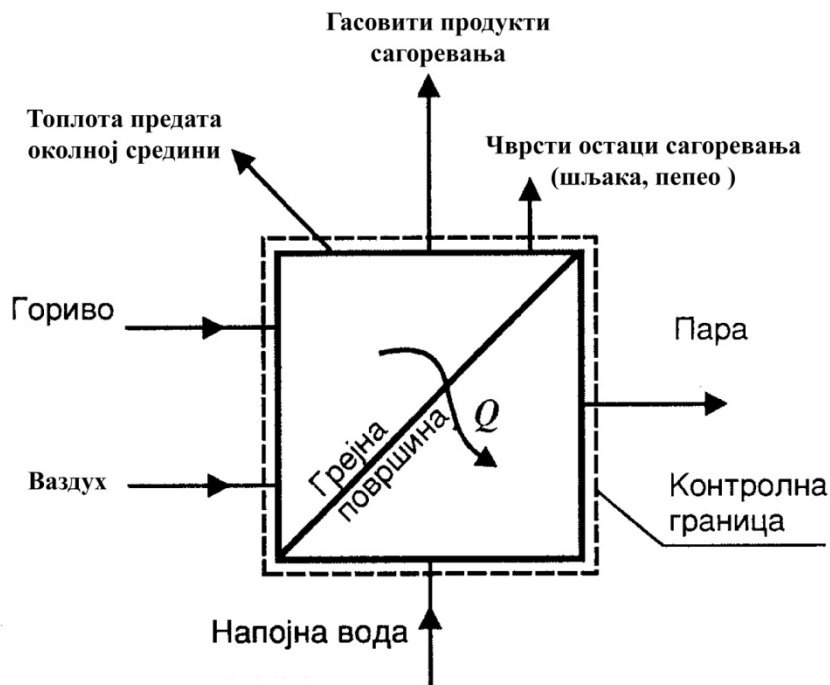


6.7. КОТЛОВСКО ПОСТРОЈЕЊЕ

6.7.1 Парни котлови

- Парни котао (генератор паре) је уређај у коме се помоћу неког топлотног извора издваја пара притиска већег од атмосферског. Он представља отворени термодинамички систем кроз чије се контролне границе (замишљене површине које одвајају котао од околне средине):

- доводе гориво, ваздух (оксидатор) и напојна вода,
- одводе водена пара и евентуално продукти сагоревања.



Прицип рада парног котла (извор топлоте сагоревање чврстог хемијског горива).

- Код оваквих уређаја, са разноврсним грејним површинама, извор топлоте представља хемијска (фосилна) горива, нуклеарна горива и електрична енергија, а пријемници топлотне енергије су вода, пара, ваздух и околина. Вода представља улазни радни флуид која се претвара у излазни продукт водену пару жељеног притиска и температуре у циљу коришћење исте у енергетским, индустријским и топлотним постројењима ради добијања:

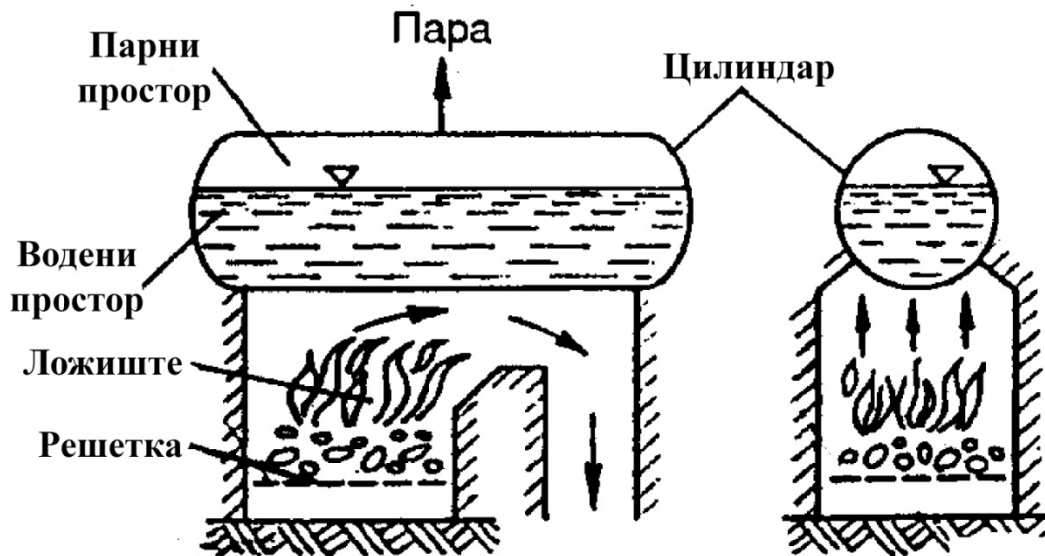
- електричне енергије,
- технолошке паре,
- носиоца топлоте код грејања,
- санитарне потребе...

