

2. ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ, СОЗДАВАЕМОГО УСТАНОВКАМИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Цель работы: изучить допустимые нормы напряженности магнитного поля промышленной частоты, ознакомиться с применением измерителя напряженности поля промышленной частоты ПЗ-50. Измерить напряженность магнитного поля вблизи линии высокого напряжения.

Введение

Электроустановки электроэнергетических и промышленных предприятий, исследовательских лабораторий являются источником магнитного поля (МП) частотой 50 Гц. Магнитное поле – одна из составляющих электромагнитного поля, которая создается током, протекающим через проводник.

Магнитное поле имеет место в электроустановках всех классов напряжения (рис.1). Его интенсивность выше вблизи выводов генераторов, токопроводов, блочных силовых трансформаторов и автотрансформаторов связи ОРУ разных напряжений (особенно на уровне разъема бака), а также ЗРУ 6...10 кВ и вблизи них. В помещениях вблизи КРУ, у токопроводов, вблизи электродвигателей, ОРУ, КЛ, ВЛ всех напряжений интенсивность магнитного поля существенно ниже. Более сложная ситуация с системой кабельных линий здания. При появлении в кабельной линии тока утечки возникающий дисбаланс, т.е. неравенство нулю суммарного тока по кабельной линии, создает в окружающем пространстве магнитное поле, медленно убывающее с увеличением расстояния от рассматриваемого кабеля. Кроме того, наличие токов утечки в системе электроснабжения здания приводит к протеканию токов по металлоконструкциям и трубопроводным системам, что также является причиной увеличения уровней МП ПЧ.

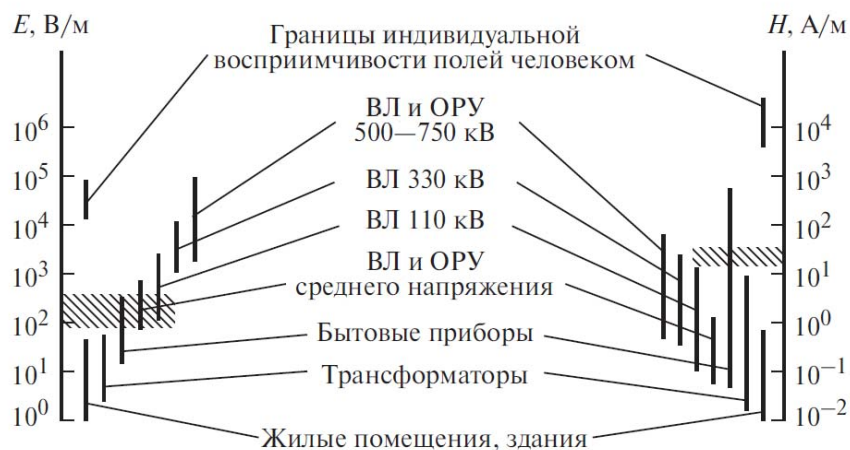


Рисунок 1. Характерные напряженности электрических и магнитных полей промышленной частоты.

Магнитное поле индуцирует в теле человека вихревые токи. Согласно современным представлениям, индуцирование вихревых токов является основным механизмом биологического действия магнитных полей. Основным

параметром, его характеризующим, является плотность вихревых токов. Допустимое значение плотности вихревого тока в организме положено в основу и всех действующих в мире гигиенических регламентов магнитного поля (с разными коэффициентами гигиенического запаса).

Интенсивность воздействия МП определяется напряженностью (H) или магнитной индукцией (B) (их эффективными значениями). Напряженность МП выражается в А/м (кратная величина кА/м); магнитная индукция в Тл (дольные величины мТл, мкТл, нТл). Индукция и напряженность МП связаны следующим соотношением:

$$B = \mu_0 \cdot H = 1,25 \cdot H, \text{ мкТл} \quad (1)$$

где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м - магнитная постоянная.

