

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ 10(6) кВ С УЧЁТОМ ФАКТОРА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА

О.М. Малышева

Электромагнитное поле (ЭМП) является одним из негативных эксплуатационных факторов, действующих на персонал, обслуживающий электроустановки [1]. Длительное воздействие ЭМП на человека вызывает старение его организма, снижение его жизненного ресурса.

Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.2.4.1191-03 предписывается оценку ЭМП промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях осуществлять отдельно по напряжённости электрического поля (E) в кВ/м, напряжённости магнитного поля (H) в А/м или индукции магнитного поля (B) в мкТл [2].

При анализе электромагнитной обстановки вблизи электроустановок исключительное внимание уделяется электрическому и магнитному полю промышленной частоты, так как интенсивность поля на этой частоте максимальна. Такая картина справедлива, только если в электроустановке протекает строго синусоидальный ток частотой 50 Гц. В реальных условиях ток, протекающий в электроустановке, имеет ряд гармонических составляющих [3]. Поэтому, помимо измерения электромагнитного поля 50 Гц, необходимо также измерять спектральный состав ЭМП.

Нами были проведены измерения магнитной индукции и напряжённости электрического поля частотой 50 Гц, а также спектрального состава дан-

ных величин на 11 подстанциях города Кургана напряжением 110/10(6) кВ. Измерения осуществлялись прибором EFA-300 Narda, который является идеальным портативным анализатором для измерения магнитных и электрических полей на рабочих местах и в местах общественного пользования [4]. Измерения проводились в распределительных устройствах 10(6) кВ (ЗРУ, КРУН) типа К-37, К-12, К-27, К-47, К-59. Всего за время работы было сделано более 2000 замеров.

Спектральный состав электрической составляющей ЭМП представлен на рис. 1. Измеренные значения напряжённости электрического поля на территории распределительных устройств 10(6) кВ не превышают предельно допустимых уровней (ПДУ) [2] ($E < 5$ кВ/м), поэтому основное внимание было уделено измерению магнитной составляющей ЭМП.

Все рассмотренные распределительные устройства (РУ) следует по конструкции разделить на два типа: РУ, в которых ячейки с электрооборудованием расположены вплотную к стене сооружения, и РУ, где между задней частью ячейки и стеной сооружения имеется проход шириной 1–1,7 м, под которым обычно располагается кабельный канал.

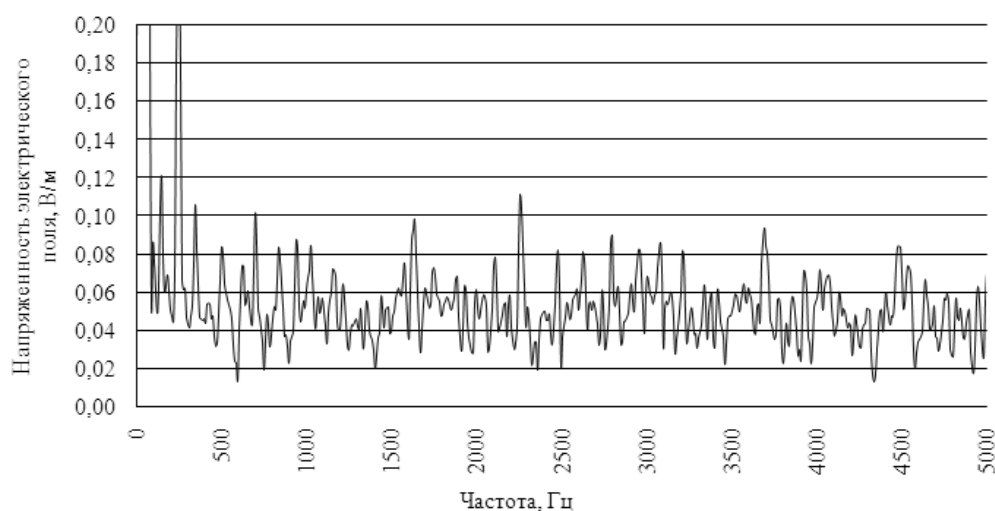


Рис. 1. Спектральный состав электрического поля позади ячейки ввода 6 кВ посередине канала на высоте 1,5 м от уровня пола (при частоте 50 Гц $E=13,3$ В/м)

Как показали результаты измерений, в РУ первого типа значения магнитной индукции не превышают допустимых норм ($B_{\text{доп}}=100$ мкТл; $H_{\text{доп}}=80$ А/м при общем воздействии магнитного поля в течение 8-часового рабочего дня [2]). Так, при токе ввода трансформатора $I=400$ А (наибольшая величина рабочего тока на рассмотренных РУ данного типа) $B=27$ мкТл, и магнитная индукция не превышает допустимых значений при пересчёте на максимальный ток: при $I_{\text{max}}=916$ А $B_{\text{max}}=61,8$ мкТл. Следовательно, для подобных РУ достаточно измерить магнитную индукцию у ячеек ввода трансформатора, около шинного моста и ячеек наиболее за-

груженных отходящих линий, чтобы убедиться, что уровень магнитного поля находится в допустимых пределах. Однако необходимо учитывать совместное воздействие магнитного поля промышленной частоты и магнитного поля достаточно широкого спектрального состава (рис. 2).