- Основни елементи парног котла су:

- ложишта и грејне површине,
- загрејач воде,
- испаривач,
- предгрејач паре,
- загрејач ваздуха.

- Према облику конструкције парне котлове делимо на:

- обичне цилиндричне,
- са пламеним цевима,
- грејним цевима,
- водогрејним цевима
- комбиноване,
- специјалне конструкције.



Упрошћена шема хоризонталног цилиндричног котла.

Делови котловског постројења

- Највише су у примени котловска постројења покретана неком врстом фосилног горива, а овакав комплексни систем обухвата:

- систем за припрему, складиштење транспорт и манипулацију горивом,
- парни котао,
- ложиште за сагоревање горива,
- систем за напајање котла напојном водом,
- уређај за одвођење продуката сагоревања и евентуално шљаке и пепела,
- помоћну арматуру котла.

Сагоревање

- Сагоревање је хемијски процес у коме се гориве компоненте горива (угљеник, водоник) везују са оксидатором (кисеоник из ваздуха) при чему се ослобађа топлота, развија пламен и висока температура.

- На крају процеса сагоревања добијају се гасовити и чврсти продукти сагоревања.

- Сагоревање може бити потпуно (сви гориви елементи су се везали са оксидатором) и непотпуно.

Горива

- Хемијско гориво је материја која у присуству оксидатора (ваздуха) сагорева, развијајући при томе високе температуре и емитујући велике количине топлоте, а при томе је исплативо. Исплатива хемијска горива су она којих има пуно у природу, лако се транспорте и складиште, лако се припаљују али не смеју бити самозапаљива и не смеју бити штетна за околину. Према агрегатном стању хемијска горива се деле на:

- чврста (лигнит, дрво, тресет, кокс, брикети угља, камени и мрки угаљ),
- течна (сирова нафта и њени деривати),
- гасовита (земни гас).

- Битна карактеристика која одређује квалитет горива је његова топлотна моћ (h). То је количина која се ослободи при потпуном сагоревању јединице масе чврстих или течних горива (1 kg) или јединица запремине гасовитих горива (1 m^3).

- Нуклеарно гориво је материја која садржи атомска језгра која су погодна за покретање ланчаних нуклеарних процеса као што су нуклеарна фисија (тешки метали уранијум, плутонијум) и нуклеарна фузија (водоник).

Ложишта

- Ложиште је простор у коме се одвијају сложени физичко-хемијски процеси:

- ослобађање хемијске енергије горива,
- трансформисање хемијског горива у чврсте и гасовите продукте сагоревања,
- преношење дела топлотне енергије конструктивним деловима које окружују ложиште.

- Основни задатак ложишта јесте да обезбеди правилно и потпуно сагоревања горива као и хлађење продуката сагоревања до температура погодних да далји транспорт и одлагање.

Помоћни елементи парног котла

- У помоћне елементе парног котла спадају:

- арматура парног котла,
- носећа челична конструкција,
- преградни зидови.

- Арматура парног котла представља скуп уређаја и делова који чине саставни део система за транспорт погонских материја, радног тела, чврстих и гасовитих продуката сагоревања, а служе за регулацију, контролу и сигурносну заштиту (мерни уређаји, вентили итд.)

