

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

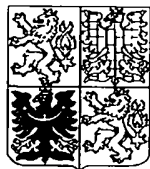
1990 - 3356

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

F 25 B 1/00

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **04.07.1990**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **09.07.1989**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1989/NO8900089**

(33) Země priority: **WO**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **16.08.2000**
(Věstník č. 8/2000)

(71) Přihlašovatel:

SINVENT AS, Trondheim, NO;

(72) Původce:

Lorentzen Gustav, Trondheim, NO;

(74) Zástupce:

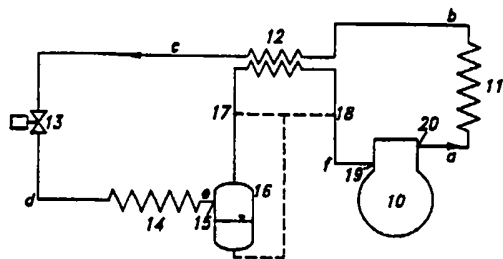
Korejzová Zdeňka JUDr., Praha 1, 11000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob regulování výkonu parního
kompresorového okruhu**

(57) Anotace:

Způsob regulování výkonu parního kompresorového okruhu, obsahujícího kompresor (10), chladič (11), škrticí prostředky (13) a výparník (14), zapojené do série a tvořící integrální uzavřený okruh, pracující na vysokotlaké straně okruhu se reguluje změnou okamžitého množství chladiva obsaženého na vysokotlaké straně okruhu a tato regulace se provádí měněním množství chladiva obsaženého na vysokotlaké straně okruhu a tato regulace se provádí měněním množství chladiva obsaženého ve vyrovnávacím zásobníku, vřazeném do okruhu, přičemž zvyšování tlaku se uskutečňuje snižováním množství chladiva v uvedeném vyrovnávacím zásobníku a naopak a tím se působí na specifický výkon okruhu.



Způsob regulování výkonu parního kompresorového okruhu

Oblast techniky

Vynález se týká zařízení s kompresním parním chladičím cyklem, jako chladičů, klimatizačních jednotek a tepelných čerpadel při užití chladiva, pracujícího v uzavřeném okruhu za nadkritických podmínek, a zejména ~~také~~ způsobu modulování a regulace výkonu takových zařízení.

Dosavadní stav techniky

Obvyklý parní kompresorový okruh pro účely chlazení, klimatizace nebo tepelných čerpadel je v zásadě znázorněn na obr. 1. Zařízení sestává z kompresoru, kondenzačního výměníku tepla, škrticího ventilu a odpařovacího výměníku tepla. Tyto složky jsou spojeny v okruhu s uzavřeným ^{přítokem} tokem, ve kterém je uváděno do oběhu chladivo. Pracovní princip zařízení s parním chladičím cyklem je následující: tlak a teplota páry chladiva se kompresorem zvýší, než vstoupí do kondenzátoru, kde se ochladí a kondenzuje, přičemž odevzdá teplo sekundárnímu chladivu. Vysokotlaká kapalina se pak expanzním ventilem srazí na tlak a teplotu výparníku. Ve výparníku chladivo vře a) absorbuje teplo ze svého okolí. Pára se na výstupu z výparníku odvádí do kompresoru, čímž je cyklus uzavřen.

Obvyklá zařízení s parním kompresorovým okruhem užívají chladiv (jako například R-12, CF_2Cl_2), pracujících zcela při podkritických tlacích. Jako chladiva lze užít celé řady různých látek nebo směsí látek. Volba chladiva je mimo jiné ovlivňována kondenzační teplotou, jelikož kritická teplota tekutiny bude horní mez pro nastávající kondenzaci. Za účelem udržení přijatelné účinnosti je normálně žádoucí použít chladiva s kritickou teplotou nejméně 20 až 30 K nad kondenzační

teplotou. Při konstrukci a provozu běžných soustav se obvykle obcházejí teploty blízké kritické teplotě.

O dnešní technologii pojednává literatura velmi podrobně, jak lze zjistit například v "Handbooks of American Society of Heating", "Refrigerating and Air Conditioning Engineers Inc., Fundamentals 1989" a "Refrigeration 1986".

Okolnost, že dnes běžně užívaná chladiva (halogenované uhlovodíky) ničí ozónovou vrstvu zeměkoule, vedla k silné mezinárodní ^{re}akci, aby používání těchto tekutin bylo sníženo nebo zapovězeno. Je zde tedy nezbytně zapotřebí nalézt vhodné alternativy dosavadní technologie.

Řízení výkonu u běžných zařízení parních kompresorových okruhů se dosahuje hlavně regulací ~~průtokového množství~~ ^{průtokového množství} chladiva procházejícího výparníkem. To se provádí například regulací výkonu kompresoru, přiškrcováním nebo ~~obtokem~~ ^{obtokem}. Tyto postupy zahrnují složitější průtočný okruh a ~~složky~~ ^{složky}, nutnost přídavného vybavení a příslušenství, sníženou účinnost dílčího zatížení a jiné komplikace.

Obvyklým typem zařízení pro regulaci ~~kapaliny~~ ^{kapaliny} je termostatický expanzní ventil, který ~~je řízen~~ ^{ovládá} přehřátím ~~Správně~~ ^{na výstupu z výparníku} činnosti ventilu při proměnlivých pracovních podmínkách se dosáhne použitím velké části výparníku pro přehřívání chladiva, což vede k nízkému koeficientu přenosu tepla.

Kromě toho nastává odvádění teploty v kondenzátoru ~~X~~ obvyklým parním kompresorovým okruhem hlavně při konstantní teplotě. Termodynamické ztráty proto nastávají v důsledku velkých rozdílů teploty, když se teplo odevzdává sekundárnímu chladivu s velkým nárůstem teploty, jako při aplikacích ~~X~~ tepelným čerpadlem nebo když je dostupný ~~tož~~ ^{průtok} sekundární ~~průtok~~ chladiva malý.

