



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENÍU

256554
(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴
G 01 N 25/56

(22) Prihlášené 02 01 85
(21) (PV 54-85)

(40) Zverejnené 17 09 87

(45) Vydané 15 11 88

(75)

Autor vynálezu

PAVELICA MILAN ing., KOŠICE

(54) Horizontálny stavebnicový kalorimeter na meranie vlhkosti pary

1

Vynález sa týka horizontálneho stavebnicového kalorimetra na meranie vlhkosti pary kalorimetrickou metódou, t. j. metódou využívania zmien jej termodynamických vlastností pri zmene stavových veličín.

Doposiaľ známe kalorimetre určené k meraniu vlhkosti sú vyvíjané ako jednoúčelové pre každú tlakovú a vlhkosťnú hladinu zvlášť s určením rozsahu tlaku a vlhkosti, čím vznikol rad jednoúčelových kalorimetrov. Napríklad pre meranie vlhkosti pary na vstupe a jej stúpanie na rôznych tlakových hladinách po postupnej expanzii v lopatkovanej turbíne na sýtu alebo mokrú paru používajú sa: na vstupe suchej sýtej pary do turbíny kalorimeter redukčný dvojstupňový v stromčekovom usporiadaní labyrintov, pričom po odparení vlhkosti redukciami je prevedený medziodber prehriatej pary k odvedeniu časti vzorku do odpadu a len časť vzorku je ďalej upravovaná k meraniu a vyhodnoteniu vlhkosti. Medziodber vzorku z kalorimetra sa robí z tých dôvodov, že k zmeraniu vlhkosti a zaisteniu izokinetičnosti odberu je potrebné odobrať určité množstvo reprezentatívneho vzorku. Pri vysokých tlakoch a nízkych merných objemoch pary je možné v nátokových labyrintoch zaistiť prietokové pomery nimi pri ich malom priemere a axiálnej vóli, horšie však je tomu

2

pri redukcii tlaku a zvýšení objemu pary, keď všetok odobratý vzorok k prietoku až na atmosférický tlak by potreboval labyrinty veľkých priemerov. Kvôli zníženiu priemerov výstupných labyrintov prevádza sa medziodber pary do odpadu, znižuje sa prietok pary a tým aj priemery labyrintov. Redukčné kalorimetre súčasnej konštrukcie prevádzajú sa ako jednopruďe, čo má za následok vysoké ošové sily pôsobiace na predstaviteľnú časť labyrintov. Z dôvodov vysokých ošových síl nie je možné za prevádzky ošovú vólu labyrintov meniť, regulácia izokinetičnosti odberu vzorku prevádza sa predradeným ručným regulačným ventilom. Pri malých tlakových rozdieloch pri podtlakovej hladine a vlhkosti pary do max. 6 % používajú sa kalorimetre s vykurovanou nárazovou doštičkou a dvojstupňovým ohrevom vzorku. Na nárazovej doštičke postavenej do prúdu pary mala by sa nárazom na ohriatu doštičku odpariť kvapalná fáza, v čom ale nie je istota preto, že nárazom môžu väčšie kvapky separovať a po sústreďení v dolnej časti kalorimetra separovaná vlhkosť v podobe kondenzátu môže odtekať, čím sa úplne stráca z ďalšieho procesu merania. Tým sa skreslí hľadaná vlhkosť. Zabráneniu uvedeným chybám predpisuje sa dolná hranica vlhkosti, ktorá však

dopredu nie je známa, z čoho vyplýva, že môže byť prekročená a tým skreslený konečný výsledok. Pre meranie vlhkosti za vysokotlakým dielom turbíny MW₀ na mokrú paru, kde je vlhkosť približne 14 % pri tlaku 0,5 MPa bolo použité oboch vpredu uvedených princípov merania vlhkosti. Výsledky v oboch prípadoch, ako vyplýva z literatúry, sú oprávnené spochybňované. U oboch princípov merania na vyššie uvedenej tlakovej a vlhkostnej hladiny sa uvádza spochybnenie, že žiadnou z použitých metód nie je možné vlhkosť 14 % odpariť, lebo táto separuje už na kolenách prírodných potrubí ku kalorimetrom, tečie v podobe kondzátu spodkom potrubia, ktorý sa v kalorimetroch už neodparí, čím sa dospeje ku chybným výsledkom.