6.8. ТОПЛОТНИ МОТОРИ

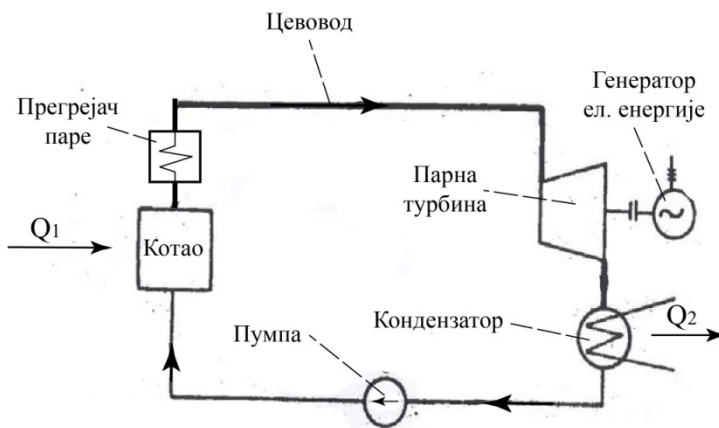
6.8.1. Парне турбине

- Парне турбине су уређаји који представљају конструкциону комбинацију топлотног мотора са спољашњим сагоревањем и турбомашина¹. Код њих се потенцијална енергија водене паре претвара у кинетичку енергију обртања ротора турбине.

- Оне се користе за погон бродова, разних машина у индустрији (пумпи, компресора, млинова итд.), а највише у енергетици за покретање електричних генератора у електранама и то због високог степен корисности, сигурности у раду и високог степена аутоматизације.

- Процес рада парно турбинског постројења:

- процес започиње увођењем воде у пумпу, која је сабија и диже водени притисак на жељену вредност,
- затим се доводи топлота тако да вода у цевима постројења почиње да кључа и најзад потпуно испарава, чиме се добија пара,
- пара се затим доводи до турбине и ту предаје део своје енергије ротору турбине, при чему јој пада притисак и шири се,
- пара која је обавила рад излази из турбине раширена и охлађена (и већ делимично кондензована) и сада је потребно додатно је охладити како би се вратила у почетно стање и кружни процес могао кренути изнова.



Шема постројења парне турбине.

- 1-2: Адијабатско ширење паре у парној турбини.
- 2-3: Изобарка кондензација паре у кондензатора.
- 3-4: Адијабатско сабијање течне фазе воде до притиска у котлу.
- 4-5: Изобарско загревање воде до њеног кључања до притиска котла.
- 5-6: Изобарско-изотермско испаравање у котлу.
- 6-1: Изобарско прегревање паре.

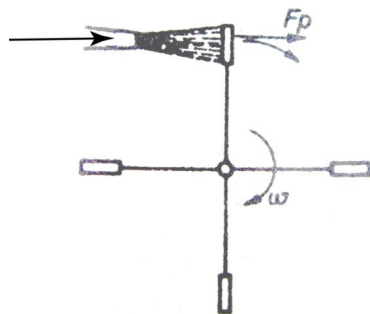


Основни теоријски циклус по којем раде парнотурбинска постројења (Ранкин-Клаузијусов циклус)

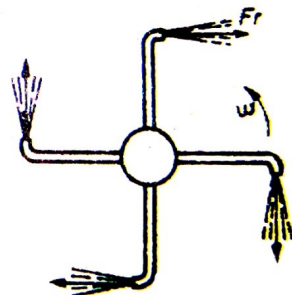
- Према начину дејства парне турбине се деле на:

- акционе (водена пара се усмерава у виду млаза на лопатице турбине и на тај начин на њих делује силом притиска (F_p) која их потискује, а то изазива обртно кретање ротора турбине),
- реакционе (водена пара се спроводи до млазница које су повезане са ротором па реакционом силом (F_r) изазивају ротацију истог),
- акционо-реакционе (функционишу комбинацијом рада претходна два типа турбина).