H - напряженность магнитного поля, А/м

Предельно допустимые уровни (ПДУ) магнитного поля устанавливаются в зависимости от времени пребывания персонала для условий общего (на все тело) и локального (на конечности) воздействия (табл.1).

Таблица 1

*Предельно допустимые уровни магнитного поля
(СанПиН 2.2.4.1191–03)*

Время пребывания (ч)	Допустимые уровни МП, Н [А/м]/В [мкТл] при воздействии	
	общем	локальном
< 1	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

Допустимая напряженность МП внутри временных интервалов определяется в соответствии с кривой интерполяции, приведенной СанПиН 2.2.4.1191–03. При необходимости пребывания персонала в зонах с различной напряженностью (индукцией) МП общее время выполнения работ в этих зонах не должно превышать предельно допустимое для зоны с максимальной напряженностью. Допустимое время пребывания может быть реализовано одноразово или дробно в течение рабочего дня.

Для населения установлена предельно-допустимая гигиеническая норма – 5 мкТл внутри жилых помещений и 10 мкТл на территории зоны жилой застройки (ГН 2.1.8/2.2.4. 2262–07)

Меры защиты персонала и населения от воздействия магнитного поля

Контроль за соблюдением уровней электромагнитного поля частотой 50 Гц должен осуществляться на рабочих местах персонала, обслуживающего электроустановки переменного тока (линии электропередачи, распределительные устройства и др.), электросварочное оборудование,

высоковольтное электрооборудование промышленного, научного и медицинского назначения и др.

Обеспечение защиты работающих от неблагоприятного влияния МП осуществляется путем проведения организационных и технических мероприятий.

К организационным относятся мероприятия, обеспечивающие соблюдение требований ограничения продолжительности пребывания персонала в условиях воздействия МП (без нарушения сложившейся системы эксплуатационного обслуживания электрооборудования) и организации рабочих мест на расстояниях от токоведущих частей оборудования, обеспечивающих соблюдение ПДУ.

При проектировании электроустановок организационные мероприятия включают:

- отказ от размещения производственных помещений, рассчитанных на постоянное пребывание персонала вблизи токоведущих частей электроустановок, а также под и над токоведущими частями оборудования (например, токопроводами), за исключением случаев, когда уровни МП по результатам расчета не превышают предельно допустимые;

- расположение путей передвижения обслуживающего персонала на расстояниях от экранированных токопроводов и (или) шинных мостов, обеспечивающих соблюдение ПДУ;

- исключение расположения токоограничивающих реакторов и выключателей в соседних ячейках РУ 6...10 кВ;

- при проектировании ВЛ предпочтение должно отдаваться двух - цепным ВЛ с расположением фазных проводов, обеспечивающим максимальную компенсацию МП фазных проводов обеих цепей;

- при проектировании КЛ их расположение должно обеспечивать соблюдение допустимых значений МП у поверхности земли.

При эксплуатации электроустановок организационные мероприятия включают следующее:

- зоны с уровнями МП, превышающими предельно допустимые, где по условиям эксплуатации не требуется даже кратковременное пребывание персонала (например, камеры выводов турбогенераторов), должны ограждаться и обозначаться соответствующими предупредительными знаками;

- осмотр электрооборудования, находящегося под напряжением, должен осуществляться из зон с уровнями МП, удовлетворяющими нормативным требованиям; ремонт электрооборудования следует производить вне зоны влияния МП.

К техническим относятся мероприятия, снижающие уровни МП на рабочих местах путем экранирования источников МП или рабочих мест. Экранирование должно осуществляться посредством материалов с высокой магнитной постоянной или активных экранов.

Аппаратура для измерения

Измеритель напряженности поля промышленной частоты ПЗ-50Б (рис.2) предназначен для измерения среднеквадратичного значения напряженности магнитного поля промышленной частоты, возбуждаемого вблизи электроустановок высокого напряжения в диапазоне от 0,1 до 1800 А/м.

