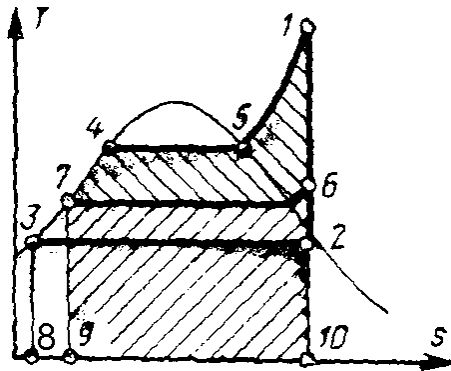


# Теплофикационные циклы

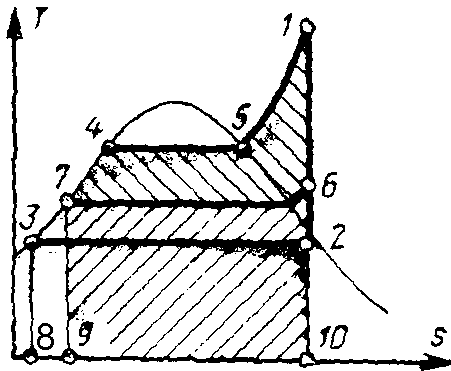


Основной тепловой потерей паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина, является теплота парообразования отработавшего пара, отдаваемая охлаждающей воде конденсатора и нигде не используемая.

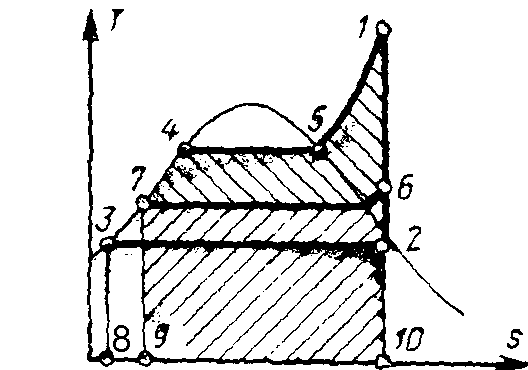
В Ts-диаграмме эта потеря изображается площадью прямоугольника 2-3-8-10-2.

Невозможность использования теплоты охлаждающей воды конденсаторов для удовлетворения тепловых потребителей объясняется низкой температурой этой воды, составляющей обычно около  $20^{\circ}\text{C}$ , что примерно соответствует давлению в конденсаторе  $p_2 = 0,04$  бар ( $t_n = 29^{\circ}\text{C}$ ).

Устранить эту потерю можно путем повышения противодавления (давления в конденсаторе), а следовательно, и температуры отработавшего пара, что делает его пригодным для удовлетворения тепловых нужд промышленности или коммунального хозяйства.



Положим, пар расширяется до давления близкого к атмосферному, чему на  $Ts$ -диаграмме соответствует точка 6. В таком случае количество тепла, превращенного в работу (а затем в электроэнергию), будет измеряться площадью  $1-6-7-4-5-1$ , а тепло, полезно использованное для удовлетворения нужд тепловых потребителей, – площадью  $7-6-10-9-7$ .



Из диаграммы видно, что работа 1 кг пар (и соответственно выработка механической или электрической энергии) будет меньше, чем при расширении до предельно низкого давления, и расход пара на получение того же количества электроэнергии будет больше.

Зато теплота парообразования отработавшего пара не теряется, а полезно используется.

Для оценки экономичности такого рода установок вводится понятие *о степени использования тепла*, под которой понимается **отношение всего использованного** (в виде механической и тепловой энергии) **тепла к количеству тепла, затраченному на образование пара**

$$K = \frac{l_e + q_2}{q_1} = 1$$

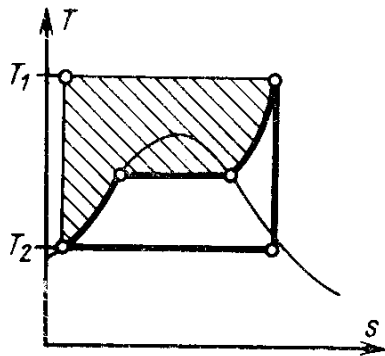
В цикле Ренкина степень использования тепла есть не что иное, как термический к. п. д. цикла. Следовательно, для конденсационных установок степень использования тепла может достичь лишь 52-53%.

