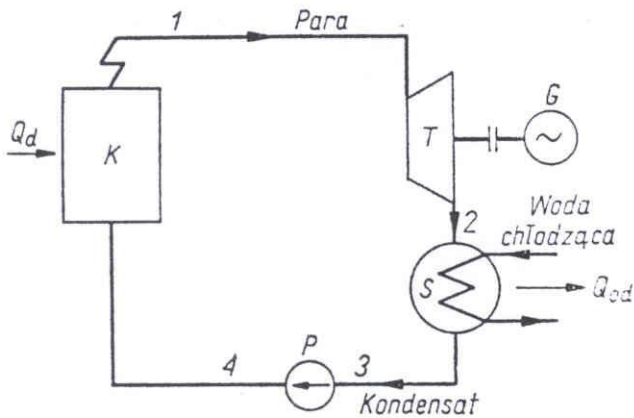
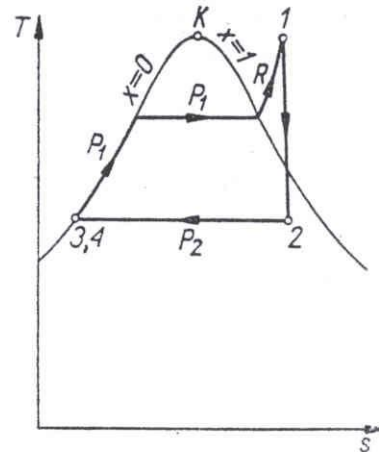


Siłownie turboparowe



Rys. 10.17. Schemat najprostszej siłowni parowej



Rys. 10.18. Obieg Clausiusa-Rankina

Pompa zasilająca wtłacza skropliny do kotła, K, (przemiana 3-4), gdzie doprowadzane jest do nich ciepło wywiązujące się podczas spalania paliwa. W kotle woda zamieniana jest w parę przegrzaną o wysokim ciśnieniu, wysokiej temperaturze i dużej entalpii właściwej (przemiana 4-1). Para przegrzana rozpręża się adiatermicznie w turbinie, T, (przemiana 1-2) do stanu pary nasyconej mokrej o wysokim stopniu suchości, niskiej temperaturze, niskim ciśnieniu i małej entalpii właściwej. Praca ekspansji pary przekazywana jest za pośrednictwem łopatek turbiny na wał turbiny i dalej do odbiornika, np. generatora energii elektrycznej, G. Para mokra trafia do skraplacza, S, gdzie woda chłodząca odbiera od niej ciepło (przemiana 2-3), aż do całkowitego skroplenia pary.

Przemiany realizowane w obiegu *Clausiusa-Rankine'a*

4-1 – izobaryczne doprowadzanie ciepła w kotle (wytwarzanie pary wodnej)

1-2 – ekspansja izentropowa (adiatermiczna odwracalna) pary wodnej

2-3 – izobaryczne odprowadzanie ciepła w skraplaczu (skraplanie pary)

3-4 – izentropowa kompresja skroplin (wtłaczanie skroplin do kotła)

Strumień ciepła doprowadzanego

$$\dot{Q}_d = \dot{m}(i_1 - i_4) \quad [\text{W}] \quad (1)$$

Moc techniczna turbiny

$$N_{tt} = \dot{L}_{tt} = \dot{m}(i_1 - i_2) \quad [\text{W}] \quad (2)$$

Strumień ciepła wyprowadzanego

$$\dot{Q}_w = \dot{m}(i_3 - i_2) \quad [\text{W}] \quad (3)$$

Moc techniczna pompy

$$N_{tp} = \dot{L}_{tp} = \dot{m}(i_3 - i_4) \quad [\text{W}] \quad (4)$$

Moc obiegu

$$N_{ob} = \dot{L}_{ob} = N_{tt} - |N_{tp}| = \dot{Q}_d - |\dot{Q}_w| \quad (5)$$

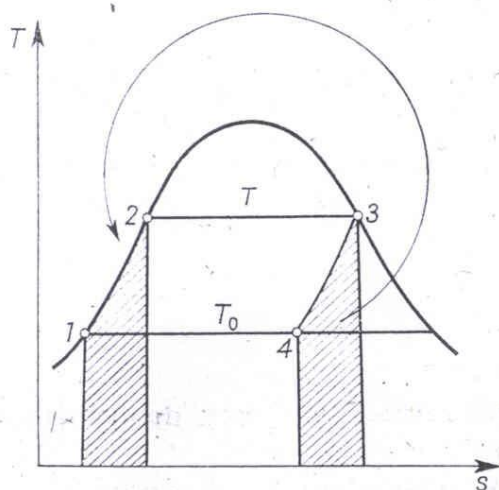
Sprawność termiczna obiegu Clausiusa-Rankine'a