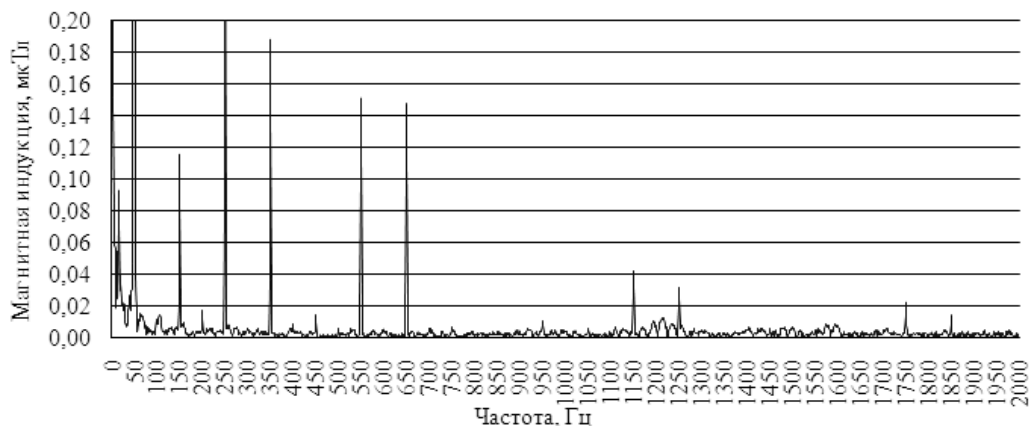


Рис. 2. Спектральный состав магнитного поля вблизи шинного моста ($I=400$ А,) на высоте 1,8 м (при частоте 50 Гц $B=27$ мкТл, при частоте 250 Гц $B=0,4$ мкТл)

Наибольший интерес представляют распределительные устройства второго типа, так как токоведущие части электроустановок находятся в задней части ячейки. Измерения в таких РУ проводились в проходах между ячейками и стеной сооружения в следующих точках: непосредственно у ячейки на высоте 0,5; 1,5 и 1,8 м относительно уровня пола (так как при выполнении оперативных работ обслуживающий персонал может находиться в непосредственной близости от ячейки, что не учтено в нормах [2]) и на расстоянии 0,5 м от ячейки на тех же высотах (согласно нормативным документам [2]). В таблице представлены некоторые результаты измерений индукции и напряжённости магнитного поля, превышающие ПДУ.

Результаты измерений

№	Место измерения	h , м	I , А	I_{\max} , А	Вблизи ячейки		На расстоянии 0,5 м	
					B_{\max}	H_{\max}	B_{\max}	H_{\max}
1	Ячейка ввода трансформатора	1,8	320	1500	287	228	159	127
		1,5			239	190	94,3	75
		0,5			170	135	35,2	28
2	Ячейка отходящей КЛ	1,8	120	400	180	144	93,2	74,2
		1,5			147	117	76,6	60,9
		0,5			118	94	39,3	31,3
3	Ячейка отходящей КЛ	1,8	400	1000	250	199	78,8	62,6
		1,5			180	143	70,0	55,7
		0,5			538	428	42,5	33,8

В основном несоответствие реальных значений напряжённости (индукции) магнитного поля нормам наблюдается в точках, расположенных вблизи ячеек вводов трансформаторов и особо загруженных отходящих линий. Максимальная магнитная индукция наблюдалась у ячейки ввода трансформатора с $I_{\max}=1400$ А и была равна $B_{\max}=852$ мкТл ($H_{\max}=678$ А/м).

Также в ходе испытаний было отмечено увеличение магнитной индукции на уровне стеклянных окошек, находящихся на задней панели ячеек и предназначенных для наблюдения за состоянием токоведущих частей. Достаточно высокие значения магнитной индукции и напряжённости магнитного поля даже на расстоянии от ячейки (до 219 мкТл, 175 А/м) наблюдались в распределительном устройстве 6 кВ, где секции шин по конструкции не помещаются в металлические кожухи. В нормативных документах не учитываются данные конструктивные особенности распределительных устройств.

Таким образом, при оценке уровня электромагнитных полей в распределительных устройствах 10(6) кВ особое внимание нужно уделять магнитной составляющей ЭМП. При этом необходимо:

- 1) рассматривать совместное воздействие магнитного поля промышленной частоты и высокочастотных гармоник;
- 2) учитывать конструкцию подстанций, типы ячеек КРУ (расположение токоведущих частей в ячейке), виды работ обслуживающего персонала, выполняемых в распределительном устройстве;
- 3) особое внимание уделять вводным ячейкам, ячейкам наиболее загруженных отходящих линий и ячейкам, не помещённым в металлические кожухи;
- 4) проводить обязательные замеры вблизи окошек при их наличии.

Проведённые исследования на 11 подстанциях с числом замеров более 2000 показали наличие зон, опасных с точки зрения воздействия магнитной составляющей ЭМП (при сопоставлении с нормативными документами [2]), что необходимо учитывать при проектировании КРУ на подстанциях и проведении эксплуатационных работ.

Библиографический список

1. Коржов, А.В. Теоретическое и экспериментальное исследование уровней электромагнитных полей вблизи силовых кабельных линий напряжением 6–10 кВ / А.В. Коржов, А.И. Сидоров // Технологии ЭМС. – 2009. – № 1. – С. 46–53.
2. Электромагнитные поля в производственных условиях: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.1191-03. – М.: Минздрав России, 2003. – 37 с.
3. Сидоров, А.И. Электромагнитные поля вблизи электроустановок сверхвысокого напряжения: монография / А.И. Сидоров, И.С. Окраинская. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 204 с.
4. Портативный анализатор EFA-200, EFA-300: от 5 Гц до 32 кГц. Для изотропного измерения магнитных и электрических полей. – http://www.emftest.ru/files/EFA-300_DS_RU.pdf