Provoz parního kompresorového okruhu za nadkritických podmínek byl do určité míry prováděn již dříve. Až do doby, kdy se uplatnily halogenované uhlovodíky před 40 až 50 lety, ^{2.} ^{1.} užívalo se běžně CO₂ jako chladiva, zejména pro chlazení na

5 lodích a chlazení zásob a nákladu. Příležitostně, zejména když loď projížděla tropickými oblastmi, mohla být chladicí teplota mořské vody příliš vysoká ~~než aby~~ ^{po četném} prováděta normální kondenzace, a zařízení pracovalo s nadkritickou teplotou na ^{vysokollabě} ~~normální~~ straně. Kritická teplota pro CO₂ je -31 °C. V této si-
10 tuaci byla praxe taková, že se obsah chladiva ~~zvětšil~~ ^{zvětšoval} na ~~vyšší~~ ^{vyšší} straně až do bodu, ~~kte~~ ^{po kterém} tlak na výpusti kompresoru ~~se zvý-~~ ^{dosáhl}
~~šil~~ ^{zvýšil} na 9 až 10 MPa, aby se chladicí výkon udržel na přijatel-
né úrovni. Technologie chlazení s CO₂ je popsána ve starší literatuře, například ^{v publikaci} ~~ve~~ P. Ostertag: "Kalteprozesse", Springer
15 1933 nebo ^{v publikaci} ~~ve~~ H.J. MacIntire: "Refrigeration Engineering", Wiley 1937.

Obvyklá praxe ve starších soustavách s CO₂ záležela v přidání dalšího množství chladiva z oddělených zásobních vál-
ců. Sběrač, zařazený za kondenzátorem normálním způsobem ne-
20 bude ^{vše} ~~schopen~~ ^{vyloučit} ~~konat~~ funkce zamýšlené vynálezem.

Jiná možnost zvýšení výkonu a účinnosti daného parního kompresorového okruhu pracujícího s nadkritickým tlakem na ^{vysokollabě} ~~normální~~ straně je známa z německého patentového spisu ^{DE} č. 278 095 (1912). Tento postup zahrnuje dvoustupňovou kompresi s ~~mezi-~~
25 ~~středním~~ ^{mezi} chlazením v nadkritické oblasti. Ve srovnání se stan-
dardním systémem ~~to~~ ^{to uspořádání} zahrnuje instalaci přidavného kompresoru nebo čerpadla a výměníku tepla.

^{Publ.ace} Příručka "Principles of Refrigeration", ^{autor} ~~od~~ W.B. Gosney, Cambridge Univ. Press 1982, poukazuje na některé zvláš-
30 nosti práce v blízkosti kritického tlaku. Navrhuje se, že by

zvýšení množství chladiva na vysokotlaké straně mohlo být provedeno dočasným uzavřením expansního ventilu, aby se určité množství chladiva z výparníku převedlo. Avšak zdůrazňuje se, že by tím měl výparník ^{vyhasnout} ~~nedostatek~~ kapaliny, což by způsobilo ^{snížení} ~~snížení~~ výkonu v době, kdy je jej nejvíce zapotřebí.

Podstata vynálezu

Předmětem vynálezu proto je vytvoření nového, zlepšeného, jednoduchého a účinného prostředku pro modulování a regulaci výkonu nadkritického parního kompresorového okruhu při odstranění shora uvedených nevýhod a nedostatků dřívějšího stavu techniky.

Dalším účelem vynálezu je vytvořit parní kompresorový okruh při vyloučení použití chladiv ^{typu} CFC, a zároveň dát možnost použití různých atraktivních chladiv se zřetelem na bezpečnost, ohrožení ^{okolních prostředí a přírodních nákladů} ~~okolí a cenu~~.

Jiným účelem vynálezu je ^{pomyslnost} ~~přidat~~ nový způsob regulace výkonu, který zahrnuje práci při zásadně konstantní ^{přítokové rychlosti} ~~přítokové~~ rychlosti ^{přítokové rychlosti} ~~hmoty~~ chladiva a jednoduché modulaci výkonu činností ventilu.

Ještě dalším předmětem vynálezu je vytvoření cyklu odstraňujícího teplo při sestupné teplotě a snížení ztrát při výměně tepla v aplikacích, kde je ^{pří} ~~tok~~ sekundárního chladiva malý, nebo když ^{2.} ~~sekundární chladivo~~ ^{1.} ~~má být~~ zahrnuto na poměrně vysokou teplotu.

Shora uvedených i jiných předmětů a účelů vynálezu se dosáhne způsobem, který ^{je činný obvykle} ~~pracuje~~ ^{v vysokotlaké} ~~formálně~~ za nadkritických podmínek (tj. při nadkritickém tlaku na ^{nízkotlaké} ~~horní~~ straně a podkritickém tlaku na ~~dolní~~ straně), přičemž se termodynamických vlastností v nadkritickém stavu použije pro řízení chladicího a zahřívacího výkonu zařízení.

Vynález zahrnuje regulaci specifické entalpie na vstupu výparníku úmyslným použitím tlaku před přiškrcením za účelem regulace výkonu. Výkon se reguluje tím, že se mění rozdíl entalpie chladiva ve výparníku, a to změnou specifické entalpie chladiva před přiškrcením. V nadkritickém stavu se to může provést tím, že se nezávisle mění tlak a teplota. U výhodného provedení se tato modulace specifické entalpie provádí změnou tlaku před zaškrcením. Chladivo se ochlazuje co možná nejvíce pomocí dostupného chladicího prostředí.

10 a tlak se reguluje pro dosažení žádané entalpie.

Podstatu vynálezu tvoří způsob regulování kapacity výkonu parního kompresorového okruhu, obsahujícího kompresor, chladíč, škrticí ústrojí a výparník, zapojené do série a tvořící integrovaný uzavřený okruh pracující ~~na superkritickém tlaku~~ na vysokotlaké straně okruhu ~~Regulace kapacity se provádí změnou okamžité chladicí náplně na vysokotlaké straně okruhu.~~ *na nadkritickém tlaku.*

Jedno z výhodných provedení způsobu spočívá v tom, že regulace ~~kapacity~~ *výkonu* je založena na modulaci nadkritického tlaku a prováděna měněním kapalinové zásoby nízkotlakového přijímače (16) chladiva, umístěného mezi výparníkem (14) a kompresorem (10) při použití pouze škrticího ústrojí (13) jako prostředku pro regulování ~~kapacity~~ *výkonu*.

Podle dalšího provedení se ~~postupuje tak, že~~ *změna okamžité náplně* chladiva ~~na~~ vysokotlaké straně proudového okruhu ~~se~~ provádí modulováním ventilu (21) a škrticího ústrojí (13) za účelem nadkriticky stlačené náplně chladiva v přijímači (21), upraveném v proudovém okruhu mezi ventilem (21) a škrticím ústrojím (13).