В теоретическом цикле комбинированной выработки электроэнергии и тепла (иначе говоря – выработки электроэнергии на базе теплового потребления) степень использования тепла составляет 100% (в действительности из-за необратимости процессов расширения к. п. д. теплофикационных установок достигает 70-75%).

Комбинированная выработка электрической и тепловой энергии имеет огромное преимущество по сравнению с отдельной их выработкой на конденсационных электростанциях и в котельных соответственно.

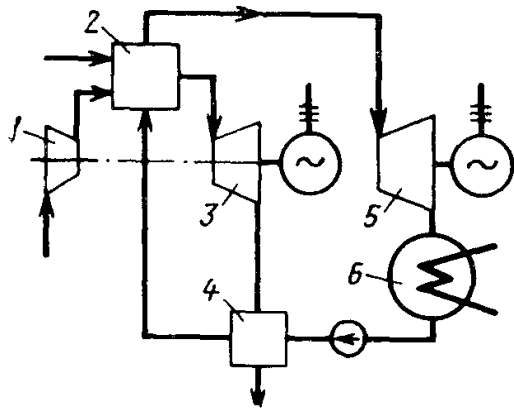
Паросиловые установки для комбинированной выработки электрической и тепловой энергии называются теплофикационными электростанциями или теплоэлектроцентралями (ТЭЦ).





Сравнивая цикл Ренкина для перегретого пара с циклом Карно, взятым для того же температурного интервала можно заметить, что заполнение верхней части этого интервала у цикла Ренкина невелико из-за относительно низкой температуры насыщения, при которой идет парообразование в котле.

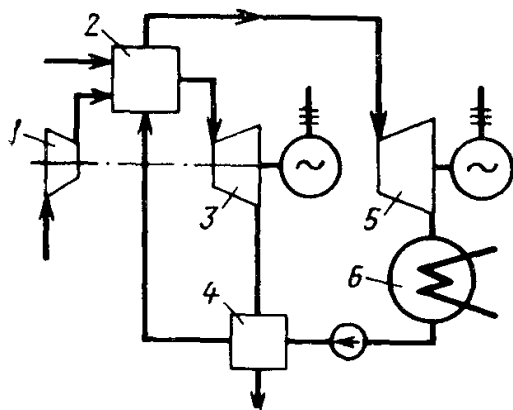
Увеличить заполнение верхней части располагаемого температурного интервала можно путем создания установки с двумя турбинами – газовой и паровой.



Воздух, сжатый в компрессоре 1, подается в камеру сгорания парогенератора 2, работающего на жидком или газообразном топливе.

Продукты сгорания топлива расширяются до атмосферного давления в газовой турбине 3, а затем, охладившись в противоточном регенеративном подогревателе 4 до температуры 40-50 °С,

удаляются в атмосферу.



Перегретый пар, полученный в парогенераторе 2, расширяется в паровой турбине 5, затем направляется в конденсатор 6, а конденсат его, нагревшись за счет тепла отработавших газов газовой турбины, поступает в качестве питательной воды в парогенератор.

Термодинамический цикл описанной парогазовой установки представлен в Ts-диаграмме.

Он состоит из двух циклов – газового цикла (1-2-3-4-1) и парового цикла (5-6-7-8-9-10-5), причем весь процесс подогрева питательной воды по линии 8-9 осуществляется за счет регенерации тепла уходящих газов газотурбинной установки путем их охлаждения по линии 4-1.



путем их охлаждения по линии 4-1.