

но не зависит от природы рабочего вещества. Доказана Н. Л. С. Карно (N. L. S. Carnot) в 1824. Если  $t_1$  и  $t_2$  — эмпирич. темп-ры нагревателя и холодильника, то, согласно К. т.,

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = f(t_1, t_2),$$

где  $Q_1$  — кол-во теплоты, отдаваемое нагревателем,  $Q_2$  — кол-во теплоты, передаваемое холодильнику,  $f(t_1, t_2)$  — универсальная ф-ция выбранных эмпирич. темп-р. Теорема о том, что КПД любого теплового двигателя не может превышать КПД цикла Карно, осуществляемого при той же темп-ре нагревателя и холодильника, также наз. К. т.

К. т. можно доказать, рассматривая две тепловые машины с общими нагревателем и холодильником, в к-рых цикл Карно осуществляется с разл. рабочими веществами. Если КПД машин различаются, то результат кругового процесса, в к-ром одна машина работает по прямому, а другая — по обратному циклу Карно, противоречит второму началу термодинамики.

В том случае, когда в цикле Карно используют идеальный газ,  $Q_1/Q_2 = T_1/T_2$ , поэтому удобно определить абс. шкалу темп-р так, чтобы  $f(T_1, T_2) = (T_1 - T_2)/T_1$  (шкала Кельвина). Тогда КПД цикла Карно равен  $\eta = (T_1 - T_2)/T_1$ . Любой термодинамич. цикл можно представить состоящим из большого (в пределе — бесконечно большого) числа циклов Карно. Применив к каждому из элементарных циклов К. т., будем иметь  $\sum \delta Q_i/T_i = 0$ , причём кол-во теплоты

$\delta Q_i$ , полученное системой, считается положительным, а отданное — отрицательным. В пределе для любого обратимого цикла получается равенство Клаузиуса  $\oint \delta Q/T = 0$ , а для необратимого цикла — неравенство Клаузиуса  $\oint \delta Q/T < 0$  — удобная формулировка второго начала термодинамики.

Лит. см. при ст. Термодинамика. Д. Н. Зубарев.  
**КАРНО ТЕОРЕМА** в теории удара — кинетич. энергия, потерянная системой при абсолютно неупругом ударе, равна той кинетич. энергии, к-рую имела бы система, если бы её точки двигались с потерянными скоростями:

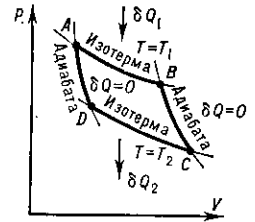
$$T_0 - T_1 = \frac{1}{2} \sum_i m_i (v_i - u_i)^2, \quad (*)$$

где  $T_0 = \frac{1}{2} \sum_i m_i v_i^2$  и  $T_1 = \frac{1}{2} \sum_i m_i u_i^2$  — кинетич. энергии системы в начале и в конце удара соответственно,  $m_i$  — массы точек системы,  $v_i$  и  $u_i$  — их скорости в начале и в конце удара (разность  $v - u_i$  наз. потерянной скоростью). Назв. по имени Н. Л. С. Карно.

Равенство (\*) можно получить как следствие теоремы об изменении кол-ва движения при ударе и условия того, что удар является абсолютно неупругим. Помимо установления наглядного энергетич. соотношения К. т. позволяет в ряде случаев определять скорости тел после неупругого удара.

С. М. Тарг.  
**КАРНО ЦИКЛ** — круговой обратимый процесс, состоящий из двух изотермич. и двух адиабатич. процессов. Впервые рассмотрен Н. Л. С. Карно в 1824 как идеальный цикл для теплового двигателя, в к-ром рабочее вещество приводят в тепловой контакт с двумя тепловыми резервуарами: нагревателем (с темп-рой  $T_1$ ) и холодильником (с темп-рой  $T_2 < T_1$ ). На рис. изображён К. п. для идеального газа, координатами служит давление  $P$  и объём  $V$ . Сначала рабочее вещество приводит в тепловой контакт с нагревателями, а затем оно изотермически расширяется, получая от нагревателя теплоту  $\delta Q_1$  и совершая работу (кривая АВ). После этого рабочее вещество расширяется адиабатически (кривая ВС) и охлаждается до темп-ры  $T_2$ . Затем устанавливают тепловой контакт с холодильником и изо-