30 Další provedení spočívá v tom, že změna okamžité *náplně* chladiva ~~na~~ vysokotlaké straně proudového obvodu se

provede plynulým regulováním odstraňování nebo naplňování
 chladiwa do zásobníku zařízení, ⁽²⁵⁾ ~~(25)~~, popřípadě z tohoto ~~zaří~~ ^{z zásobníku}
~~zení, které je~~ ^{něho} spojeno s nízkotlakou a vysokotlakou stranou
 proudového okruhu trubkami s ventily (23, 24) a udržováním
 tlaku v zásobním zařízení (25) ^{(na hodnotě pohybující se v rozkollace} mezi tlaky na ~~ho~~ ^{vysokotlaké} straně ~~x~~
^{a v rozkollaci} ~~na~~ straně ~~odruky~~.

Podle ~~III~~ ještě další ~~ho~~ provedení se postupuje tak, že se
 stav výstupu výparníku udržuje jako dvoufázová směs páry ~~x~~
^a kapaliny za vytvoření nadbytku kapaliny na nízkotlakém vstupu
 10 přídavného výměníku (12) tepla, ^{ve kterém je chladiwa} ~~zde nízkotlaké palivo je~~ před
 vstupem do kompresoru podrobena vypařování a přehřívání te-
 plem ~~z vysokotlakého paliva~~. ^{z páry z chladiwa o vysokém} ~~tlaku~~.

Přehled obrázků na výkrese

15 Vynález bude níže podrobněji popsán v souvislosti s
 výkresy, kde:

Obr. 1 znázorňuje schematicky běžný podkritický parní
 kompresorový okruh;

20 Obr. 2 znázorňuje schematicky nadkritický parní kom-
 presorový okruh ^{vytvořený} ~~konstruovaný~~ podle výhodného
 provedení vynálezu;

25 Obr. 3 znázorňuje schematicky nadkritický parní kom-
 presorový okruh ^{vytvořený} ~~konstruovaný~~ podle druhého
 provedení vynálezu, ^{přičemž} toto provedení zahrnuje
 mezilehlý zásobník tlaku zapojený přímo do
^{přítokového} okruhu mezi dvěma ventily;

30 Obr. 4 znázorňuje schematicky nadkritický parní kom-
 presorový okruh ^{vytvořený} ~~konstruovaný~~ podle třetího
 provedení vynálezu, ^{přičemž} toto provedení zahrnuje
 zvláštní zásobník ^{ovšem} pro udržení ~~chladiwa~~ ~~jako~~
^{v kapalném} ~~kapaliny~~ nebo v nadkritickém stavu;

Obr. 5 je graf znázorňující vztah tlaku proti enthalpii u nadkritického parního kompresorového okruhu podle obr. 2, 3 nebo 4 za různých pracovních podmínek;

Obr. 6 je ~~souhrn~~ ^{průběh} graf znázorňující ~~řízení~~ ^{řízení} chladicího výkonu způsobem řízení tlaku podle vynálezu. ^{přetvá} ~~znázorněné~~ ^{za proudu} výsledky jsou měřeny ~~labora-~~ ^{procházet} ~~torní~~ ^{vytvořené} soustavou konstruované podle výhodného provedení vynálezu; a

Obr. 7 ^{je diagram} ~~udává~~ ^{vzájemnou souvislost} ~~zkoušební výsledky~~ ^{průběh} znázorňující ~~vztah~~ ^{vztah} teploty ~~proti~~ ^{proti} enthalpii v nadkritickém parním kompresorovém okruhu podle obr. 3 pracujícím při různých tlacích na ~~horní~~ ^{vyšší} straně ~~při užití~~ ^{pro} oxidu uhličitého jako chladiva.

Příklady provedení vynálezu

Nadkritický parní kompresní okruh podle vynálezu obsahuje chladivo, jehož kritická teplota je mezi teplotou vstupu a průměrná teplota je dodávané teplo, a dále obsahuje uzavřený pracovní tekutinový okruh, kde je chladivo uváděno do oběhu.

Vhodná tekutá chladiva mohou být například ethylen (C_2H_4), diboran (B_2H_6), oxid uhličitý (CO_2), ethan (C_2H_6) a oxid dusný (N_2O).

Uzavřený pracovní okruh sestává ze smyčky toku chladiva s integrovaným zásobním ~~segmentem~~ ^{úsekem}. Obr. 2 znázorňuje výhodné provedení vynálezu, kde zásobní ~~segment~~ ^{úsek} je integrální

~~součástí~~ ^{část} výparníkové soustavy. Průtočný okruh obsahuje kompresor ¹⁰ ~~10~~ spojený do série s výměníkem 11 tepla, protiproudový výměník 12 tepla a škrticí ventil 13. Škrticí ventil může být nahrazen vhodným expansním zařízením. Výparný výměník 14 tepla, zásobník 16 kapaliny a na nízkotlaké straně ^{uspořádání} ~~uspořádání~~

protiproudový výměník 12 tepla jsou zapojeny v proudu mezi škrticím ventilem 13 a vstupem 19 kompresoru 10. Zásobník 16 kapaliny je spojen s výstupem 15 výparníku a výstup plynné fáze zásobníku 16 je spojen s protiproudovým výměníkem 12 tepla.

Protiproudový výměník 12 tepla není absolutně nutný pro funkci zařízení, avšak zlepšuje jeho účinnost, zejména rychlost jeho odezvy na požadavek zvýšení výkonu. Slouží také pro navrácení oleje do kompresoru. Za tím účelem je vedení kapalně fáze od zásobníku 16 (znázorněno přerušovanou čarou na obr. 2) spojeno se sacím vedením buď před protiproudovým výměníkem 12 tepla v místě 17 nebo za ním v místě 18 nebo kdekoli mezi těmito dvěma body. Tok kapaliny, tj. chladiva ~~a~~ oleje, je řízen vhodným obvyklým zařízením pro omezení proudu kapaliny (na vyobrazení neznázorněno). Tím, že se připustí, aby do parního vedení vstoupilo určité množství nadbytečného kapalného chladiva, obdrží se nadbytek kapaliny na výstupu 15 výparníku.

