

4.9. Рассеяние энергии при прохождении тока

При прохождении тока по сопротивлению происходит рассеяние энергии. Если для перемещения носителя заряда со средней скоростью v требуется сила F , то устройство, осуществляющее перемещение, должно работать, отдавая мощность $F \cdot v$. Если электрическое поле E движет ион с зарядом q , то $F = qE$ и скорость совершения работы равна $qE \cdot v$. Расходуемая энергия в конечном счете проявляется в виде тепла. В нашей модели ионной проводимости совершенно ясно, как это происходит. При столкновениях ион приобретает наряду с импульсом добавочную кинетическую энергию. После одного или нескольких столкновений импульс переориентируется случайным образом, но кинетическая энергия иона не обязательно возвращается к нормальному значению. Чтобы это произошло, ион должен передать кинетическую энергию препятствию, которое его отклоняет. Пусть носитель заряда имеет много меньшую массу, чем атом, с которым он сталкивается. Когда маленький бильярдный шар сталкивается с тяжелым кегельным шаром, в среднем передается небольшая кинетическая энергия. Поэтому ион (бильярдный шарик) будет накапливать добавочную энергию, пока его средняя кинетическая энергия не станет настолько большой, что средняя потеря энергии при столкновении будет равна энергии, полученной между столкновениями. Таким образом, после начального «нагревания» самих носителей заряда работа, выполняемая электрической силой при перемещении носителей, в конце концов, передается остальной среде в виде хаотической кинетической энергии или тепла.

Пусть стационарный ток I а течет по сопротивлению величиной R ом. Каждую секунду разность потенциалов V в переносит I к заряда, причем $V = IR$. Следовательно, в 1 сек производится работа I^2R дж ($1 \text{ к} \cdot 1 \text{ в} = 1 \text{ дж} = 10^7 \text{ эрг}$). Для мощности P (скорости выполнения работы) есть соответствующая единица: ватт, или вольт-ампер ($1 \text{ вт} = 1 \text{ дж/сек}$)

$$P = I^2R. \quad (27)$$

Стационарный ток в цепи, естественно, требует какого-нибудь источника энергии, который способен поддерживать электрическое поле. До сих пор мы избегали вопроса об электродвижущей силе, изучая только части полной цепи; «батарея» оставалась за пределами картины. В разделе 4.10 мы рассмотрим некоторые источники электродвижущей силы.

4.10. Электродвижущая сила и гальванический элемент

В цепи постоянного тока источником электродвижущей силы является механизм, переносящий заряды в направлении, противоположном тому, в котором их пытается двигать электрическое поле. Пример большой установки такого рода — электростатический генератор Ван-де-Граафа (рис. 4.15). Если все происходит стационарно,