Podstata horizontálneho stavebnicového kalorimetra na meranie vlhkosti pary podľa uvedeného vynálezu spočíva v tom, že pozostáva z prírodného potrubia surového vzorku pary napojeného na odlučovač vlhkosti, v ktorom je namontovaný teplomer, zatiaľ čo zmenšovacia komora je oddelená od odlučovača prepážkou a sitom, pričom odlučovač je kanálom spojený s odparovačom kondenzátu, v ktorom sú uložené výhrevné telesá, pričom odparovač je prepojený potrubím, v ktorom je namontovaný teplomer so zmenšovacou komorou, ktorá je prepojená otvorom s priestorom, ktorý naväzuje otvorom na dvojprúdové redukčné dvojkolie, ktorého pohyblivé kolá oboch prúdov sú v závitovom spojení s hriadeľom, ale zároveň zaistené proti otočeniu perami, pričom za redukčným dvojkolím je priestor merania teplôt, ktorý je otvorom okolo hriadeľa spojený s priestorom prvého stupňa prehrievacieho telesa, pričom tento priestor je po vonkajšom obvode prepojený otvorom s priestorom merania teplôt za prvým stupňom prehrievania. Konštrukčné usporiadanie druhého stupňa ohrevu, nátok vzorku pary do prehrievacieho priestoru, odvod ako i meranie stavových veličín za druhým stupňom ohrevu je rovnaké ako u stupňa prvého z tých dôvodov nie je opisované. Kalorimeter, ako vyplýva z popisu, má zrkadlové usporiadanie prúdov.

Výhody tohoto riešenia spočívajú v prvom rade v tom, že je vylúčená akákoľvek pochybnosť o skreslení nameranej veličiny z toho dôvodu, že nie všetka akýmkoľvek spôsobom vyzrážaná vlhkosť unikne bez toho, aby jej prítomnosť kalorimetrom nebola zaznamenaná, ďalšou výhodou je, že stavebnicovým usporiadaním funkčných častí a vhodným umiestnením meracích čísiel kalorimeter je možné výmenou funkčných častí použiť univerzálne pre každú tlakovú a vlhkosťnú hladinu v rozsahu tlakov a vlhkosti dnešných zariadení sekundárneho okruhu jadrových zdrojov. Hlavné výhody horizontálneho usporiadania kalorimetra spolu s mechanickým dvojkomorovým odlučovačom a návazne odparovačom je, že toto

riešenie umožňuje stabilizovať vzorok pary po stránke vlhkosti pred redukčnou časťou nezávisle na tlakovej hladine. Dvojprúdové výmenné redukčné riešenie kalorimetra má rad výhod, a to predovšetkým v tom, že pri meraní vlhkosti na nižších tlakových hladinách než 0,5 MPa pri zaistení dvojnásobného hmotového toku vzorku dvoma prúdmi umožní ľahkú manipuláciu pri nastavení izokinetického vzorku za prevádzky: pri dvojprúdom usporiadaní s prúdmi orientovanými proti sebe osovú silu prúdov pary sa navzájom rušia. Ďalšia výhoda dvojprúdového usporiadania redukčnej časti je v tom, že je samoregulovateľné po stránke osovej vzdialenosti labyrintov oboch prúdov a ich väzbu na geometrické rozmery a presnosť výroby labyrintových kôl. V prípade výrobných odchýliek medzi labyrintovými dvojkolami tento vplyv na priebeh redukcie tlaku v oboch prúdoch bude eliminovaný pri vyšších tlakových hladinách samoreguláciou osových síl, ktoré prevádzkovú osovú vôľu nastaví tak, aby došlo k ich statickej rovnováhe, čo je zárukou, že redukcia tlaku vzorku v oboch prúdoch bude prebiehať rovnako, a teda dá sa čakať zhodnosť parametrov oboch prúdov za redukčnou časťou. Po nastavení redukčnej časti poloha redukčných dvojkôl bude zaistená obojstrannými osovými ložiskami k zabráneniu prípadného kmitania. U nižších tlakov a podtlakov, pri ktorých sa stráca redukčný charakter kalorimetra, redukčná časť po výmene dvojkôl s menším počtom labyrintov bude plniť len funkciu regulácie izokinetičnosti vzorku. Za dvojprúdom redukčnou časťou kalorimeter v oboch prúdoch naväzuje dvoma ohrevmi vzorku, ktoré sú od seba po stránke tepelnej oddelené, pričom každé výhrevné teleso po oboch stranách je opatrené špirálovými rebrami na jednej ľavo a na druhej pravotočivými, a to za tým účelom, aby došlo k výdatnému premiešaniu, a teda k stabilizácii vzorku pary pred vstupom do priestoru merania teplôt. V opačnom prípade pred vstupom do meracieho priestoru teplôt by bolo potrebné previesť stabilizačný teplotný priestor, čím kalorimeter po stránke osových rozmerov by sa zväčšoval.