¹ У турбомашинама се рад директно добија преко обртног кретања радних делова када су у питању турбине, или се пак улаже путем обртног кретања ради повећања енергије гаса или течности која струји кроз машину (пумпе, вентилатори, компресори).

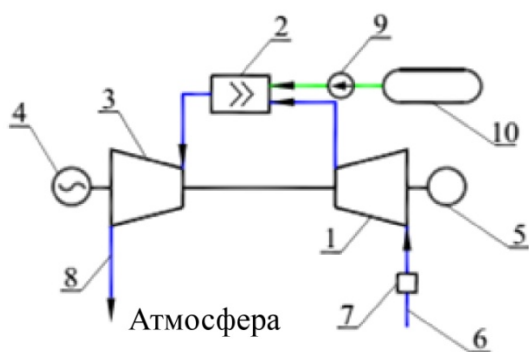


Принцип рада акционе турбине



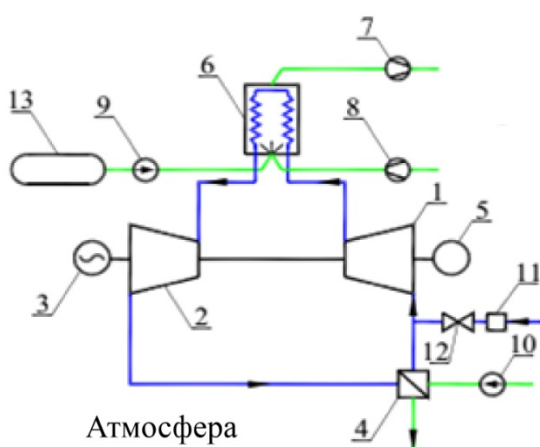
Принцип рада реакционе турбине

6.8.2. Гасне турбине



Отворени циклус гасно турбинског постројења.

- 1 - Компресор
- 2 - Комора за сагоревање
- 3 - Гасна турбина
- 4 - Електрични генератор
- 5 - Елетро мотор за стартовање
- 6 - Усисни хладни ваздух
- 7 - Филтер
- 8 - Излаз гасова из турбине
- 9 - Пумпа за гориво
- 10 - Резервоар за гориво



Затворении циклус гасно турбинског постројења

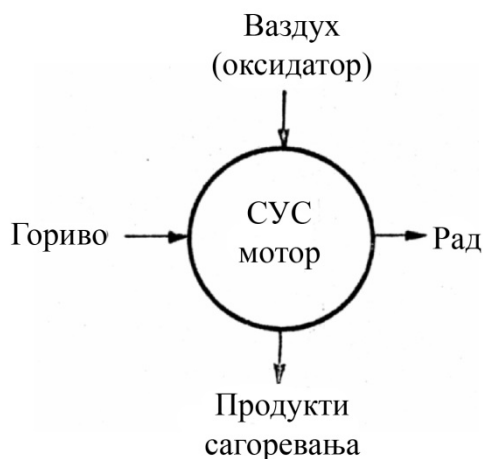
- 1- Компресор
- 2 - Гасна турбина
- 3 - Електрични генератор
- 4 - Хладњак ваздуха
- 5 - Стартни елетромотор
- 6 - Загрејач ваздуха
- 7 - Вентилатор димних гасова
- 8 - Вентилатор за ваздух
- 9 - Пумпа за гориво
- 10 - Пумпа расхладне воде
- 11 - Довод ваздуха са филтером
- 12 - Вентил за ваздух
- 13. Резервоар за гориво

- Гасне турбине су уређаји који представљају конструкциону комбинацију топлотног мотора са унутрашњим сагоревањем и турбомашина. Код њих се потенцијална енергија гасовитих продуката сагоревања претвара у кинетичку енергију обртања ротора турбине.

- Користе се као погон код бродова, локомотива, друмских возила, хеликоптера, авиона, електричних генератора итд.

