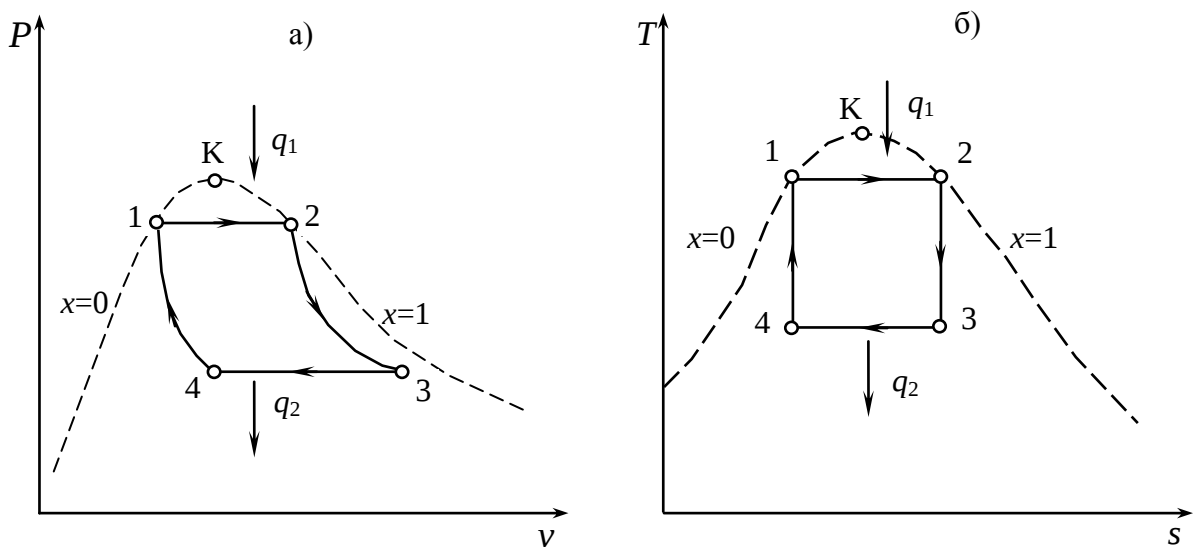


Паросилови цикли. Цикъл на Ренкин

Паросилови цикли

Осъществяването на кръгов процес по цикъла на Карно с реален газ е доста трудно, като имаме предвид проблемите с изотермните процеси, които обсъдихме в 25 въпрос. Този проблем може да се преодолее основно по два начина. Първата идея е била да се използва двуфазна система, поради факта, че в двуфазната система изотермните процеси протичат и изобарно (21 и 25 въпроси). Така първите построени топлинни машини са били парните машини, които използват предимствата на водата, които обсъдихме в 26 въпрос. Вторият начин, когато не можем да работим с водна пара или друго вещество с подходяща двуфазна област, е да се избере изобарен процес вместо изотермен като по този начин се намалява малко КПД на топлинната машина. Този подход се използва при двигателите с вътрешно горене, чиито цикли ние няма да разглеждаме и при някои хладилни машини.

Ще се спрем по-подробно на циклични процеси, осъществявани в двуфазната система вода–наситена пара – т.нар. паросилови цикли. Първите опити за използване на водната пара естествено са свързани с цикъла на Карно – все пак за него КПД се очаква да е най-голям. На фиг. 1а б е показан цикълът на Карно в двуфазната област в $P-v$ и $T-s$ диаграми (т.е. за 1 kg вода). Процесите са същите, както и в цикъла с идеален газ – две изотерми и две адиабати, но тук изотермите са и изобари. Цикълът започва от лявата гранична линия ($x=0$). В изотермния процес 1–2 на системата се подава топлина и кипящата вода се изпарява до суха наситена пара при постоянни температура и налягане (2 е върху дясната гранична линия). Количеството топлина, което трябва да се подаде за да се изпари водата, е специфичната топлина на изпарение, т.е. $q_1=r$. Процесът 2–3 е адиабатно разширение, при което се извършва полезна работа и завършва в областта на влажната пара. Процесът 3–4 е отново изотермен, като парата се сгъстява, т.е. намалява се обема ѝ чрез отвеждане на топлина q_2 и кондензация. При адиабатния процес 4–1 парата напълно кондензира до състояние на насищане – системата се връща в началното си състояние.