Príklad prevedenia takéhoto kalorimetra je uvedený na priložených obrázkoch. Na obr. 1 značenom rez A—A je zobrazený priečny rez kalorimetrom, a to jeho najdôležitejšou časťou, t. j. prírodným potrubím odobratého vzorku pary, dvojkomorovým odlučovačom, odparovačom a prírodným priestorom stabilizovanej pary po stránke vlhkosti k redukčnej dvojprúdej časti. Obr. 2 predstavuje v časti pozdĺžny rez kalorimetrom, v druhej časti — prúde v pohľade. Obe časti sú symetrické. Obr. 3 značený rez C—C znázorňuje spôsob prevodu vzorku pary z priestoru prvého stupňa ohrevu do priestoru merania teplôt, obr. 4 značený rez B—B

znázorňuje pohľad na rebrované výhrevné teleso. Izokinetický odolratý vzorek mokrej pary sondou z miesta merania je privádzaný prepojovacím potrubím do kalorimetra (obr. 1) rúrou 1 a vstupuje po zmeraní teploty teplomerom 2 do priestoru odlučovača 3. Separovaná vlhkosť v odbernej sonde, privodnom potrubí s odstredivou silou v odlučovači sa sústreďuje v dolnej časti odlučovača, prepadá spojovacím kanálom 4 do priestoru odparovača 5, v ktorom sa prostredníctvom výhrevných telies 6 odparí. Vyvinutá para sústreďuje sa v hornej časti odparovača, odkiaľ sa odvádza prepojovacím potrubím 7 po zmeraní teploty prehriatia teplomerom 8 do zmenšovacej komory 9, kde sa mieša s odlúčenou suchou sýtou parou prúdiacou z priestoru odlučovača 3 vlhkosti cez sito 10. Preniku vyzrážaného kondenzátu z priestoru odlučovača 3 do zmenšovacej komory 9 je bránené priehradkou 11. Po stránke funkčnej treba zdôrazniť, že kvalitu odlúčeného kondenzátu od suchej sýtej pary znásobuje jednak práve horizontálne konštrukčné riešenie kalorimetra, konštrukčné riešenie sita 10 a prepážky 11 naviac s odlučovačom a situovaním odvodného otvoru 12 v hornej časti zmenšovacej komory 9. Toto konštrukčné riešenie stabilizácie parametrov pary po stránke vlhkosti pred redukčnou časťou kalorimetra je zárukou dobrého odlúčenia. Zo zmenšovacej komory 9 vzorok pary prechádza otvorom 12 do priestoru pred redukčnou časťou 13 (obr. 2), kde sa delí na dva samostatné prúdy. Otvorom 14 vstupuje do labyrintov statických a posuvných labyrintových dvojkôl 15. Pohyblivé labyrintové kolá je možné osove posúvať prostredníctvom skrutkového hriadeľa 17. Otáčaním hriadeľa, ktorý je v závitovom spojení s posuvnými kolami (ľavé kolo má ľavý závit, pravé kolo závit pravý), ktoré sú zaistené proti otáčaniu drážkou a perom 18. Labyrintové kolá sa buď budú približovať k statickým labyrintom alebo vzdialovať. Tým sa bude meniť osová vôľa labyrintov. Osová vzdialenosť labyrintov do 1 mm bude merané nóniom na stupnici osového ložiska 19, nad 1 mm jednak nóniom 19 a počet otočení nastavovacieho mechanizmu aj matkou 20, ktorá má rovnaké stúpanie ako závit pohyblivého labyrintového kola 15. Tým bude možné sledovať po ohriatí kalorimetra skutočnú osovú vzdialenosť labyrintov na 0,01 milimetra. Ako bolo uvedené vpredu, nielen labyrintové dvojkolie 15 bude možné pre každú tlakovú hladinu ľahko meniť, ale aj iné funkčné časti vynechať podľa výšky hladiny vlhkosti. Z dôvodov výmeny kalorimeter je navrhnutý ako dvojplášťový. Po vyskrutkovaní teplomerných jímok z priestoru 21 merania teplôt a príslušných skrutiek prírub vnútorného a vonkajšieho plášťa celú vnútornú časť, ktorá je dokopy stiahnutá skrutkami 22, tieto je možné z