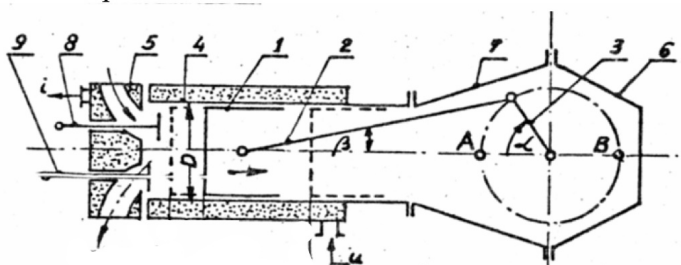
- Процес рада гасних турбина започиње сабијањем ваздуха помоћу компресора, ваздух се потом уводи у комору заједно са горивом где се мешају и ту сагоревају на сталном притиску, проток формираних продуката сагоревања покрећу турбину при чему се део механичког рада троши на погон компресора док се остатак користи за покретање неке друге радне машине.
- Према типу граница термодинамичком система, гасно турбинска постројења се деле на отворени и затворени тип.

6.8.3 СУС мотори



Принцип рада СУС мотора.

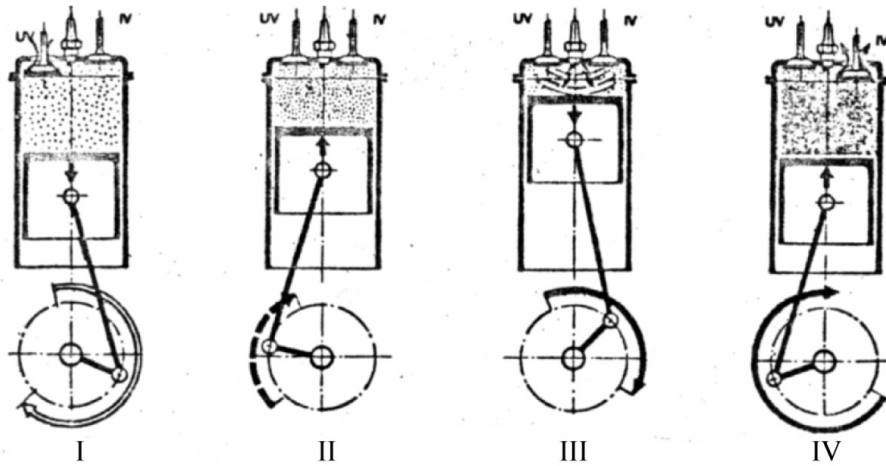
- Мотори са унутрашњим сагоревањем носе тај назив из разлога добијања топлоте сагоревањем горива унутар самог цилиндра чиме се повећава њихов енергетски потенцијал. Експанзијом (ширењем) гасовитих продуката сагоревања у радном простору (клипу) мотора, значајан део топлотне енергије настале сагоревањем претвара се у механички рад.
- Непрекидни рад мотора постиже се кружним процесом, у којем величине стања p , V , T радне материје на крају сваког циклуса увек достижу почетне вредности. Према начину довођења топлоте разликују се:
 1. мотори с довођењем топлоте при константној запремини (Ото-бензински мотори),
 2. мотори с довођењем топлоте при константном притиску, тзв. (Дизел мотори),
 3. мотори с мешовитим довођењем топлоте (при константној запремини и константном притиску, тзв. Сабатеови мотори).
- За сва три горе наведена типа мотора одвођење топлоте је при константној запремини.



На слици је приказан клипни мотор са основним елементима и величинама (1-клип, 2-клипњача, 3-колеласто вратило, 4-цилиндр, 5-цилиндарска глава, 6-доњи део моторске кућице, 7-горњи део моторске кућице, 8-усисни вентил, 9-издувни вентил, u-улаз течности за хлађење, i-излаз течности за хлађење).

Радни циклус четворотактног мотора

- Радни циклус четворотактног мотора (четири хода клипа - 2 пуна окрета осовине) састоји се од 4 такта: I такт - усисавање, II такт - сабијање или компресија, III такт - ширења или експанзија, IV такт - издувавање.



