

стал с предельными размерами $L = 6,4$ мм. На рис. 2 показана зависимость наибольших (предельных) линейных размеров размагничиваемого тела от частоты. Пользуясь этой зависимостью, можно, зная размеры тела, определить критическую частоту, которой можно размагнитить данное тело (кривая 1).

Зависимость критической частоты при размагничивании выведена А.П. Латышевым [1]

$$f_{\text{кр}} = \frac{4}{\mu_0 \mu g \pi L^2}, \quad (1)$$

где μ_0 — магнитная постоянная: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м; μ — относительная магнитная проницаемость: $\mu = 2000$ [4]; g — удельная электрическая проводимость: $g = 2 \cdot 10^6$ См [4]; L — линейный размер тела, м.

На рис. 2 показана зависимость линейных размеров размагничиваемого тела от частоты, определенная по размерам доменов (кривая 1) и по формуле А.П. Латышева (кривая 2). Они практически совпадают, что свидетельствует о том, что описанный метод определения критической частоты по линейным размерам доменов дает такие же результаты, как и по формуле А.П. Латышева, и может быть применен при размагничивании ферромагнитных тел.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л а т ы ш е в А.П. Теория размагничивания. — Л.: ВМОЛА, 1960. — 182 с. 2. Френкель Я.И. Введение в теорию металлов. — Л.: Наука, 1972. — 424 с. 3. Р а н ж у р о в Н.Б., С а в ч е н к о М.К., Ч е р к а ш и н В.С. К вопросу о размагничивании ферромагнитных образцов // Изв. вузов. Физика, — 1972. — № 9. — С. 119—122. 4. З а й м о в с к и й А.С., Ч у д н о в с к а я Л.А. Магнитные материалы. — М.; Л.: ГЭИ, 1957. — 224 с.

УДК 621.319.74

П.М. КОРНИЕНКО, А.Н. ОГАНЕЗОВ

СТАТИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РАБОЧИЙ ПЕРСОНАЛ

Накопление зарядов статического электричества в ряде случаев нарушает технологический процесс, вызывает порчу материальных ценностей, способствует возникновению пожаров и взрывов. Статическое электричество может представлять определенную опасность и для здоровья людей. В статье рассматриваются вопросы воздействия статического электричества на рабочий персонал радиозавода.

Замеры параметров электростатического поля, а также изучение характера их физиологического воздействия на монтажниц, сборщиц и регулировщиков радиоэлектронной аппаратуры проводились в цехах и в других рабочих помещениях. Измерения потенциалов электростатического поля и плотности его зарядов осуществлялись с помощью электрометра, разработанного на энергетическом факультете БПИ (рис. 1).

Созданный электрометр — это простой в пользовании прибор с бескон-

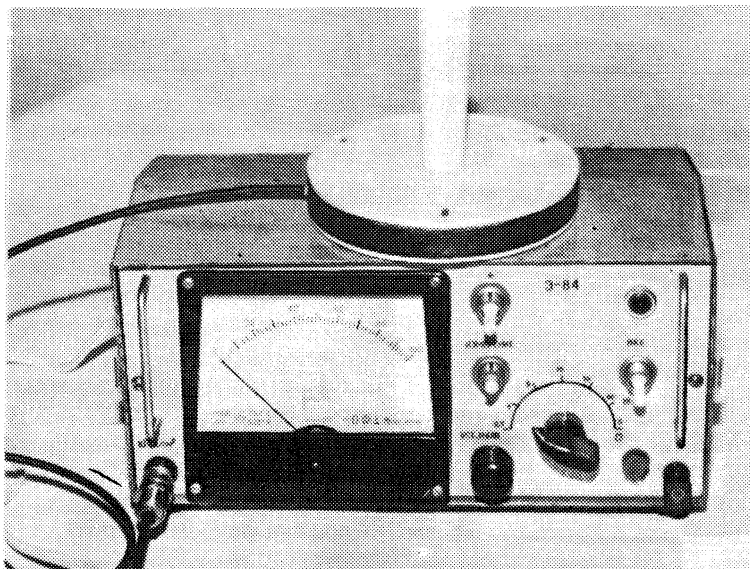


Рис. 1. Общий вид электрометра

тактным датчиком, который позволяет определять не только абсолютное значение заряда, но и его знак. От других аналогичных приборов он отличается еще и устойчивостью к воздействию промышленных помех. Данным свойством он обладает благодаря применению в каскадах усиления балансной схемы и стабилизации напряжений в цепях как постоянного, так и переменного тока.