kalorimetra vytiahnuť a previesť výmenu labyrintových dvojkôl 15, alebo vymontovať prebytočné funkčné časti podľa tlakovej a vlhkostnej hladiny. Uvažované je s tromi variantami výmeny labyrintových dvojkôl, ktoré obsiahnu všetky uvažované tlakové hladiny, ktoré sa vyskytnú pri meraniach vlhkosti na turbínach 220 MW. Po redukcii tlaku a nastavení izokinetického vzorku za redukčnými kolami je marená teplomeri teplota v priestore 21 merania teplôt. Pri meraní teploty vzorok prúdi okolo teplomerov smerom k stredu kalorimetra a prechádza otvorom v deliacej stene do priestoru špirály prvého prehrievacieho telesa 16, kde sa ohrieva na teplotu o 20 °C vyššiu, než je teplota sýtosti pri danom tlaku. Deliace steny priestorov prehrievacích telies a priestorov merania teplôt, ako vyplýva z obr. 1 sú delené a tepelne izolované, aby nedošlo k ovplyvneniu nameraných teplôt sálaním prehrievacích telies. Pri ohreve vzorok pary prúdi smerom od stredu k obvodu kalorimetra, pričom dráha pary je zväčšená prúdením v kanáloch vytvorených rebrami (obr. 4). Rebrá kanálov prehrievacích telies, ktoré zväčšujú ich výhrevnú plochu sú na ľavej strane výhrevnej plochy ľavotočivé, na pravej pravotočivé a to z tých dôvodov, aby na výstupe z prehrievacích telies došlo k dodatočnému dokonalému premiešaniu vzorku. Po premiešaní vzorok prechádza (obr. 3) medzikruhovými otvormi 23 do priestoru 21 merania teplôt za prvým stupňom ohrevu. Aby nedošlo k ovplyvneniu teplomerov sálavým teplom prehrievacích telies teplomerné jímky sú chránené proti sálavému teplu rebrami 24 (obr. 3). Technické riešenie druhého stupňa ohrevu, ako je meranie teplôt za týmto ohrevom je rovnaké, ako prvého stupňa, z tých dôvodov nie je nutné ho popisovať. V druhom stupni ohrevu vzorok pary sa ohrieva na teplotu 200 °C. Po ohriatí vzorok vstupuje do zberného priestoru 25 (obr. 2), z ktorého sa doprava do odpadu. Popis funkcie vpredu bol prevedený na ľavú časť kalorimetra. Pravá časť je však zrkadlovým usporiadaním ľavej, z tých dôvodov nie je nutné ju opisovať. Na obrázkoch uvedený kalorimeter je kreslený v usporiadaní pre meranie extrémne vysokých vlhkostí, prakticky od 100 % do 6 % obsahu vody v pare a po výmene redukčných dvojkôl 15 na akejkolvek tlakovej hladine. Pri meraní nižšej vlhkosti než 6 % je potrebné demontovať odparovač 5 a vzniklé otvory uzavrie zaslepovacími prírubami. Pri meraní vlhkosti menšej ako 6 % demontujú sa aj telesá ohrievacieho priestoru 16 druhého stupňa ohrevu. Voľný priestor vnútorného plášťa kalorimetra sa vyplní vložkou.

Vynález možno použiť k meraniu vlhkosti pary na všetkých tlakových hladinách, ktoré sa vyskytujú v sekundárnych okruhoch jadrových elektrární, t. j. mimo neregulova-

ných odberov pre regeneráciu kondenzátu aj pre meranie vlhkosti na vstupe a rôznych priestoroch medzitelesového separátora, na

výstupe pary z turbíny a v rôznych priestoroch parogenerátorov a podobne.