U druhého provedení vynálezu podle obr. 3 zahrnuje zásobní ~~segment~~ ^{úsek} obvodu pracovní tekutiny zásobník 22, zařazený v proudovém okruhu mezi ventilem 21 a škrticím ventilem 13. ~~13~~. Ostatní členy 10 až 14 proudového obvodu jsou tytéž jako stejně označené členy prvního provedení, i když výměník 12 tepla může být vynechán bez větších následků. Tlak v zásobníku 22 se udržuje mezi tlaky na ~~dolní~~ ^{nížohladi} straně a ~~horní~~ ^{vysohladi} straně proudového obvodu.

Ve třetím provedení vynálezu podle obr. 4 zahrnuje zásobní ~~segment~~ ^{úsek} okruhu pracovní tekutiny zvláštní zásobník 25, kde je tlak udržován mezi tlakem ~~horní~~ ^{vysohladi} strany a tlakem ~~dolní~~ ^{nížohladi} strany proudového obvodu. Zásobní ~~segment~~ ^{úsek} dále sestává

z ventilů 23 a 24, které jsou připojeny k vysokotlaké, popřípadě k nízkotlaké části proudového okruhu.

Při provozu je chladivo stlačeno na vhodný nadkritický tlak v kompresoru 10, přičemž výpust' 20 je na obr. 5 znázorněna jako stav "a". Chladivo ^{*cirkuluje*} ~~je v oběhu~~ výměníkem 11 tepla, kde se chladí na stav "b", ^{*přesune*} ~~tedy~~ odevzdává teplo vhodnému chladicímu činidlu, například chladicímu vzduchu nebo vodě. Je-li zapotřebí, může být chladivo dále ochlazeno do stavu "c" v protiproudovém výměníku 12 tepla, než se zaškrtní na stav "d". Snížením tlaku ve škrticím ventilu 13 se vytvoří dvoufázová směs plyn/kapalina, znázorněná jako stav "d" na obr. 3. Chladivo absorbuje teplo ve výparníku 14 vypařováním kapalné fáze. Ze stavu "e" na výpusti výparníku může být plynné chladivo přehříváno v protiproudovém výměníku 12 tepla na stav "f", než stoupá do vstupu 19 kompresoru, čímž se cyklus dokončí.

Ve výhodném provedení vynálezu, ~~jak je znázorněno~~ ^{*na*} obr. 2, bude stav "e" výpusti výparníku ve dvoufázové oblasti v důsledku přebytku kapaliny na výpusti výparníku. Modulace výkonu nadkritického okruhu se provádí měněním stavu chladiva na vstupu výparníku, tj. do bodu "d" na obr. 5. Chladicí výkon na jednotku proudu hmoty chladiva odpovídá rozdílu entalpie mezi stavem "d" a stavem "e". Tento rozdíl entalpie je dán vodorovnou vzdáleností v diagramu entalpie-tlak, ^{*viz*} obr. 5.

Přiškrcování je postup pro udržení konstantní ~~enthalpie~~ ^{*entalpie*}, takže entalpie v bodu "d" je stejná jako entalpie ~~x~~ v bodu "c". V důsledku toho může být chladicí výkon Q (v kW) při konstantním toku ^{*hmoty*} ~~hmoty~~ chladiva řízen měněním entalpie ~~x~~ v bodu "c".

Je třeba poznamenat, že v nadkritickém okruhu není pára vysokotlakého, jednofázového chladiva kondenzována, nýbrž že se snižuje její teplota ve výměníku 11 tepla. Konečná teplota chladiva ve výměníku tepla (bod "b") bude několik stupňů nad teplotou vstupujícího chladicího vzduchu nebo vody, užije-li se protiproudu. Vysokotlaká pára může pak být ochlazená o několik málo stupňů níže, do bodu "c", v protiproudovém výměníku 12 tepla. Výsledkem však je, že při konstantní vstupní teplotě chladicího vzduchu nebo vody bude teplota v bodu "c" většinou konstantní, nezávislá na úrovni tlaku na ^{vysokotlaké} horní straně.

Proto se modulace výkonu zařízení provádí měněním tlaku na ^{vysokotlaké} horní straně, zatímco teplota v bodu "c" je prakticky konstantní. Zakřivení izoterm v blízkosti kritického bodu vede ke změnám ^{tlak} entalpie s tlakem, jak je znázorněno ~~na~~ v grafu ^{na} obr. 5. ^{Graf} Obrázek znázorňuje referenční okruh a-b-c-d-e-f, okruh se sníženým výkonem v důsledku snížení tlaku na ^{vysokotlaké} horní straně (a'-b'-c'-d'-e-f), a okruh se zvýšenou kapacitou v důsledku vyššího tlaku na ^{vysokotlaké} horní straně (a"-b"-c"-d"-e-f). Tlak výparníku je podle předpokladu konstantní.

Tlak na vysokotlaké straně je nezávislý na teplotě, protože je naplněna jednofázovou tekutinou. Pro změnu tlaku je zapotřebí měnit ^{hmotnost} ~~hmotnost~~ chladiva na ^{vysokotlaké} horní straně, tj. přidat nebo odstranit z okamžité náplně chladiva na ^{vysokotlaké} horní straně. Tyto změny musí být zachycovány tlumičem, aby se zabránilo přetečení kapaliny nebo vyschnutí výparníku.

U výhodného provedení vynálezu naznačeného na obr. 5, může být ^{hmotnost} ~~hmotnost~~ chladiva na ^{vysokotlaké} horní straně zvýšena dočasným zmenšením otvoru škrticího ventilu 13. V důsledku náhodného snížení proudu chladiva k výparníku bude zmenšen podíl

přebytečné kapaliny na výstupu 15 výparníku. Proud kapalného chladiva od zásobníku 16 do sacího vedení je však konstantní. V důsledku toho je posunuta rovnováha mezi proudem kapaliny vstupujícím do zásobníku 16 a proudem jej opouštějícím, což

5 vede k patrnému snížení obsahu kapaliny v zásobníku a k odpovídajícímu hromadění chladiva na vysokotlaké straně proudového okruhu.

