

## Часть IV

# ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

## Глава VIII

### ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ МЕТАЛЛОВ

#### § 8.1. Понятие об электрическом токе

1. В предыдущих главах были рассмотрены основные вопросы электростатики. Явления и процессы, связанные с движением электрических зарядов, составляют особую часть учения об электричестве — электродинамику.

Электростатические явления также сопровождаются движением элементарных электрических зарядов. Однако эти движения либо не влияют на электростатические поля, созданные макроскопическими зарядами, как, например, тепловые колебания ионов кристаллической решетки заряженного металлического проводника, либо очень кратковременны и служат лишь переходом от одного равновесного состояния к другому, например перераспределение электронов проводимости при электростатической индукции или при заземлении заряженного проводника. Поэтому в электростатике, которая изучает явления, связанные в равновесии зарядов, эти процессы не рассматривались.

2. Электродинамика — учение о явлениях, связанных с электрическим током. **Электрическим током** называют всякое упорядоченное движение электрических зарядов. Ток, возникающий в проводнике вследствие того, что в нем создается электрическое поле, называется **током проводимости**. При движении зарядов нарушается их равновесное распределение: поверхность проводника уже не является эквипотенциальной и электрические силовые линии не направлены перпендикулярно ей, так как для движения зарядов необходимо, чтобы на поверхности проводника тангенциальная составляющая напряженности электрического поля не равнялась нулю ( $E_{\tau} \neq 0$ ). Но тогда и внутри проводника должно существовать электрическое поле, ибо, как известно из электростатики, внутри проводника нет поля лишь в случае равновесного распределения зарядов на поверхности этого проводника. Перемещение зарядов — электрический ток — продолжается до тех пор, пока все точки проводника не станут эквипотенциальными.

Таким образом, для появления и существования тока проводимости необходимы два условия.

Первое — наличие в данной среде **носителей заряда**, т.е. заряженных частиц, которые могли бы в ней перемещаться. Такими

частицами, как мы убедимся далее, в металлах являются электроны проводимости; в жидких проводниках (электролитах) — положительные и отрицательные ионы; в газах — положительные ионы и электроны, а также иногда и отрицательные ионы.

Второе — наличие в данной среде электрического поля, энергия которого затрачивалась бы на перемещение электрических зарядов. Для того чтобы ток был длительным, энергия поля должна все время пополняться, иными словами, нужен источник электрической энергии — устройство, в котором осуществляется преобразование какого-либо вида энергии в энергию электрического поля. В зависимости от свойств этих источников в электротехнике различают источники напряжения и источники тока. Поэтому во избежание недоразумений мы будем пользоваться в дальнейшем только термином «источник электрической энергии».

3. Упорядоченное движение зарядов можно осуществить и другим способом — перемещением в пространстве заряженного тела (проводника или диэлектрика). Такой электрический ток называется конвекционным. Например, движение по орбите Земли, обладающей избыточным отрицательным зарядом, можно рассматривать как конвекционный ток.

За направление тока условно принимают направление движения положительных зарядов.

## § 8.2. Сила и плотность тока

1. Для характеристики электрического тока через какую либо поверхность (например, в случае тока проводимости — через поперечное сечение проводника) вводится понятие силы тока. Сила тока<sup>1</sup> называется физическая величина  $I$ , равная отношению заряда  $dq$ , переносимого через рассматриваемую поверхность  $S$  за малый промежуток времени  $dt$ , к величине этого промежутка:

$$I = dq/dt. \quad (8.1)$$

Если сила тока и его направление не изменяются с течением времени, то ток называется постоянным. Сила постоянного тока

$$I = q/t, \quad (8.2)$$

где  $q$  — заряд, переносимый через поверхность  $S$  за конечный промежуток времени  $t$ .

Для того чтобы ток проводимости был постоянным, заряды не должны накапливаться или убывать ни в одной части проводника. Поэтому цель постоянного тока должна быть замкнутой, а суммарный электрический заряд, который поступает за одну секунду сквозь поверхность  $S_1$  в объем проводника, заключенный между двумя произвольно выбранными поперечными сечениями  $S_1$  и  $S_2$  (рис. 8.1),

---

<sup>1</sup> В электротехнике величина  $I$  называется просто током. В дальнейшем мы часто будем пользоваться этим термином.