Ïðèíöèï äåéñòâèÿ ìàøèíû Êàðíî

Í.Ë.Ñ. Êàðíî (1796-1832) - ôðàíöóçñêèéÂ ôèçèê, èíæåíåð,Â ïîêàçàë, ÷òî äëÿ ðàáîòû òåïëîâîãî äâèãàòåëÿ íåîáõîäèìî íå ìåíåå äâ
èñòîðè÷åñêè âîçíèêëî èç àíàëèçà ðàáîòû òåïëîâûõ äâèãàòåëåé. Èç ôîðìóëèðîâêè âòîðîãî íà÷àëà òåðìîäèíàìèêè ïî Êåëüâèíó ñëåä
òåïëîòû...

Í.Ë.Ñ. Êàðíî (1796-1832) - ôðàíöóçñêèéÂ ôèçèê, èíæåíåð,Â ïîêàçàë, ÷òî äëÿ ðàáîòû òåïëîâîãî äâèãàòåëÿ íåîáõîäèìî íå ìåíåå äâ

Âòîðîå íà÷àëî òåðìîäèíàìèêè èñòîðè÷åñêè âîçíèêëî èç àíàëèçà ðàáîòû òåïëîâûõ äâèãàòåëåé. Èç ôîðìóëèðîâêè âòîðîãî íà÷àëà òå
îäíîãî èñòî÷íèêà òåïëîòû, - íåâîçìîæåí.

Ïðèíöèï äåéñòâèÿ òåïëîâîãî äâèãàòåëÿ ïðèâåä¸ì íà ïðèìåðå (ðèñ.1): îò òåðìîñòàòà ñ áîëåå âûñîêîé òåìïåðàòóðîéÂ Ò1, íàçûâàåìî
ïåðåäà¸òñÿÂ êîëè÷åñòâî òåïëîòû Q2, ïðè ýòîì ñîâåðøàåòñÿ ðàáîòà Â A = Q1 - Q2.

Ïðîöåññ, îáðàòíûé ïðîèñõîäÿùåìó â òåïëîâîì äâèãàòåëå, èñïîëüçóåòñÿÂ â õîëîäèëüíîé ìàøèíå,Â ïðèíöèï äåéñòâèÿ êîòîðîé ïðåäñòà
Q2 è îòäà¸òñÿÂ òåðìîñòàòó ñ áîëåå âûñîêîé òåìïåðàòóðîé T1 êîëè÷åñòâî òåïëîòû Q1. Äëÿ êðóãîâîãî ïðîöåññà Q=A, íî ïî óñëîâèþ
êîëè÷åñòâî òåïëîòû Q1, îòäàííîå ñèñòåìîé èñòî÷íèêó òåïëîòû ïðèÂ áîëåå âûñîêîé òåìïåðàòóðå T1, áîëüøå êîëè÷åñòâà òåïëîòû Q
Ñëåäîâàòåëüíî, áåç ñîâåðøåíèÿ ðàáîòû íåëüçÿ îòáèðàòü òåïëîòóÂ îò ìåíåå íàãðåòîãî òåëà è îòäàâàòü å¸ áîëåå íàãðåòîìó. Ýòî ó

Îäíàêî âòîðå íà÷àëî òåðìîäèíàìèêèÂ íå ñëåäóåòÂ ïðåäñòàâëÿòü òàê, ÷òî îíîÂ ñîâñåì çàïðåùàåò ïåðåõîä òåïëîòûÂ îò ìåíåå íàãð
ÿâëÿåòñÿÂ åäèíñòâåííûìÂ ðåçóëüòàòîì ïðîöåññà.

Îñíîâûâàÿñü íà âòîðîì íà÷àëåÂ òåðìîäèíàìèêè, Êàðíî âûâåë òåîðåìó, íîñÿùóþ òåïëîâü åãî èìÿ:Â Â èç âñåõ ïðèîäè÷åñêè äåéñòâóþ
ìàøèíû; Â ïðè ýòîì ê.ï.ä.Â îáðàòèìûõ ìàøèí, ðàáîòàþùèõ ïðè îäèíàêîâûõ òåìïåðàòóðàõ íàãðåâàòåëåé (T1)Â è õîëîäèëüíèêîâ (T2)
äóãèè òåëàìè), à ïîðääåëÿþòñÿÂ òîëüêî òåìïåðàòóðàìèÂ íàãðåâàòåëÿ è õîëîäèëüíèêà.