Zvětšení množství vsázky na ~~horní~~ ^{vysokotlaké} straně vede ke stoupání tlaku a tím k vyššímu chladicímu výkonu. Tento převod hmoty ~~z nízkotlaké na vysokotlaké~~ ^{chladiwa z nízkotlaké na vysokotlaké} straně okruhu bude pokračovat, ~~až se nalezne rovnováha mezi chladicím výkonem a zatížením.~~ ^{dokud nedojde k dosažení}

10

Otevření škrticího ventilu 13 zvětší přebytek kapalné frakce na výstupu 15 výparníku, jelikož vypařované množství chladiva je v podstatě konstantní. Rozdíl mezi tímto proudem kapaliny vstupujícím do zásobníku a mezi proudem kapaliny ze zásobníku do sacího potrubí se bude hromadit. Výsledkem je jednoznačná doprava chladiva ~~od horní strany k dolní straně~~ ^{z vysokotlaké na nízkotlakou} proudového okruhu za snížení obsahu ~~horní~~ ^{vysokotlaké} straně, uložené

15

20 ✓ kapalném stavu v zásobníku. Snížením obsahu ~~na horní straně~~ ^{na vysokotlaké straně}, a v důsledku toho ~~se sníží výkon zařízení, dokud se nenajde rovnováha.~~ ^{až do dosažení rovnováhy.}

Aby se zabránilo hromadění maziva v kapalně fázi zásobníku je také zapotřebí určité dopravy kapaliny ze zásobníku do sacího vedení kompresoru.

25

U druhého provedení vynálezu znázorněného na obr. 2 může být ~~hmotnost~~ ^{množství} chladiva na ~~horní~~ ^{vysokotlaké} straně zvýšeno současným uzavřením ventilu 21 a modulováním škrticího ventilu 13 pro opatření výparníku dostatečným proudem kapaliny. To sníží proud chladiva ~~od horní strany~~ ^{ze směru z vysokotlaké} do zásobníku přes ventil 21,

30

zatímco se ~~masa~~ ^{chladiva} dopravuje kompresorem ~~od dolní~~ ^{ve směru z vysokotlakové} strany ~~k horní straně~~ ^{na vysokotlakovou stranu}.

5 Snížení náplně na ~~horní~~ ^{vysokotlakové} straně se dosáhne otevřením ventilu 21, zatímco se proud škrticím ventilem 13 udržuje ~~podstatě~~ ^{chladiv z vysokotlakové} konstantní. To převede ~~hmotu~~ ^{chladiv z vysokotlakové} na horní strany proudového okruhu k zásobníku 22.

10 U třetího provedení vynálezu podle obr. 4 může být ~~hmota~~ ^{chladiva} na ~~horní~~ ^{vysokotlakové} straně zvýšeno otevřením ventilu 24 ~~a~~ ^{dosahuje} současným snížením proudu škrticím ventilem 13. Tím se na ~~horní~~ ^{se na horní straně} obsah chladiva na vysokotlakové straně, ~~důsledkem~~ ^{což je} snížení proudu škrticím ventilem 13. Dostatečný proud kapaliny ~~v~~ ^{dosahuje} výparníku se ~~obdrží~~ ^{dosahuje} otevřením ventilu 24.

15 Snížení obsahu ~~na horní~~ ^{chladiva na vysokotlakové} straně může být dosaženo otevřením ventilu 23 pro převedení části obsahu chladiva ~~od horní~~ ^{z vysokotlakové} strany ~~směrem do~~ ^{ve směru do} zásobníku 22. Řízení výkonu zařízení se tak dosáhne modulováním ventilů 23 a 24 a současným zapojením škrticího ventilu 13.

20 Výhoda ~~v~~ ^{to} výhodné provedení vynálezu podle obr. 2 ~~je~~ ^{se} ~~na~~ ^{společně v jed-} ~~výhodu~~ ^{notu} jednoduchosti, ~~kde je~~ ^{se} řízení výkonu prováděno ovládáním pouze jednoho ventilu. Dále má nadkritický parní kompresorový okruh konstruovaný podle tohoto provedení určitou samoregulační schopnost přizpůsobováním ~~se~~ ^{du} změny ~~chladicího~~ ^{ho} zatížení změnami obsahu kapaliny v zásobníku 16, což zahrnuje změny obsahu

25 ~~chladiva~~ ^{chladiva} na ~~horní~~ ^{vysokotlakové} straně a ~~i~~ ^{hm} chladicího výkonu. Kromě toho dává provoz s přebytkem kapaliny na výpusti výparníku příznivé vlastnosti v ohledu přenosu tepla.

30 Výhoda ~~druhé~~ ^{to} provedení, ~~podle~~ ^{zpracování na} obr. 3, ~~má~~ ^{společně v tom, že} ~~výhodu~~ ^{že} činnost ventilu je jednodušší. Ventil 21 pouze reguluje tlak na ~~horní~~ ^{vysokotlakové} straně zařízení a škrticí ventil 13 pouze zajišťuje, že výparník je dostatečně napájen. Pro škrcení lze tak užít

běžného termostatického ventilu. Návratu oleje do kompresoru se dosáhne snadno tím, že se chladiwu ^{umožní} proudit ^{skrze} zásobník,

^{na vysokolade} Toto provedení však neumožňuje řízení výkonu při tlacích ~~na horní~~ straně pod kritickým tlakem. Objem zásobníku 22 musí
5 být poměrně velký, jelikož pracuje pouze mezi vypouštěcím tlakem a tlakem kapalinového vedení.

Ještě další provedení, znázorněné na obr. 4, má tu výhodu, že ^{při provozu za stabilních podmínek} pracuje jako běžný parní kompresorový okruh, ~~když~~
~~běží za stabilních podmínek~~. Ventily 23 a 24, spojující zá-
10 sobník 25 s proudovým okruhem, se uvádějí v činnost pouze při řízení výkonu. Toto provedení vyžaduje v obdobích změny výkonu užití tří různých ventilů.

Uvedené provedení má nevýhodu vyššího tlaku v zásobníku ~~ve~~ srovnání s výhodným provedením. Rozdíly mezi jednot-
15 livými systémy co do konstrukce a provozních charakteristik nejsou však ~~velmi značné~~ ^{našolík podstatné}.

20

25

Shora popsané provedení vynálezu jsou míněna pouze jako neomezující příklady. Je také s výhodou možné řídit vý-
kon nadkritického okruhu tím, že se tlak na ^{vysokolade} ~~horní~~ straně udr-
30 žuje v podstatě konstantní a reguluje se teplota chladiwa

před přiškrcením (stav "c") měněním rychlostí oběhu chladicího vzduchu nebo vody. Snížením proudu chladicí tekutiny, tj. vzduchu nebo vody, ^{je} zvýší ~~se~~ teplota před zaškrcením a výkon se sníží. Zvýšení proudu chladicí tekutiny sníží teplotu před
5 zaškrcením a tím zvýší kapacitu okruhu. Je také možno kombinovat řízení tlaku a teploty.