На слици је дат редослед одвијања радног циклуса четворотактног мотора.

- Код Дизел мотора усисава се и сабија само ваздух (гориво се убризгава тек на крају сабијања), а код Ото-бензинског мотора смеша горива и ваздуха се усисава и потом сабија.

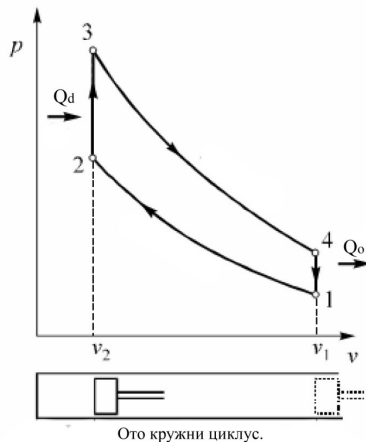
- Теоријски Отов кружни процес састоји се из:

- 2 адијабате: 1-2 сабијање и 3-4 ширење,
- 2 изохоре: 2-3 сагоревање при константној запремини и 4-1 издувавање, представљено као одвођење топлоте при константној запремини.

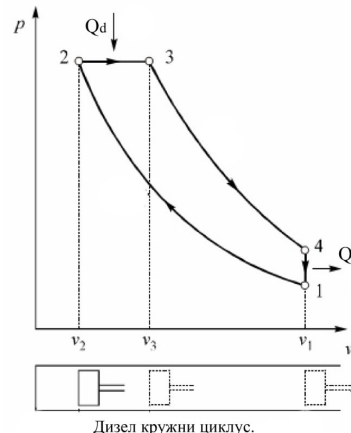
- Теоријски Дизелов кружни процес састоји се из:

- 2 адијабате, 1-2 сабијање и 3-4 ширење,
- 1 изобаре, 2-3 сагоревање,
- 1 изохоре. 4-1 издувавање

- Код деснокретног циклуса изобарским процесом 2-3 топлота се доводи у систем док се изохарским процесом 4-1 предаје околини и као таква се не може искористити за добијање рада.



Ото кружни циклус.



Дизел кружни циклус.

6.9. ПОДСИСТЕМИ ТОПЛОТНИХ МОТОРА

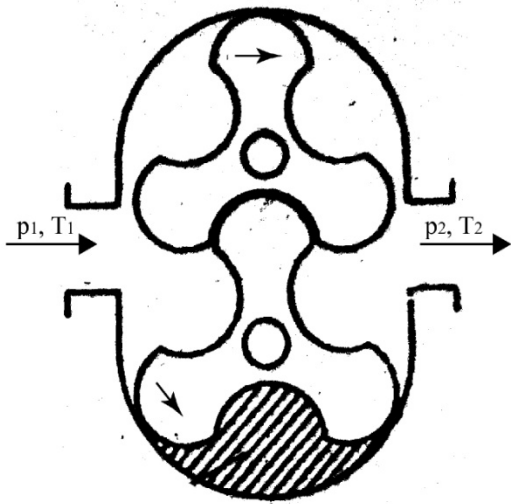
6.9.1. Компресори

- Компресори су радне машине који сабијају неки гас или пару на знатно виши притисак (односно гасовима повећавају енергетски ниво тако што механичку енергију погонске машине претварају у притисну тј. кинетичку енергију гаса, а делом је претварају и у топлоту).

