

# ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА СИСТЕМУ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А. С. Шмигирев

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

Научные руководители: Ю. А. Рудченко, А. А. Алферов

В последнее время из-за роста установленной мощности нелинейных нагрузок значительно увеличился уровень электромагнитных помех (ЭМП) в системах электроснабжения (СЭС) промышленных предприятий. К нелинейным нагрузкам относятся в первую очередь различного рода вентильные преобразователи, установки контактной и дуговой электросварки, электротермическое оборудование: электродуговые сталеплавильные печи, руднотермические печи, печи сопротивления периодического действия (печи отжига). ЭМП неблагоприятно сказываются на работе силовых электроустановок, систем релейной защиты, автоматики, телемеханики и связи и в ряде случаев приводят к ухудшению энергетических показателей, снижению надежности функционирования электрических сетей и сокращению срока службы электрооборудования. Поэтому проблема повышения качества электроэнергии (КЭ) является актуальной и практически значимой [1].

Вопросы КЭ рассматриваются в контексте проблемы электромагнитной совместимости (ЭМС). ЭМС определяется как способность электротехнического устройства удовлетворительно функционировать в его электромагнитном окружении, не влияя на это окружение, к которому принадлежат также другие устройства. Это определение применительно к СЭС предприятий оказывается неполным, ибо в круг вопросов ЭМС не включены СЭС с их особенностями усиления помех, их деформации и даже генерирования. Таким образом, проблема КЭ оказывается более широкой, чем проблема ЭМС.

Режим работы каждой электротермической установки характеризуется определенным набором параметров режима (ток, температура, угол управления и т. д.), значения которых зависят не только от вида, назначения, конструкции установки и особенностей технологического процесса, но и от параметров поступающей в электротермическую установку электрической энергии. Эффективность работы всех электротермических установок во многом определяется наличием в питающей сети ЭМП, при этом они могут

оказывать влияние как непосредственно на физику протекающих процессов, так и на отдельные элементы электрооборудования электротермических установок. В целом это приводит к изменению технико-экономических показателей этих установок. Наибольшее влияние на эффективность работы электротермических установок оказывают отклонения напряжения как вверх, так и вниз от номинального значения, которые приводят к изменению производительности, расходов и потерь электроэнергии.

Все виды ЭМП оказывают существенное воздействие на системы управления электротермических установок. При отклонениях напряжения в пределах  $\pm 10\%$  от  $U_{\text{ном}}$  брака продукции или изменения ее качества нарушения технологических процессов для большинства электротермических установок не наблюдается [2].

Одним из основных способов обеспечения ЭМС помехочувствительных электроприемников является разделение нагрузок, являющихся источниками ЭМП (ДСП, печи отжига, сварочные установки и др.), и других нагрузок до уровня, при котором обеспечивается их ЭМС. Наиболее распространёнными техническими средствами, используемыми для разделения нагрузок, являются сдвоенные реакторы, а также трансформаторы с расщеплёнными обмотками и трехобмоточные трансформаторы.

Распространённым техническим средством, применяемым для снижения колебаний напряжения, являются быстродействующие статические компенсаторы (СТК). Степень компенсации колебаний напряжения зависит от времени запаздывания системы управления, которое должно быть по возможности минимальным [3].

В данной работе проводилась оценка показателей качества электроэнергии на шинах 0,4 кВ главного привода двигателя второй печи цементного завода ОАО «Красносельский завод стройматериалов».

В настоящее время, с учетом допущений, разрешаемых ГОСТ 13109–97, задачи приборного контроля качества электрической энергии (проверка соответствия фактических значений параметров электроэнергии на границах раздела балансовой принадлежности сетей установленным нормам, выявление виновника ухудшения качества электроэнергии) могут решаться с помощью выпускаемого в Республике Беларусь прибора УК1.

В ходе эксперимента определялась: установившееся отклонение напряжения  $\delta U_y$  на шинах 0,4 кВ электродвигателя второй печи; коэффициенты искажения синусоидальности кривой напряжения  $K_U$  по фазам; коэффициент несимметрии напряжений по нулевой и обратной последовательности; кратковременная и длительная доза фликера; коэффициент временного перенапряжения по фазам; коэффициенты  $n$ -х гармонических составляющих напряжения.

Коэффициенты  $n$ -х гармонических составляющих напряжения  $K_{U(n)}$  за время измерения на шинах 0,4 кВ электродвигателя второй печи не соответствовали требованиям ГОСТ 13109–97: коэффициенты 2, 3, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 30, 32, 33, 34, 36, 38, 39 и 40 гармонических составляющих напряжения фазы  $A$ , коэффициенты 2, 3, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 30, 32, 33, 34, 36, 38, 39 и 40 гармонических составляющих напряжения фазы  $B$ , коэффициенты 2, 3, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 30, 32, 33, 34, 36, 38, 39 и 40 гармонических составляющих напряжения фазы  $C$ . Кратковременно выходил за пределы нормально допустимых значений коэффициент четвертой гармонической составляющей напряжения по всем трем фазам. Гистограммы коэффициентов  $n$ -х гармонических составляющих напряжения  $K_{U(n)}$ , вышедших за пределы допустимых значений в фазах  $A$ ,  $B$  и  $C$ , представлены на рис. 1–3.