Praktické použití vynálezu pro účely chlazení nebo tepelného čerpadla je ilustrováno následujícími příklady, udávajícími výsledky zkoušek ~~X~~ nadkritických parních kompre-
10 sorových okruhů, konstruovaných podle provedení vynálezu znázorněného na obr. 2, ^a ~~při použití~~ ^{použití} oxidu uhličitého jako chladiva.

Laboratorní ~~zkoušecí~~ ^{teplotovací} zařízení užívá vody jako zdroje tepla, tj. voda se ochlazuje výměnou tepla s vroucím CO₂ ve
15 výparníku 14. Vody je také užito jako chladicího činidla, zahříváního pomocí CO₂ ve výměníku 11 tepla. ^{teplotovací} ~~zkoušební~~ zařízení obsahuje pístový kompresor 10 o obsahu 61 cm³ a zásobník ~~X~~ celkovém objemu 4 litry. Soustava také zahrnuje protiproudový výměník 12 tepla a ^{teplotově spjívající vedení mezi} ~~spojení vedením kapaliny od~~ zásobníku ~~a~~
20 ^a ~~bodem~~ ^{bodem} 17, jak je naznačeno na obr. 2. Škrticí ventil 13 je ovládán ručně.

Příklad 1

Tento příklad ukazuje, jak se dosáhne řízení chladi-
25 cího výkonu měněním polohy škrticího ventilu 13, čímž se mění ^{na vyšší tlak} tlak ~~v horní~~ ^{v horní} straně proudového okruhu. Měněním tlaku na ^{vyšší} ~~vyšší~~ straně se mění specifická entalpie chladiva na vstupu výparníku, což vede k modulaci chladicího výkonu při kon-
stantním ~~proudu hmoty~~ ^{přítokovém množství chladiva}.

Graf na obr. 6 znázorňuje změnu chladicího výkonu (Q), výkon (W) hřídele kompresoru, tlak (p_H) na horní straně, proud (m) hmoty (m) chladiva na výstupu výparníku, teplotu (T_b) na výstupu výměníku 11 tepla a hladinu (h) kapaliny v zásobníku. Když je škrticí ventil 13 ovládán tak, jak je naznačeno nahoře v obraze, jedinou manipulací je seřízení polohy škrticího ventilu.

Jak je z grafu patrné, je výkon Q snadno řízen škrticím ventilem 13. Z grafu dále vyplývá, že při stabilních podmínkách je obíhající proud (m) hmoty CO_2 v podstatě konstantní a nezávislý na chladicím výkonu. Teplota (T_b) CO_2 na výstupu výměníku 11 tepla je také v podstatě konstantní. Grafy ukazují, že změna výkonu je výsledkem pouze měnění tlaku (p_H) na horní straně.

Z grafu je rovněž patrné, že zvýšený tlak na horní straně znamená snížení hladiny (h) kapaliny v zásobníku, což je důsledek převodu náplně CO_2 na vysokotlakou stranu okruhu.

Z grafu lze rovněž zjistit, že přechodné období při zvyšování výkonu nezahrnuje žádné výrazné přehřátí na výstupu výparníku, tj. pouze malá kolísání hodnoty (T_e).

Příklad 2

Při vyšší vstupní teplotě vody přiváděné do výměníku 11 tepla, například vyšší okolní teplotě, je třeba zvýšit tlak na horní straně pro udržení konstantního chladicího výkonu. Tabulka 1 znázorňuje výsledek zkoušek prováděných při různé teplotě (t_w) vody zaváděné do výměníku 11 tepla.

Teplota vody vystupující do výparníku je udržována konstantní, na $20^\circ C$, a kompresor běží konstantní rychlostí.

Jak ukazuje tabulka, může být chladicí výkon udržován v podstatě konstantní, když okolní teplota stoupá, a to

zvyšováním tlaku na ~~horní straně~~ *vysokotlakové* ~~Průtokové množství~~ *Průtokové množství* chladiva je ~~z~~ *vedeno* v podstatě konstantní, jak je ~~znázorněno~~ *znázorněno*. Zvýšené tlaky na ~~hor~~ *vysokotlakové*

~~na~~ *seznatelné* straně zahrnují snížení obsahu kapaliny v zásobníku, jak je ~~naznačeno odečtením hladiny kapaliny~~ *z uvedených hodnot výšky*.

5 Tabulka 1

Vstupní teplota (t_w)	35,1	45,9	57,3	[°C]
Chladicí výkon (Q)	2,4	2,2	2,2	[kW]
Tlak (p_n) na <i>vysokotlakové</i> straně	84,9	94,3	114,1	[bar]
<i>Průtokové množství</i> ($\dot{m}$) chladiva	0,026	0,024	0,020	[kg/s]
Výška hladiny (H) kapaliny	171	166	115	[mm]

Příklad 3

Obr. 9 je grafické znázornění nadkritických cyklů ~~x~~ *zafoukní* diagramu entropie/teplota. Okruhy znázorněné na diagramu jsou

15 založeny na měřeních na laboratorním ~~zkoušecím~~ *testovacím* zařízení ~~x~~ *během* ~~průběhu práce na~~ *průběhu práce na* pěti odlišných tlacích na ~~horní~~ *vysokotlakové* straně. Tlak výparníku se ~~udržuje~~ *udržuje* konstantní. Chladivo je ~~co₂~~ *oxid uhlíkový CO₂*.

Diagram dává dobrou informaci o principu řízení výkonu, přičemž vyznačuje změny specifické entalpie (h) na vstupu

20 výparníku, kteréžto změny jsou vyvolány změnou tlaku (p) na ~~horní~~ *vysokotlakové* straně.