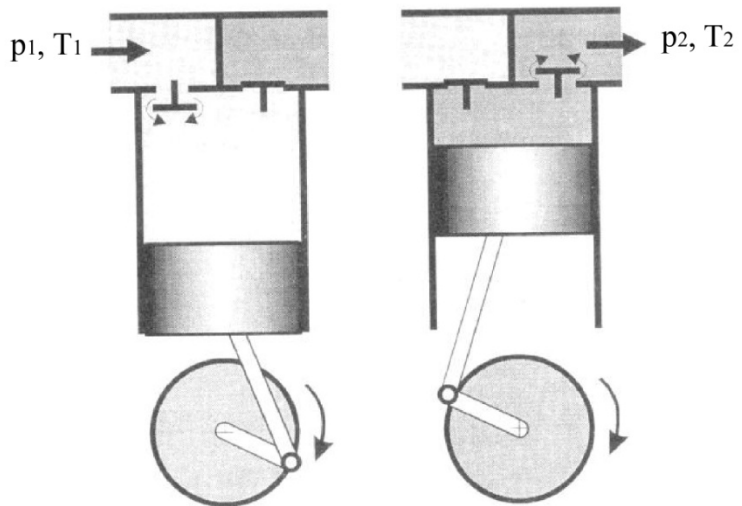
- Погонска машина покреће клип (или ротор) компресора који сабија ваздух који се потом кроз повратни вентил и пречишћивач складишти у резервоар за компримовани ваздух. У резервоару је ваздух под одређеним притиском и преко испусне славине, када је то потребно, транспортује се ка потрошачу. Тако компримовани ваздух тј. гас може да се употребљава за покретање пнеуматских алата, пнеуматски транспорт, погон гасних турбина, погон високих и металуршких пећи.... У техници хлађења сабијање паре радног тела омогућава одвијање левокретног кружног процеса и остваривање хлађења испод околне температуре све до екстремно ниских температура.

- Према начину рада компресори се деле на:

- компресоре са праволинијским кретањем клипа,
- динамичке - струјне компресоре.



Принцип рада струјног компресора.



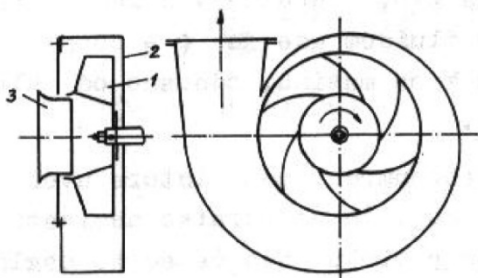
Принцип рада клипног компресора.

6.9.2. Вентилатори

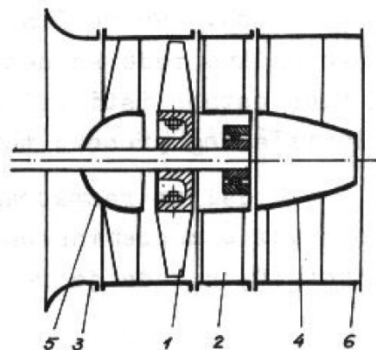
- Вентилатори су турбомашине помоћу којих се могу вршити транспорт, измена и мешање ваздуха (или неког другог гаса) у циљу остваривања бољих карактеристика неког радног система (хлађење), вентилације, климатизације, итд.

- Принцип рада се заснива на динамичком узајамном деловању лопатице радног кола вентилатора и гасовитог флуида који кроз њих струји (радно коло окреће се одређеном угаоном брзином и преко лопатица предаје механичку енергију флуиду тј. потискује га и на тај начин омогућава транспорт истог у жељеном правцу).

- Зависно од смера струјања флуида у односу на радно коло (ротор) вентилатора исте делимо на аксијалне и центрифугалне (радијалне).



Центрифугални (радијални) вентилатор
(1-радно коло, 2-спирала, 3-улазни део).



Аксијални вентилатор
(1-радно коло, 2-дифузор,
3-кућиште, 4-задњи део главчине,
5-предни део главчине, 6-излазни
део).

6.9.3 Кондензатори

- Кондензација је процес при коме материја из гасовитог агрегатног стања прелази у течну. Овај процес се у техници обавља у посебним уређајима - кондензаторима.
- Примена кондензатора код парних турбина омогућава ширење паре до веома малих притисака. На тај начин се обезбеђује потпуно коришћење топлотне енергије водене паре, уз добијања кондензата који се користи за циклично напајање котловског система водом чиме се постижу значајне енергетске уштеде.
- Кондензатори могу бити:
 - са мешањем паре и расхладне воде,
 - површински кондензатори.