Было выявлено, что электростатический потенциал на рабочих местах, одежде, обуви и руках работников исследуемых цехов и помещений, а также на радиоэлектронных изделиях (и на их таре) достигал 1000 В и более. Установлено также, что параметры электростатического поля зависят от характера технологического процесса, свойств изготавливаемых изделий, а также от температуры и влажности окружающего воздуха. Анализ таких наблюдений, а также изучение специальной литературы позволили сделать следующие обобщения.

Длительное воздействие электростатических полей вызывает у людей определенные нарушения вегетативных функций, в частности артериального давления. У отдельных работников отмечалась головная боль, раздражительность, быстрая утомляемость. Однако у остальных обследованных лиц (их было более 45 %) не было замечено никаких физиологических отклонений от нормы.

Дальнейшие наблюдения позволили установить, что после отпуска лиц, у которых наблюдались какие-то отклонения, вернулись на работу в нормальном физическом состоянии. По-видимому приведенные данные свидетельствуют о том, что электростатическое поле не вызывает у человека необратимых патологических изменений.

Изучалась также степень физиологического воздействия электростатических полей на человеческий организм в зависимости от направления их силовых линий. Установлено, что статические электрические поля наиболее активно воздействуют при направлении их силовых линий по нормали к работникам. Самое большое скопление силовых линий наблюдается в области шеи, лодыжек, колен, т. е. в тех местах, где площадь поперечного сечения наименьшая.

Определялись также параметры электростатических зарядов на людях, работающих у конвейеров.

Накопление зарядов на нашем теле в большой мере зависит от материала, из которого изготовлена одежда и обувь. В определенных условиях на теле человека или его одежде может накопиться заряд статического электричества с потенциалом более 15 кВ. Известны случаи накопления зарядов до 45 кВ. Потенциал от одного до трех десятков киловольт рабочие могут приобрести, если они носят одежду из непроводящего электрические заряды (синтетического) материала и изолированы от земли обувью [1].

При соприкосновении человека, несущего высокий электрический заряд, с заземленным предметом либо с вещами или людьми, имеющими более низкий потенциал, происходит разряд. В этот момент через его тело протекает кратковременный разрядный ток.

Воздействие разряда статического электричества человек ощущает в виде слабого, умеренного или сильного толчка, удара, укола или ожога, интенсивность которых зависит от освобождающейся при разряде энергии. Замечено также, что одна и та же интенсивность разряда разными людьми воспринимается неодинаково. Сюда относятся как чисто физические показатели человеческого организма (состояние кожи, настроение), так и метеорологические и даже экологические (погода, окружающая среда).

Создание подходящего микроклимата является важнейшим фактором для обеспечения технологической гигиены в сборочных и в других цехах. К рабочему в этих условиях предъявляются определенные требования: содержать детали и инструмент в чистоте, не ходить без надобности по помещению, переносить детали в таре из материала с сопротивлением $10^5 - 10^6$ Ом, носить спецодежду из хлопчатобумажных тканей и т. д. [2].

Экспериментальные исследования позволили сделать также вывод и о том, что заметная электризация твердых тел происходит при условии, если удельное сопротивление хотя бы одного из них больше 10^8 Ом·м.

В табл. 1 приведены предельные значения потенциалов статического электричества, измеренных на рабочих местах (на столах, стульях, конвейерной ленте), а также на одежде и руках рабочего персонала, выполняющего наиболее типичные производственные процессы.

Для отвода накапливаемых зарядов на правую руку рабочих, выполняющих сборочные, монтажные, регулировочные и настроечные операции, пристегнут браслет, присоединенный к контуру заземления.

На внутренней поверхности браслета прикреплены две круглые медные клеммы размером с двухкопеечную монету. Эти клеммы служат для создания контакта с кожным покровом руки. С наружной стороны браслет покрыт пластиной, которая с одной стороны соединена с клеммами, а с другой — имеет специальное гнездо для подключения браслета к заземлению.

Табл. 1. Предельные значения потенциалов статического электричества

Наименование производственного процесса	Предельные значения потенциалов, В							
	на ладонях работающих		на одежде работающих		на стуле, покрытом		на столе	
	без брас-лета	с брас-летом	на хала-те	без хала-та	плас-ти-ком	дер-ман-ти-ном	на зазем-ленной металли-ческой пластине	на плос-кости кетвола из ДСП
Монтажные работы (разделка жгутов, пайка, сборка и т.д.)	300	24	180	240	800	1000	2	720
Регулировка и на-стройка радиоаппа-ратуры	-300	21	60	128	-	700	3	690

Степень биологического воздействия электростатических зарядов зависит от силы тока и времени его протекания через тело. В свою очередь сила тока и длительность разрядного импульса определяются значениями сопротивления различных участков человеческого тела.