$$\eta_{C-R} = \frac{N_{ob}}{\dot{Q}_d} \quad (6)$$

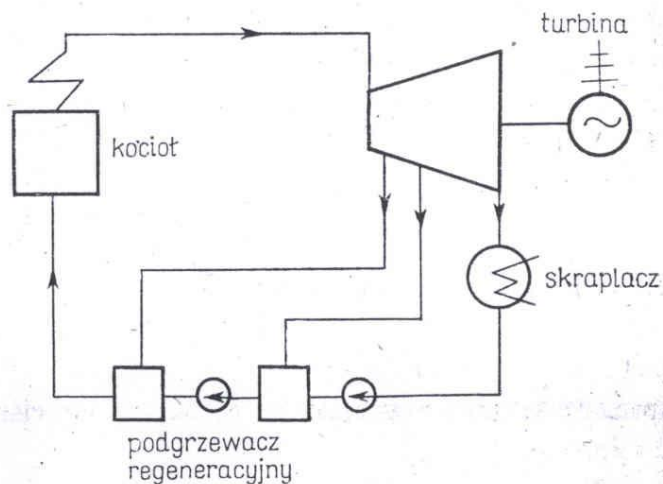
Sprawność termiczna obiegu Rankine'a wzrasta wraz ze wzrostem temperatury pary przed turbiną i wraz ze spadkiem ciśnienia na końcu ekspansji. Także wzrost ciśnienia pary na wlocie do turbiny, gdy jest połączony ze wzrostem temperatury pary, skutkuje wzrostem sprawności termicznej obiegu.

Sposoby zwiększania sprawności siłowni turboparowych

Regeneracyjne podgrzewanie wody zasilającej



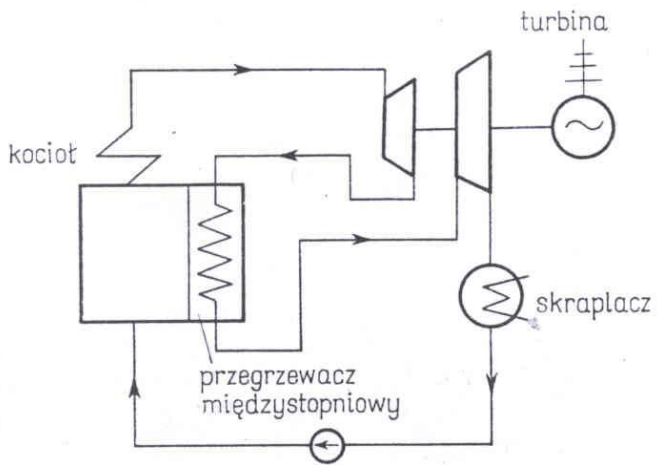
Rys. 17.5. Obieg z regeneracją ciepła



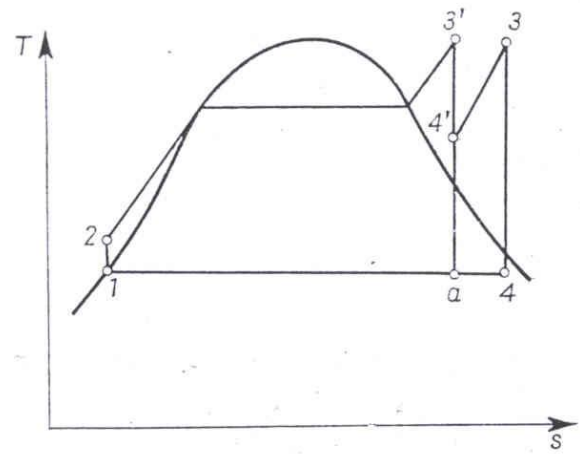
Rys. 17.6. Schemat układu siłowni z regeneracją ciepła

Część pary, która częściowo rozprężyła się w turbinie, kierowana jest do wymienników ciepła, tzw. regeneracyjnych podgrzewaczy wody zasilającej, w których ogrzewa ona wodę zasilającą. Podgrzewaczy takich może być od kilku do kilkunastu i zasilane są one parą o różnych parametrach. Chłodniejsze skropliny podgrzewane są parą o niższej temperaturze. Im wyższa moc siłowni, tym stosuje się więcej podgrzewaczy. Dzięki zastosowaniu podgrzewaczy wody zasilającej wzrasta średnia temperatura, przy której czynnik pochłania ciepło dostarczane z zewnętrznego źródła ciepła, a tym samym rośnie sprawność termiczna siłowni.

Przegrzew międzystopniowy pary



Rys. 17.8. Schemat układu siłowni z przegrzewaniem międzystopniowym



Rys. 17.9. Obieg teoretyczny siłowni z przegrzewaniem międzystopniowym