

силы регулируют обмен энергией между частями цепи.

Обсудим два примера.

КПД источника тока. Для вычисления коэффициента полезного действия надо разобраться, какая величина в данном конкретном случае играет роль полной (затраченной) работы, а какая

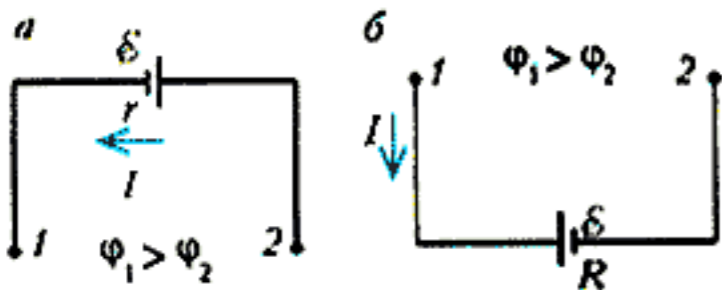


Рис. 5

— полезной работы. Рассмотрим ситуацию, когда источник тока является источником энергии для внешней цепи (содержащей, например, идеальный резистор, на котором только выделяет-

ся тепло). В этом случае (рис. 5, а) сторонние силы источника совершают положительную работу $A_{ст} = \mathcal{E}It$, имеющую смысл полной (затраченной) работы, часть энергии $Q = I^2rt$ теряется в источнике в виде тепла, а часть $A_{полезн} = (\mathcal{E}I - I^2r)t = UIt$ передается во внешнюю цепь. Электростатические силы в самом источнике совершают отрицательную работу, а во внешней цепи — положительную.

КПД электромотора. Рассмотрим теперь случай, когда участок цепи получает энергию из внешней цепи, и эта энергия не преобразуется целиком в тепло, а частично идет на совершение работы. Это возможно только тогда, когда на участке есть сторонние силы (на идеальном резисторе вся энергия переходит в тепло). Эти сторонние силы действуют

против тока, совершая отрицательную работу (рис. 5, б), а работа против сторонних сил — положительная.

Например, при работе электромотора в обмотках вращающегося якоря возникает ЭДС электромагнитной индукции \mathcal{E} . В этом случае положительная работа электростатических сил $A_{ст} = UIt$ имеет смысл полной (затраченной) работы, часть энергии $Q = I^2Rt$ теряется в виде тепла, а часть $A_{полезн} = (UI - I^2R)t = \mathcal{E}It$ представляет из себя полезную работу — механическую работу электромотора.

Аналогичные соотношения можно записать и во многих других случаях (например, при зарядке аккумулятора).

Ужасы резонанса

А. СТАСЕНКО

«ГЛАС вопиющего в пустыне: приготовьте путь Господу, прямым сделайте в степи стези Богу нашему; всякий дол да наполнится, и всякая гора и холм да понизятся, кривизны выпрямятся, и неровные пути сделаются гладкими» (Исаия 40:3,4). Ну разве не похоже это на призыв сделать грандиозный аэродром для горизонтального приземления летательного аппарата? И все-таки, как бы ни старались строители, абсолютно ровной взлетно-поса-

дочной полосы сделать не удастся. Она всегда получается слегка волнистой. Значит, при быстром движении по ней летательный аппарат может «подпрыгивать». Вот эту ситуацию и рассмотрим.

Пусть летательный аппарат массой m (и, значит, силой тяжести mg) движется с постоянной скоростью v на двух колесах, которые не отрываются от твердого покрытия (рис. 1). Пусть каждое колесо снабжено пружиной

жесткостью k , которая в недеформированном состоянии имеет длину H . Если в данный момент времени положение центра масс системы над горизонталью OX определяется ординатой y , а высота неровности дороги h , то деформация пружины равна $\Delta y = y - H - h$. Тогда вдоль пружины возникает упругая сила

$$F = -k\Delta y = -k(y - H - h).$$

Здесь знак «минус» указывает на то, что направление силы упругости, действующей на летательный аппарат, противоположно знаку деформации пружины Δy : если пружина растянута, сила направлена вниз, если сжата — вверх; поэтому она является *возвращающей* (в положение равновесия) силой.

Запишем уравнение второго закона Ньютона, описывающего движение эки-