Если разряды статического электричества проходят через тело человека эпизодически и с малой интенсивностью, то они не представляют никакой опасности. Однако длительное их воздействие на организм приводит к неблагоприятным последствиям. После нескольких разрядов статического электричества координация действия у человека становится неточной. Перенесенные рабочим неприятные ощущения становятся причиной возникающего у него страха, в результате чего падает производительность его труда. Отмечались случаи, когда из-за частых разрядов обслуживающий персонал либо был не в состоянии выполнять свою повседневную работу, либо вовсе отказывался от нее.

Существенное значение в реакции организма на воздействие статического электричества имеет состояние здоровья человека. Установлено, что физически здоровые люди легче переносят разряды. Особенно восприимчивы к воздействию статического электричества люди, страдающие нервными и сердечно-сосудистыми заболеваниями, болезнями кожи, органов внутренней секреции, легких.

Особую угрозу электростатические разряды представляют во взрыво- и пожароопасных помещениях. Известны случаи возникновения взрывов и пожаров с человеческими жертвами из-за накопления зарядов на прорезиненных тканях конвейерной ленты и последующего их разряда. Некоторые исследователи считают, что сами по себе статические заряды на прорезиненной ленте мало опасны. Угроза возникает тогда, когда эти заряды индуцируются на близко расположенных от конвейера изолированных проводниках. Заряды здесь могут удерживаться продолжительное время, либо постепенно рассеиваясь, либо еще более накапливаясь. Приближение заземленных предметов к заряженным изолированным проводникам может вызвать искру.

Проблема предупреждения электростатических зарядов, а также снижения степени их воздействия имеет важное народнохозяйственное значение. Наиболее простой и эффективный способ отвода зарядов — заземление. Быстрому стеканию и рассеиванию электростатических зарядов способствует поддержание на определенном уровне влажности воздуха в помещениях, применение различных нейтрализаторов, а также антистатических веществ и материалов. Большое количество факторов, влияющих на статическую электризацию, трудность их детального учета обуславливают низкую воспроизводимость наблюдений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экспериментальное обследование электростатических напряжений в сборочных цехах электронных приборов / П.М. Корниенко, В.С. Лившиц, В.Ф. Силюк, В.М. Климович // Науч. и прикл. пробл. энергетики. — Мн.: Выш. шк. — 1982. — Вып. 9. — С. 94–97. 2. Дюж е в а Л.Я. Гигиена труда и профессиональные заболевания. — М., 1972. — 130 с.

УДК 621.74

Р.И. ЕСЬМАН, В.М. КАЙНОВ,
А.И. НОВИКОВ, Ю.П. ЯРМОЛЬЧИК

РЕШЕНИЕ НЕСИММЕТРИЧНОЙ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ДЛЯ СОПРЯЖЕННЫХ ТЕЛ НА ЭВМ

Рассматривается процесс затвердевания и охлаждения осесимметричной цилиндрической отливки в металлической форме, образованной двумя матрицами и песчаным стержнем (рис. 1).

С внутренней поверхности матрицы покрыты краской толщиной $\delta_{кр}$. В процессе охлаждения отливки матрицы могут деформироваться за счет нагревания. В результате термических деформаций формы и усадки отливки после образования твердой корки между отливкой и формой образуется газовый зазор толщиной δ , изменяющийся во времени. В общем случае охлаждение отливки с наружной поверхности происходит за счет теплоотдачи через слой краски и газовый зазор в форму.

С внутренней поверхности отливка охлаждается за счет теплопроводности и аккумуляирования теплоты песчаным стержнем. Будем предполагать, что охлаждение внешней поверхности формы происходит по закону Ньютона с известным коэффициентом теплоотдачи.

После заливки металла система может быть представлена как многослойное тело. Пронумеровав I, II, III на рис. 1 и обозначив температуру в каждом слое через $T_k(r, t)$, получим описание теплового режима работы системы в виде

$$c_k(T_k) \rho_k(T_k) \cdot \frac{\partial T_k(r, t)}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \lambda(T_k) \frac{\partial T_k(r, t)}{\partial r} \right),$$

где $k = I, II, III$.

Сопряжение стержня и отливки в тепловом отношении происходит при непрерывном изменении температуры. При этом стержень и отливка могут рас-