PREDMET VYNÁLEZU

1. Horizontálny stavebnicový kalorimeter na meranie vlhkosti pary, vyznačený tým, že pozostáva z prívodného potrubia (1) surového vzorku pary napojeného na odlučovač vlhkosti (3), v ktorom je namontovaný teplomer (2), zatiaľ čo zmešovacia komora (9) je oddelená od odlučovača (3) prepážkou (11) a sitom (10), pričom odlučovač (3) je kanálom (4) spojený s odparovačom (5) kondenzátu, v ktorom sú uložené výhrevné telesá (6), pričom odparovač (5) je prepojený potrubím (7), v ktorom je namontovaný teplomer (8) so zmešovacou komorou (9), ktorá je prepojená otvorom (12) s priestorom (13), ktorý naväzuje otvormi (14) na dvojprúdové redukčné dvojkole (15), ktorého pohyblivé kolá oboch prúdov sú v závitovom spojení s hriadeľom (17), ale zároveň zaistené proti otočeniu perami (18), pričom za redukčným dvojkolím (15) je priestor (21) merania teplôt, ktorý je otvorom okolo hriadeľa (17) spojený s priestorom prvého stupňa prehrievacieho telesa (16), pričom tento priestor je po vonkajšom obvode prepojený otvorom (23) s priestorom (21) merania teplôt za prvým stupňom prehrievania, ktorý ďalej je spojený otvorom okolo hriadeľa (17) s priestorom druhého stupňa prehrievania (16), pričom druhý stupeň prehrievania (16) naväzuje na priestor (21) merania teplôt druhého stupňa ohrevu otvorom, ktorý je vytvorený po obvode plášťa, pričom priestor merania tep-

lôt za druhým stupňom prehrievania je spojený otvorom okolo hriadeľa (17) so zberným priestorom (25) a ďalej s odpadným potrubím (26) a (27).

2. Horizontálny stavebnicový kalorimeter podľa bodu 1, vyznačený tým, že dvojprúdové usporiadanie redukčných dvojkôl (15) má prúdy orientované proti sebe.

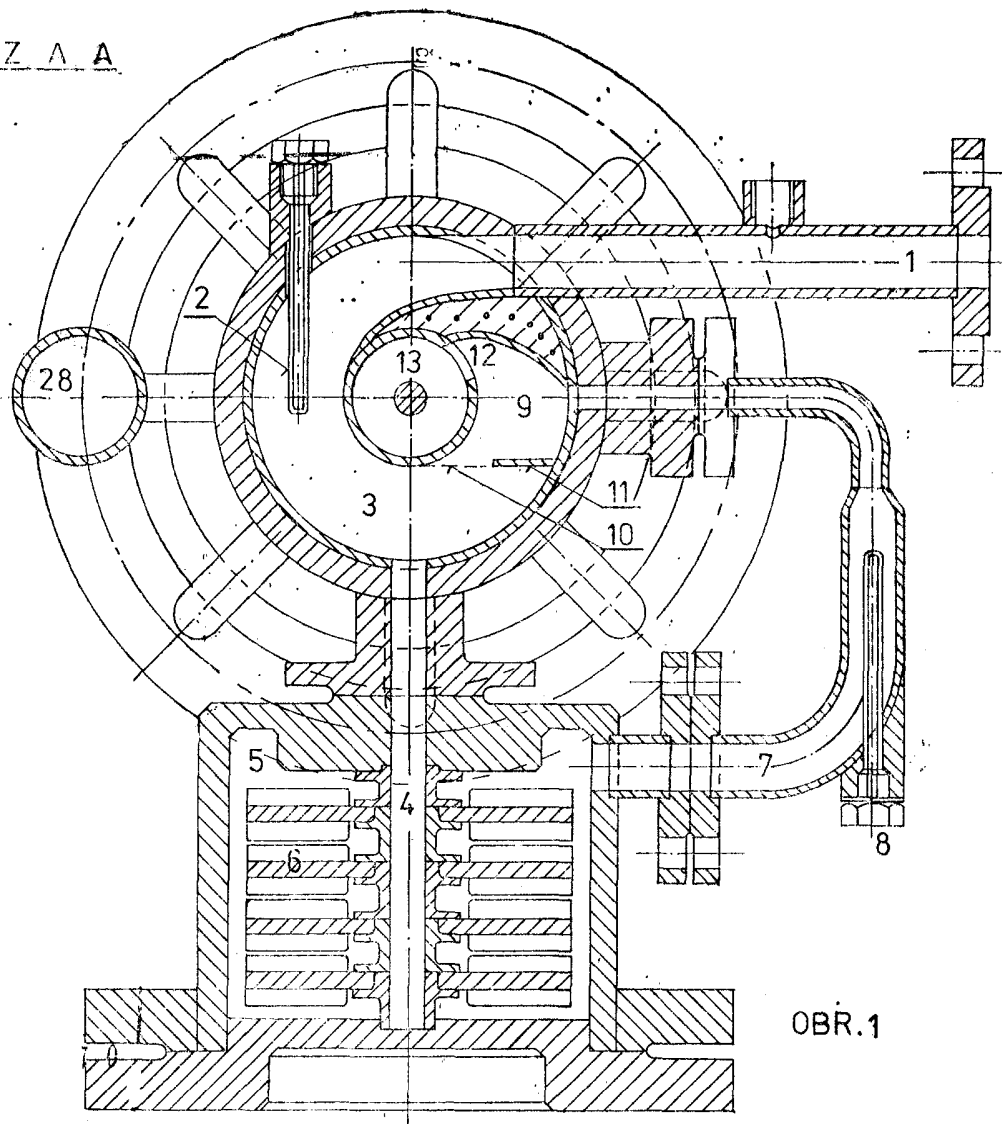
3. Horizontálny stavebnicový kalorimeter podľa bodu 1, vyznačený tým, že osove pohyblivé kolá redukčných dvojkôl (15) sú v závitovom spojení s hriadeľom (17), pričom pohyblivé kolo jedného prúdu má závit po stránke chodu orientovaný obrátene než pohyblivé kolo druhého prúdu, pričom osove pohyblivé kolá prúdov sú zaistené proti otočeniu perami (18).

