект и зрительное утомление;
- 7) повышается коэффициент мощности $\cos \phi$ лампы.

Основное различие в условиях работы ламп при переходе на повышенную частоту заключается в том, что чем выше частота питающего напряжения, тем меньше успевают остыть электроды и деионизоваться плазма разряда к моменту перезажигания лампы.

Концентрация электронов практически не успевает изменяться в течение полпериода. Это проявляется в том, что с повышением частоты питающего напряжения синусоидальной формы уменьшаются, а затем исчезают пики перезажигания, а кривые напряжения и тока на лампе для всех типов балластов постепенно сближаются по форме.

Из рисунка 2 отчетливо видно, что уже на частоте 50 Гц ВАХ люминесцентной лампы заметно отличаются от статических, а с повышением частоты для всех типов балластов они превращаются в почти линейные так, что уже при 1000 Гц лампа ведет себя как резистор.

Зависимость световой отдачи от частоты. С ростом частоты наблюдается неравномерный рост световой отдачи η (Лм/Вт), продолжающийся примерно до 20000 Гц. При дальнейшем повышении частоты световая отдача растет очень незначительно (рисунок 3). На промыш-

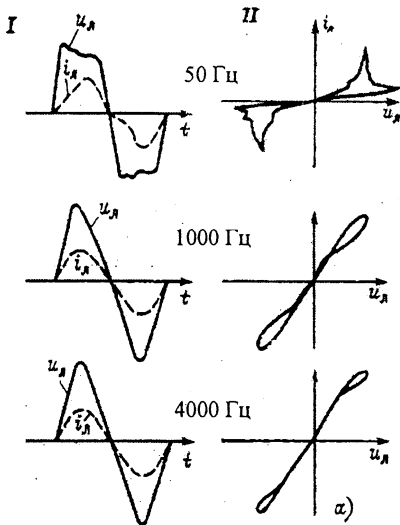


Рисунок 2. Осциллограммы тока и напряжения (I) и динамические ВАХ (II) люминесцентной лампы мощностью 40 Вт при трех частотах для индуктивного типа балласта

ленной частоте световая отдача ламп зависит от типа балласта. С повышением частоты эта зависимость исчезает, и, начиная с частот порядка 400 Гц, тип балласта практически не оказывает влияния на ход световой отдачи с частотой.

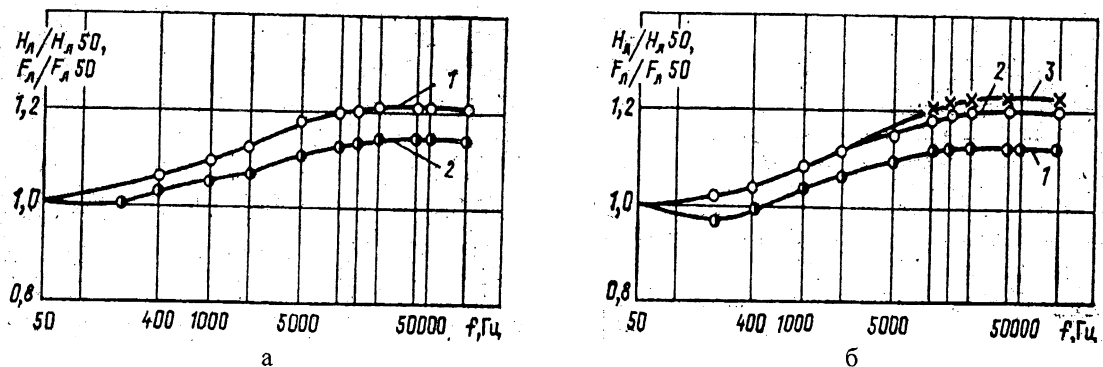


Рисунок 3. Световая отдача ЛЛ в зависимости от частоты тока:
а – для ЛЛ при $P_L = P_{н.л.}$: 1 – ЛБ-20; 2 – ЛБ-40; б – для ЛЛ при $P_L = P_{н.л.}$:
1 – ЛБ-30; 2, 3 – ЛБ-15; для ЛЛ при $F_L = F_{н.л.}$: 1 – ЛБ-30; 2 – ЛБ-15

Увеличение световой отдачи ламп с ростом частоты вызвано, главным образом, уменьшением величины анодно-катодного падения потенциала и анодно-катодных потерь мощности. Поэтому у коротких ламп наблюдается более сильный рост световой отдачи с частотой.

Пульсации светового потока. С ростом частоты коэффициент пульсаций светового потока монотонно падает (50 Гц – 60 %; 1000 Гц – 25 %; 5000 Гц – 10 %). Падение происходит за счет инерционности свечения люминофора и появления постоянной составляющей в излучении разряда, начиная с 400 Гц, как для видимого, так и для резонансного излучения. При частотах около 1000 Гц и выше глубина пульсаций так мала, что стробоскопический эффект отсутствует.