термически сжимают рабочее вещество, отбирая теплоту  $\delta Q_2$  (линия CD). Завершают К. п. адиабатич. сжатием рабочего вещества (отрезок DA), возвращая его в исходное состояние. В результате внутр. энергия рабочего вещества не изменяется, поэтому произведенная работа соответствует разности  $\delta Q_1 - \delta Q_2$ . Если проводить процесс в обратном направлении, то, совершая работу, можно передать часть теплоты от холодильника



Цикл Карно для идеального газа на диаграмме  $P-V$ . Площадь  $ABCD$  численно равна совершаемой работе.

к нагревателю (обратный К. п.). Анализируя К. п., можно доказать Карно теорему о макс. КПД тепловых машин,  $\eta = (T_1 - T_2)/T_1$ , это доказательство используется для формулировки второго начала термодинамики. Лит. см. при ст. Термодинамика. Д. Н. Зубарев.

**КАРЦИНОТРОН** — то же, что лампа обратной волны.  
**КАСАТЕЛЬНОЕ УСКОРЕНИЕ** (тангенциальное ускорение) — составляющая ускорения направлена вдоль касательной. Когда К. у.  $\omega_\tau = 0$ , движение точки является равномерным, а при  $\omega_\tau = \text{const}$  — равнопеременным (равноускоренным, если знаки  $\omega_\tau$  и  $v$  совпадают, и равнозамедленным в противоположном случае).

**КАСКАДНЫЙ ГЕНЕРАТОР (КГ)** — устройство для преобразования низкого перем. напряжения в высокое постоянное. Низкое напряжение выпрямляется в отд. каскадах, а затем полученные пост. напряжения включаются последовательно и суммируются. Связь кас-

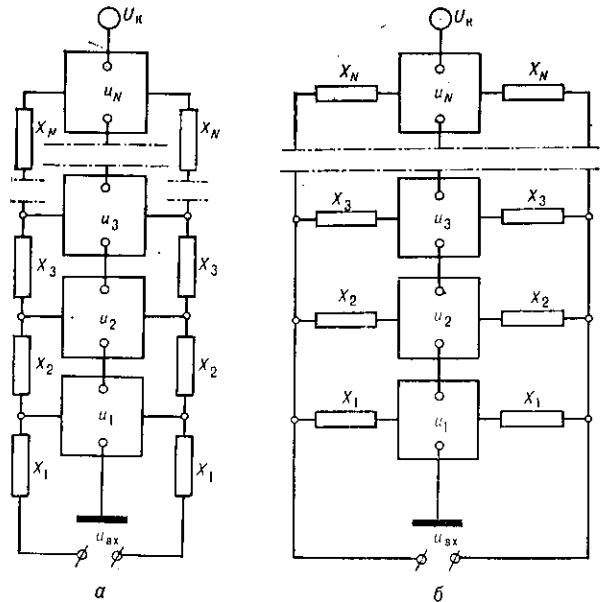


Рис. 1. Схема каскадного генератора с последовательным (а) и параллельным (б) питанием:  $X_n$  — реактивные сопротивления,  $u_n$  — напряжения каскадов ( $n=1, 2, \dots, N$ ),  $U_N$  — напряжение на выходе генератора,  $u_{вх}$  — напряжение источника питания.

кадов с источником питания осуществляется через ёмкостные реактивные сопротивления или посредством взаимной индукции.

При последоват. питании (рис. 1, а) перем. ток от источника питания к последующим каскадам протекает через сопротивления связи  $X_i$  предыдущих каскадов. Для генераторов этого типа характерны нелинейный рост внутр. сопротивления при увеличении числа кас-