фиг. 1

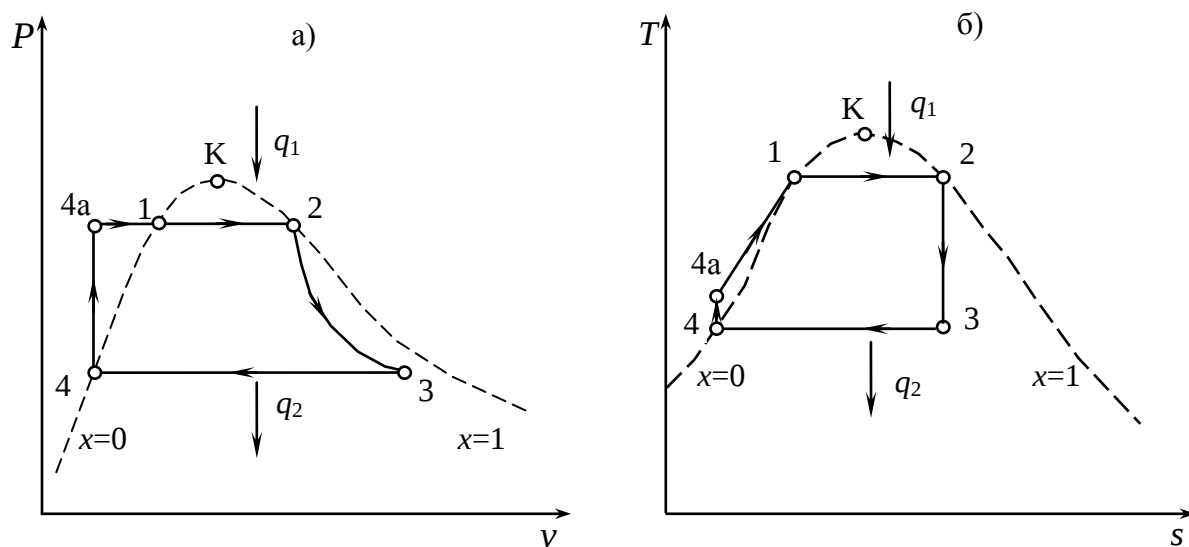
Осъществяването на цикъла на Карно е възможно на практика, но не в една, а в няколко машини, свързани в обща уредба, като във всяка машина се извършва по един от разгледаните процеси. С различните топлинни уредби ще се запознаем по-подробно в следващия въпрос.

Основният проблем при практическото използване на описания цикъл на Карно се оказал процесът 4–1. За да се сгъсти влажната пара до точката на кипене, трябва да се използва компресор, при това много по-мошен и с много по-големи размери, отколкото компресорите за сгъстяване на газове. Това много снижава КПД, тъй като компресорът „изяжда“ голяма част от полезната работа, получена при цикъла. Това довело до промени в цикъла, за да може да се използват машини, които не изразходват толкова енергия за поддържане на цикъла.

Цикъл на Ренкин

Ренкин решава да замени компресора с водна помпа, която има много по-малък разход на енергия от компресора. Това, разбира се, довежда и до някои промени в цикъла – водната помпа работи с вода,

поради което процесът **4–1** трябва да бъде изцяло в областта на водата и се разделя на два процеса – **4–4a**, който в идеалния случай е изохорен и адиабатен и **4a–1**, който е изобарен, но не изотермен. Процесът **4–4a** се извършва в помпата, а **4a–1** е загряването на водата до насищане. Също така процесът **3–4** трябва да завършва на лявата гранична линия. Цикълът на Ренкин е представен на фиг. 2аb в **P–v** и **T–s** диаграми.



фиг. 2

КПД на цикъла на Ренкин е по-нисък от този на Карно, тъй като от една страна трябва да се вложи по-голямо количество топлина q_1 за първоначалното загряване на водата до насищане (**4a–1**), а от друга – трябва да се отнеме по-голямо количество топлина q_2 от парата за да се доведе до течно състояние (**3–4** е по-дълъг). Това се компенсира от разликата във вложените енергии в помпата и компресора. КПД на цикъла може да се повиши по няколко начина, които ще разгледаме в следващия въпрос, във връзка с конкретните топлинни уредби.