Влияние частоты на срок службы. Согласно данным исследования продолжительность горения ламп ЛХБ40 на частоте 1 кГц примерно на 15 % больше, чем на промышленной частоте в том же режиме. При дальнейшем увеличении частоты продолжительность горения падает сначала быстро,

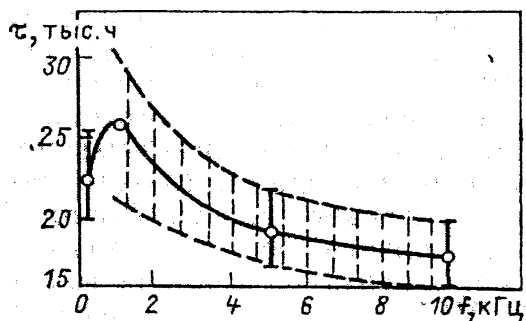


Рисунок 4. Зависимость срока службы ламп ЛХБ40-4 от частоты (пунктиром показан разброс измерений)

а затем замедляется (рисунок 4) так, что при 10 кГц она составляет около 70 % продолжительности при 1 кГц. Такой характер поведения продолжительности горения с частотой связан с режимом работы электродов.

Балласты при работе на повышенной частоте. С ростом частоты необходимая величина индуктивности L или емкости C уменьшается обратно пропорционально частоте. Вместе с уменьшением L или C уменьшаются размеры и масса ПРА. При переходе от

промышленной частоты на частоту, например, 3000 Гц масса дросселя уменьшается более чем в 30–35 раз. Отсюда ясно, какую экономию активных материалов дает переход на повышенную частоту.

Зажигание ламп на повышенной частоте. При частотах свыше 800–1000 Гц индуктивность контура становится настолько малой, что в стартерных схемах пик зажи-

гания не может обеспечить надежное зажигание ламп. Поэтому для работы на частотах 800 Гц и больше целесообразно применение бесстартерных схем включения.

Литература

1. Рохлин, Г.П. Разрядные источники света. – М.: Энергоатомиздат, 1991.

УДК 621.311

АСМ И FACTS В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Кривенко И.И., Шумра А.П.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор ПОСПЕЛОВА Т.Г.

Надежность и эффективность электроэнергетической системы (ЭЭС) зависят от одноименных свойств ее элементов, прежде всего, электростанций и систем электропередачи. Кроме того, имеет место синергетический эффект взаимовлияния параметров и режимов отдельных элементов ЭЭС. Уровни надежности и эффективности обеспечиваются как техническими средствами и устройствами, так и организацией производства. На современном этапе развития электроэнергетики совпали прогресс и значительные достижения в развитии силовой преобразовательной электроники с ориентацией на переход к открытому рынку в торговле электроэнергией. Это способствует поиску новых путей повышения надежности и эффективности ЭЭС.

Авторами рассмотрены возможности применения асинхронизированных синхронных машин (АСМ) и гибких (управляемых) систем электропередач (FACTS – Flexible Alternative Current Transmission Systems) как одного из актуальных и перспективных путей обеспечения надежности и эффективности ЭЭС в современных условиях. Технологии FACTS в широком понимании охватывают все сегменты электроэнергетических инфраструктур: генерацию, транспорт, потребление электроэнергии. Влияют на системную автоматику. Способствуют предотвращению системных аварий и уменьшению объемов аварийных отключений. В целом позволяют оптимизировать систему электроснабжения.

Следует подчеркнуть, что основные идеи управляемых электропередач и АСМ были предложены и разработаны советскими исследователями. Сегодня эти идеи активно реализуются за рубежом на базе современной преобразовательной техники. В таблице 1 представлен ряд технологий FACTS и указано их назначение в ЭЭС.

На электростанциях в качестве устройств FACTS используются асинхронизированные машины (АСМ): турбо, гидрогенераторы, генераторы-двигатели и компенсаторы реактивной мощности. АСМ обеспечивают векторное регулирование напряжения на зажимах генератора (изменение величины и фазы вектора напряжения). Обладают лучшей эксплуатационной надежностью, живучестью при более высоких показателях по устойчивости, управляемости, глубоком потреблении реактивной мощности.

Особенность АСТГ – размещение в пазах ротора двух взаимно перпендикулярных обмоток возбуждения. Ввиду массивной бочки ротора АСТГ в нормальных режимах работают с синхронной частотой и могут переходить в асинхронные режимы при аварийных возмущениях или неполадках в системе возбуждения. Способны длительно работать синхронно с несколько пониженной активной мощностью при возбуждении только по одной из осей ротора или в асинхронном режиме без возбуждения с замкнутыми накоротко обмотками возбуждения. Стоимость АСТГ в сравнении с традиционными СТГ на 15–25 % выше. Целесообразна их совместная установка для улучшения показателей станции в целом, улучшения устойчивости параллельной работы и режи-