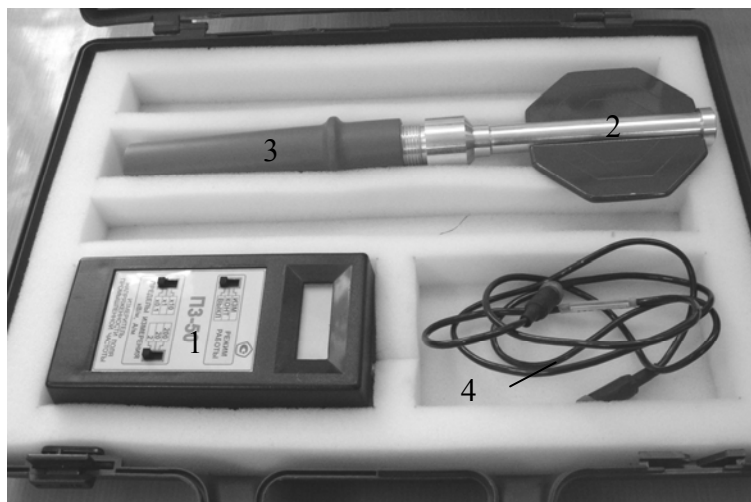


Рисунок 4. Внешний вид прибора ПЗ-50Б

1– устройство отсчетное УОЗ-50; 2– антенна преобразователь НЗ-50;
3– изоляционная ручка; 4– соединительный кабель.

Измеритель состоит из антенны-преобразователя (АП) НЗ-50 и устройства отсчетного УОЗ-50. АП типа НЗ-50 представляет собой экранированную рамочную антенну, электрическим малых размеров (средний диаметр рамки 80 мм, число витков 5600). При помещении АП в МП в обмотке антенны наводится переменное напряжение пропорциональное проекции вектора напряженности поля на ось, перпендикулярную плоскости рамки. Переменное напряжение далее через кабель поступает на устройство отсчетное УОЗ-50, где происходит преобразование сигнала с АП в цифровой сигнал и индикация напряженности МП в абсолютных единицах А/м.

В зависимости от положения переключателей при измерении напряженности МП могут быть установлены пределы измерения, указанные в табл.2.

Таблица 2

Предел измерения, А/м	Положение переключателя x0,1/x1/x10	Положение переключателя 2/20/200
2000	x10	200
200	x1	200
20	x1	20
2	x1	2
0,2	x0,1	2

Для определения среднеквадратического значения модуля вектора напряженности МП следует измерить в выбранной точке пространства проекции вектора напряженности поля на три взаимно ортогональные оси H_x , H_y и H_z . После чего определить модуль вектора напряженности электрического поля H по формуле

$$H = \sqrt{(H_x)^2 + (H_y)^2 + (H_z)^2} \quad (2)$$

Порядок работы

1. Перед началом работы ознакомится с устройством измерителя напряженности поля ПЗ-50Б, порядком проведения измерений.

3. Измерить напряженность магнитного поля под ВЛ (35 или 110 кВ) на разных расстояниях X от проекции нижней фазы на открытой местности. Результаты занести в табл. 3.

4. Измерить напряженность магнитного поля под ВЛ (35 или 110 кВ) на разных расстояниях X от проекции нижней фазы при наличие растительности под ВЛ. Результаты занести в табл.3.

5. Построить поперечный профиль изменения напряженности магнитного поля от расстояния до проекции нижней фазы $H=f(X)$ по данным табл.3. Объяснить характер изменения напряженности поля. Сравнить измеренные уровни напряженности поля с допустимыми нормами для населения.

6. Ответить на контрольные вопросы.

Таблица 3

X , м	H_x , А/м	H_y , А/м	H_z , А/м	$H_{эксп}$, А/м	Примечания
					ВЛ кВ
					Растительный массив под ВЛ

Контрольные вопросы

1. Что является причиной появления магнитного поля от высоковольтных устройств?

2. Перечислить факторы, влияющие на величину напряженности магнитного поля от высоковольтных установок.

3. Какие мероприятия применяются для снижения напряженности магнитного поля на подстанциях?