Рис. 1. Гистограмма коэффициентов  $n$ -гармонических составляющих напряжения фазы A на шинах 0,4 кВ электродвигателя второй печи (ДЗ – действующее значение; НДЗ – нормально-допустимое значение; ПДЗ – предельно-допустимое значение)

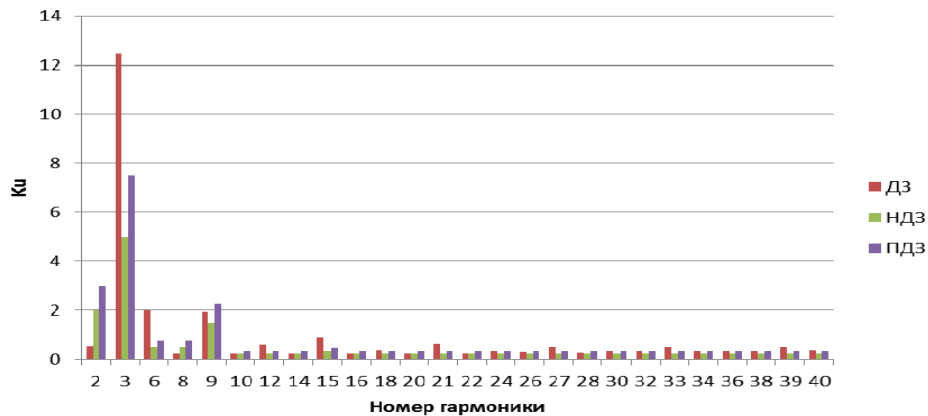


Рис. 2. Гистограмма коэффициентов  $n$ -гармонических составляющих напряжения фазы B на шинах 0,4 кВ электродвигателя второй печи

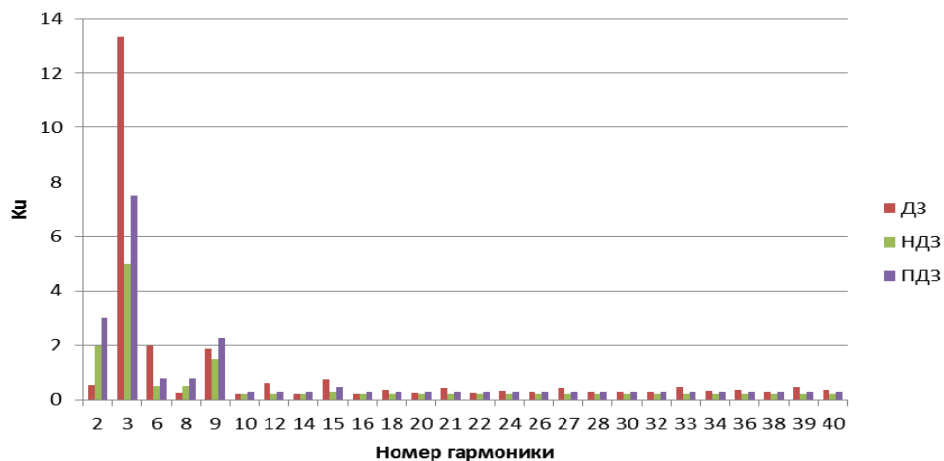


Рис. 3. Гистограмма коэффициентов  $n$ -гармонических составляющих напряжения фазы C на шинах 0,4 кВ электродвигателя второй печи

Из анализа полученных экспериментальных данных для главного привода двигателя второй печи цементного завода можно сделать вывод, что практически все показатели качества электрической энергии выходили за пределы нормально или предельно допустимых значений, за исключением коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности  $K_{2U}$ , который находился в пределах нормально допустимых значений. Следовательно, для обеспечения электромагнитной совместимости данному предприятию необходимо принять меры по снижению уровня высших гармоник со 2-й по 9-ю включительно посредством установки компенсирующих устройств, а также привести остальные показатели качества электроэнергии в соответствие со значениями, нормируемыми ГОСТ 13109–97 с целью снижения потерь электроэнергии и времени нагрева печей отжига и садки.

#### Л и т е р а т у р а

1. Жежеленко, И. В. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях / И. В. Жежеленко, Ю. Л. Саенко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 2005. – 261 с
2. Шваб, А. И. Электромагнитная совместимость : пер. с нем. / А. И. Шваб. – М. : Энергоатомиздат, 1995. – 480 с.
3. Шидловский, А. К. Высшие гармоники в низковольтных электрических сетях / А. К. Шидловский, А. Ф. Жаркин. – К. : Навукова Думка, 2005. – 209 с.