Průmyslová využitelnost

25 Nadkritické parní kompresorové okruhy konstruované podle popsaných provedení jsou použitelné v různých oblastech. Jejich technologie je velmi vhodná pro malé a středně velké stacionární i mobilní klimatizační jednotky, malé a středně velké chladiče/zmrazovače a pro menší jednotky tepelných čerpadel. Jednou z nejslibnějších aplikací je automobil-

30 ní klimatizace, kde se jeví dnes nutná potřeba nových, lehkých a účinných alternativ systémů *z chladivem typu R12*.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob regulování výkonu parního kompresorového okruhu, obsahujícího kompresor (10), chladič (11), škrticí prostředky (13) a výparník (14), zapojené do série a tvořící integrální uzavřený okruh, pracující na vysokotlaké straně okruhu při nadkritickém tlaku, v y z n a - č u j í c í s e t í m, že tlak na vysokotlaké straně okruhu se reguluje změnou okamžitého množství chladiva obsaženého na vysokotlaké straně okruhu a tato regulace se provádí měněním množství chladiva obsaženého ve vyrovnávacím zásobníku, vřazeném do okruhu, přičemž zvyšování tlaku se uskutečňuje snižováním množství chladiva v uvedeném vyrovnávacím zásobníku a naopak a tím se působí na specifický výkon okruhu.

2. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že regulace nadkritického tlaku se provádí prostřednictvím změny množství chladiva o nízkém tlaku a v kapalném stavu obsaženého v zásobníku (16), vřazeném mezi výparníkem (14) a kompresorem (10), za použití pouze škrticích prostředků (13) jako řídicích prostředků.

3. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že změna okamžitého množství chladiva na vysokotlaké straně okruhu se dosahuje změnou množství nadkritickým tlakem stlačeného chladiva v zásobníku ~~(22)~~ ⁽²¹⁾, vřazeném do okruhu mezi ventilem (21) a škrticími prostředky (13), prováděnou prostřednictvím modulace ventilu (21) a škrticích prostředků (13).

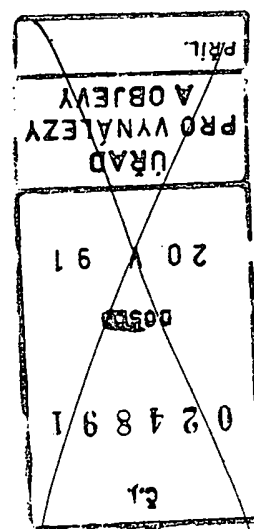
4. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že změna okamžitého množství chladiva na vysokotlaké straně okruhu se dosahuje prostřednictvím spojitě regulace odebírání chladiva ze nebo přivádění
- 5 chladiva do zásobníku (25), spojeného s vysokotlakou a nízkotlakou stranou okruhu prostřednictvím trubek ~~x~~ ventily (23, 24), a udržování tlaku v tomto zásobníku (25) ~~(25)~~ na hodnotě pohybující se mezi tlakem na vysoko-
tlaké straně okruhu a na nízkotlaké straně okruhu.
- 10 5. Způsob podle nároku 2, 3 nebo 4, v y z n a č u j í c í s e t í m, že výstup výparníku se udržuje ve formě dvoufázové směsi chladiva ~~jako~~ páry a kapal-
né fáze, která zajišťuje na vstupu nízkotlaké strany
- 15 přídavného výměníku (12) tepla, ve kterém se chladivo o nízkém tlaku před vstupem do kompresoru podrobuje vypařování a předehřívání teplem získaným z chladiva o ~~nízkém~~ ^{vysokém} tlaku, nadbytek kapalné fáze chladiva.
- 20 6. Způsob podle jednoho nebo několika předcházejí-
cích nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m, že chladivem je oxid uhličitý.

Zastupuje :