Êàðíî òåîðåòè÷åñêèÂ ïðîàíàëèçèðîâàëÂ îáðàòèìûé íàèáîëåå ýêîíîìè÷íûéÂ öèêë,Â ñîñòîÿùèé èç äâóõ èçîòåðìÂ è äâóõ àäèàáà

Ðàññìîòðèì ïðèíöèï äåéñòâèÿ èçîòåðìè÷åñêîãî è àäèàáàòè÷åñêîãî ïðîöåññîâ. ÏðèÂ èçîáàðè÷åñêîìÂ ðàñøèðåíèè òîëüêîÂ ÷àñ
òåïëó, òî âíóòðåííÿÿ ýíåðãèÿÂ ãàçàÂ îñòà¸òñÿ áåç èçìåíåíèÿ. Òåìïåðàòóðà ïðè ýòîì òîæå íåÂ áóäåòÂ ìåíÿòüñÿ. Òàêîé ïðîöåññ

Òåïëîòäà÷à - íå ääèíñòâåííûéÂ ñïîñîá óâåëè÷åíèÿ âíóòðåííåéÂ ýíåðãèè ãàçà. Å¸ ìîæíî óâåëè÷èòü, ñæèìàÿ ãàç. Åñëè òàêîåÂ
ðàáîòà ñæàòèÿÂ öåëêêîì ïåðåõîäèòÂ âî âíóòðåííþþ ýíåðãèþ òåëà. Îïèñûâàåò óñòðàíèòÂ òåïëîîáìåí ãàçàÂ ñ îêðóæàþùèìè òåë
òåïëîòäà÷åéÂ ÷åðåç ñòåíêè îáúåìà ìîæíî ïðåíåáðå÷ü, à ïðîöåññ ìîæíî ñ÷èòàòüÂ ääèàáàòíûì.

Ðàññìîòðèì ïðÿìîé öèêë Êàðíî, â êîòîðîìÂ â êà÷åñòâå ðàáî÷åãî òåëà èñïîëüçóåòñÿ èäåàëüíûé ãàç, çàêëþ÷åííûé â ñîñóäÂ ñ ïîâî

Öèêë Êàðíî ìîæíî èçîáðàçèòü íà ãðàôèêå (ðèñ.3), ãäå èçîòåðìè÷åñêèåÂ ðàñøèðåíèå è ñæàòèå çàäàíû ñîîòâåòñòâåííî êðèâûìè
èçîòåðìè÷åñêîìÂ ïðîöåññåÂ Â U=const, ïîýòîìóÂ êîëè÷åñòâî òåïëîòû Q1, ïîëó÷åííîå ãàçîì îò íàãðåâàòåëÿ, ðàâíî ðàáîòå ðàñøèðå

Â Â Â Â Â Â Â Â Â (1)

Ïðè ääèàáàòè÷åñêîì ðàñøèðåíèèÂ 2-3Â òåïëîîáìåí ñ îêðóæàþùåé ñðåäîéÂ îòñóòñòâóåò,Â èÂ ðàáîòàÂ ðàñøèðåíèÿÂ A23 ñî

Â Â Â Â Â Â Â Â Â (2) Â Â

Êîëè÷åñòâî òåïëîòû Q2, îòäàííîåÂ ãàçîì õîëîäèëüíèêóÂ ïðè èçîòåðìè÷åñêîì,Â ñæàòèè ðàâíî ðàáîòå ñæàòèÿÂ A34:

Â Â Â Â Â Â Â Â (3)

Ðàáîòà ääèàáàòè÷åñêîãî ñæàòèÿ

Â Â Â Â Â Â Â Â Â (4)

Ðàáîòà, ñîâåðøàåìàÿ â ðåçóëüòàòå êðóãîâîãî ïðîöåññà ,

Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â (5)

è, êàê îæíî îêàçàòü îïðåäåëÿåòñÿ ïëîùàäüþ, çàøòðèõîâàíîé íà ðèñ.3.

Òåðìè÷åñêèé ê.ï.ä. öèêëà Êàðíî

Â Â Â Â Â Â Â Â Â (6)

Ïðèìåíèâ óðàâíåíèå äëÿ äèàáàä 2-3 è 4-1, ïîëó÷èì

Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â

îòêóäà

Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â Â