4. Horizontálny stavebnicový kalorimeter podľa bodu 1, vyznačený tým, že redukčné dvojkolia (15) oboch prúdov majú kruhové labyrinty usporiadané radiálne a odstupňované smerom od stredu k obvodu.

5. Horizontálny stavebnicový kalorimeter podľa bodu 1, vyznačený tým, že redukčné dvojkolia (15) oboch prúdov sú meniteľné podľa výšky tlakovej hladiny.

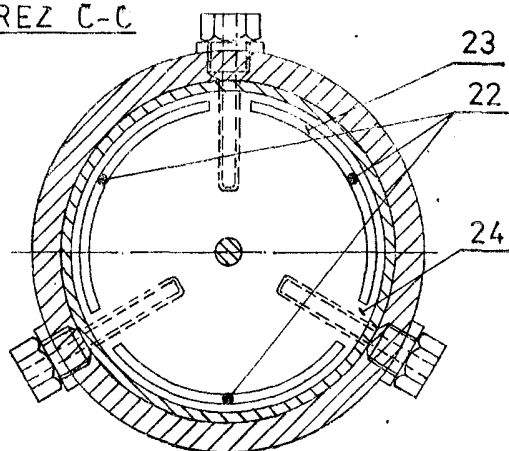
6. Horizontálny stavebnicový kalorimeter podľa bodu 1, vyznačený tým, že výhrevné telesá prehrievacieho priestoru (16) majú na čelách špirálovo usporiadané rebrá, pričom na jednej strane ľavo a na druhej pravotočivé.

REZ A-A



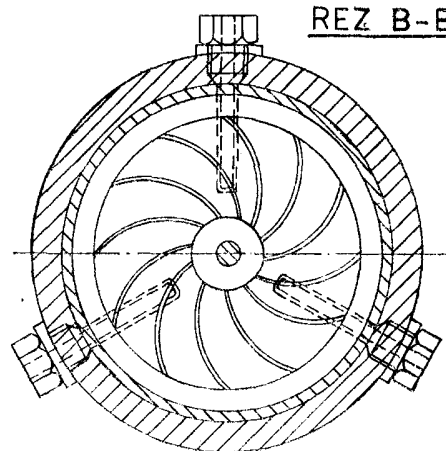
OBR.1

REZ C-C



OBR.3

REZ B-B



OBR.4

