

После этого можно определять среднее значение напряжения, коэффициенты сглаживания и пульсаций.

Авторами разработан алгоритм расчета среднего значения напряжения выпрямителя с емкостным фильтром, работающего на активную нагрузку, с учетом конечных значений емкости конденсатора фильтра и сопротивления фазы выпрямителя (активного и индуктивного). Разработана программа расчета на ЭВМ среднего значения выпрямленного сглаженного напряжения. Результаты расчета по программе сравнивались с результатами, полученными по существующим методикам и опытным путем.

Литература:

1. Теоретические основы электротехники, ч. 2 и 3: Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле / Г.И. Атабеков [и др.]; под ред. Г.И. Атабекова – СПб.: Лань, 2009. – 432 с.

УДК 621.3

Особенности влияния нелинейной однофазной нагрузки на питающую сеть

Гавриленко С.Д.

Белорусский национальный технический университет

Тенденции роста доли нелинейной однофазной нагрузки на питающую сеть обусловлены многими факторами: уплотнение городов компьютеризованными организациями, бизнес-центрами, комплексными офисными зданиями. Обостряется проблема влияния компьютеров и офисной техники, как нелинейной электрической нагрузки, на трехфазную сеть. Это объясняется тем, что потребляемый компьютером ток имеет ярко выраженный импульсный характер. При приближении кривой питающего напряжения к максимальному значению электронные вентили диодного моста импульсного источника питания скачкообразно изменяют свое сопротивление от бесконечности до нескольких Ом. При неблагоприятном соотношении долей линейных и нелинейных потребителей электроэнергии возникают допустимые негативные явления в электросети: токи в нулевых рабочих проводниках из-за гармоник, кратных трем, могут превышать токи в фазных проводах в полтора и более раза; вершина синусоидального питающего напряжения срезается, становится «плоской». Следствием этого может стать перегрев нейтрали; генерация электромагнитных помех; увеличение тепловыделения в элементах системы электроснабжения. Для предотвращения негативных последствий, вызванных этим, необходимо стимулировать оснащение офисов и офисных зданий оборудованием, на котором в настоящее время потребитель электроэнергии экономит средства. В-первых, использование импульсных блоков питания (ИБП) с трехфазным

входом и однофазным выходом. Такие ИБП могут иметь на входе шестипульсный выпрямитель (схема Ларионова), который выпрямляет не фазное, а линейное напряжение. При этом нейтральный провод разгружен, гармоники, кратные трем, в нём отсутствуют, нагрузка равномерно распределяется по фазам. Применение в ИБП двенадцатипульсного выпрямителя позволяет дополнительно устранять пятую гармонику. Второй путь предусматривает применение трансформаторов серии ТСТ (трансформаторы симметрирующие трехфазные). При применении ТСТ однофазная нагрузка воспринимается сетью как трехфазная, что также устраняет вышеперечисленные негативные последствия. Совместное использование трехфазных ИБП и ТСТ позволит усилить защиту трехфазной сети от нелинейной однофазной нагрузки современных потребителей.

УДК 621.3

Высшие гармоники в питающей сети и способы защиты от них

Гавриленко С.Д., Циркунова М.И.

Белорусский национальный технический университет

Для обеспечения электроэнергией мощных потребителей широко используются управляемые выпрямители. Однофазные выпрямители потребляют из питающей сети ток, содержащий кроме полезной первой, другие нечетные гармоники: 3, 5, 7, 9 и т.д. Доли этих гармоник зависят от угла управления α , и эта зависимость была исследована с помощью программы MathCad для однофазного двухполупериодного выпрямителя.

При угле управления $\alpha = 90^\circ$ доли нечётных гармоник соответствовали известному соотношению, однако появился ряд косинусных нечётных гармоник с аналогичным распределением их долей. Суммируясь между собой, синусные и косинусные составляющие образуют негармоническое колебание, амплитуда которого по отношению к первой полезной гармонике возрастает на всех нечётных частотах примерно в 1,41 раза.

При угле управления $\alpha = 135^\circ$ также образуются ряды синусных и косинусных гармоник, доля которых возрастает очень сильно. При этом известные соотношения нарушаются, и доли гармоник распределяются неравномерно. Синусные составляющие: 3-я – 208%; 5-я – 125%; 7-я – 15,5%; 9-я – 12%; 11-я – 57%; 13-я – 59%; 15-я – 7%; 17-я – 6,3%; 19-я – 32,7%; 21-я – 30% и т.д. Видно, что очень сильно возросли 3-я и 5-я гармоники, однако весьма существенными стали и дальние гармоники – 11-я; 13-я; 19-я; 21-я. У косинусных составляющих распределение немного другое. Амплитуда суммарного негармонического колебания синусной и косинусной составляющих по отношению к первой гармонике составляет: 3-я –