25

30

NV 7990-3356



~~JUDr. Zdeňka KOREJČOVÁ
advokátka~~

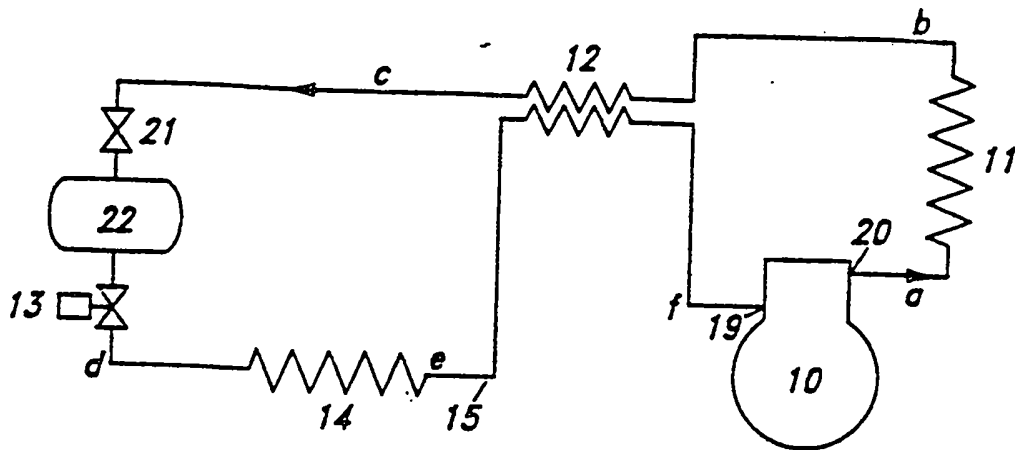


Fig. 3

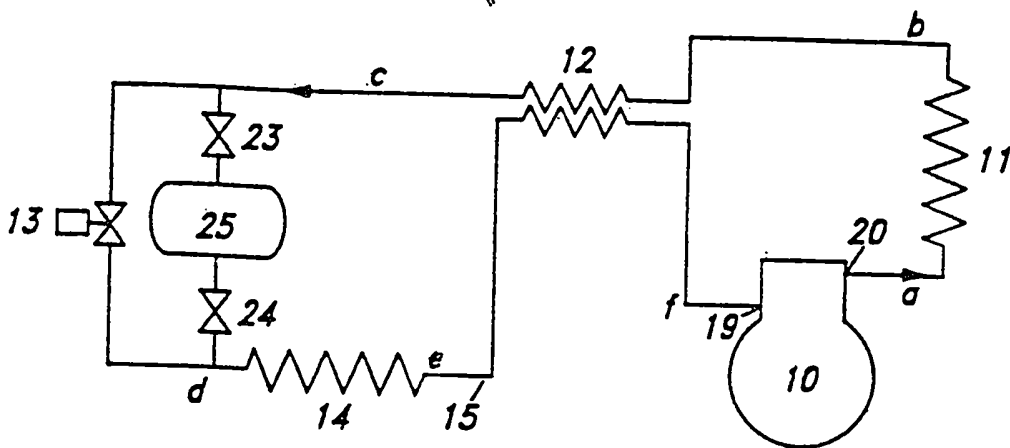


Fig. 4

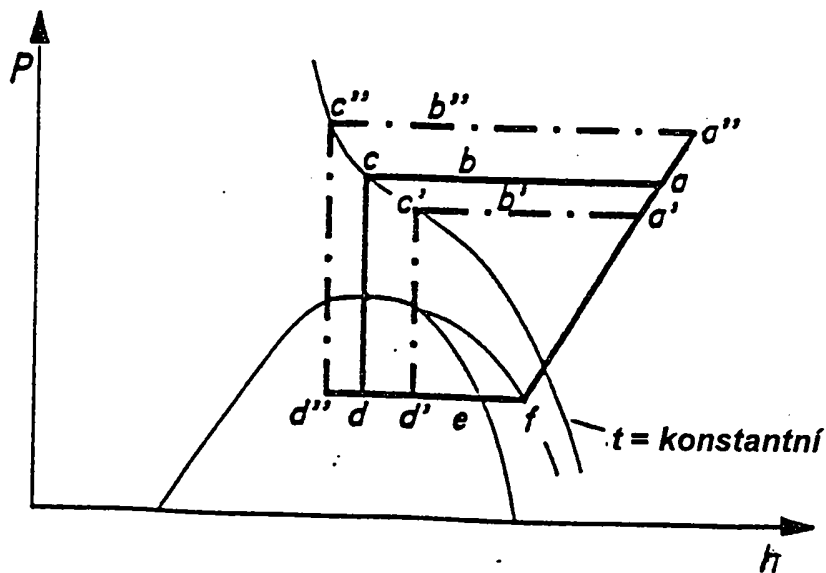
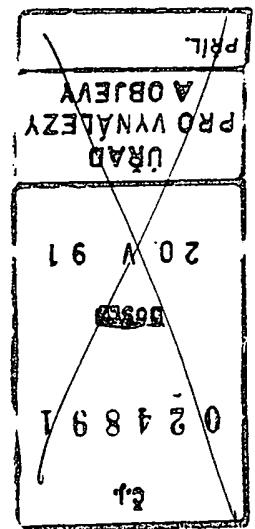
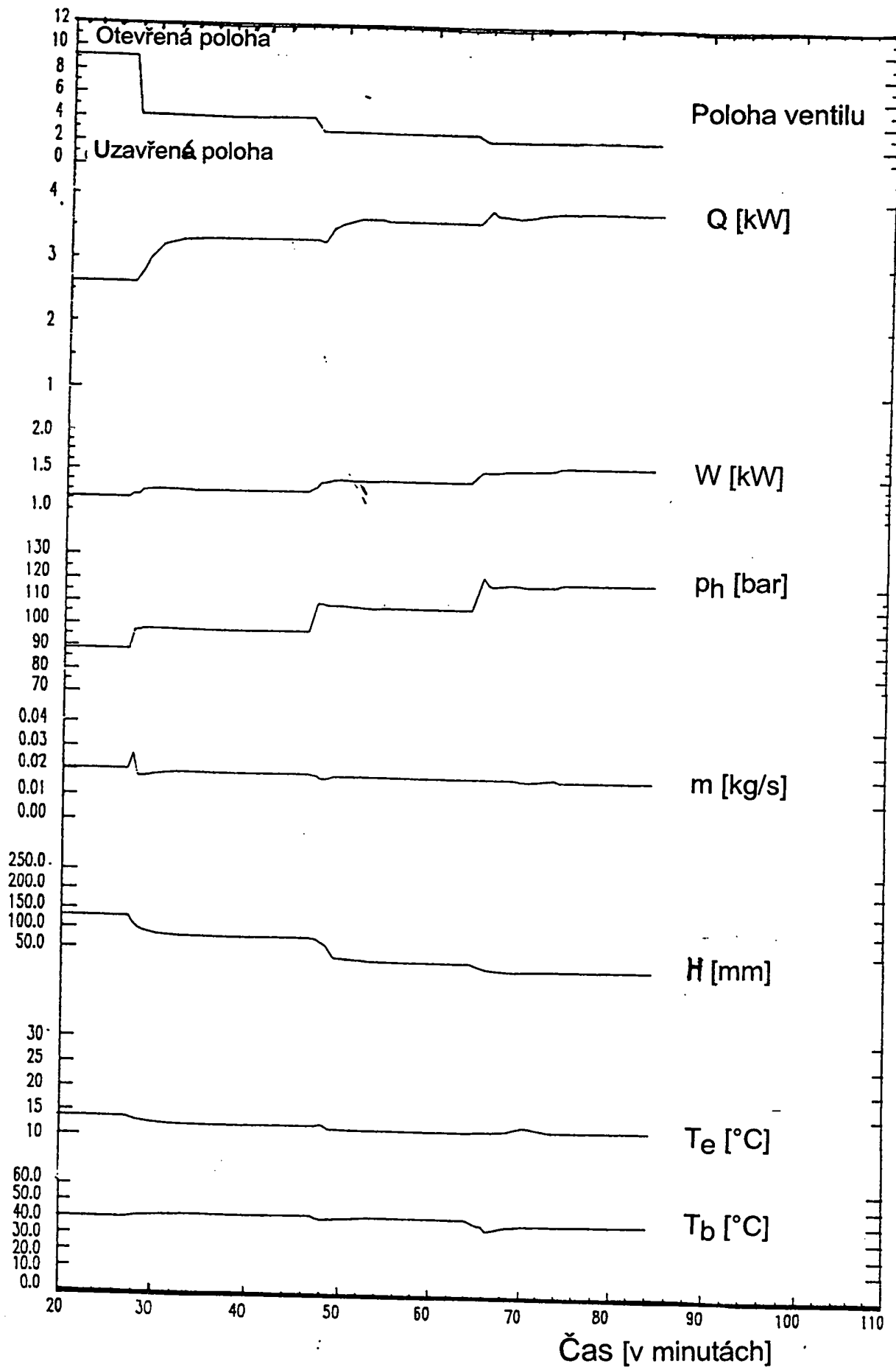


Fig. 5

TISK
3/4

PV 1990-2256



Čas [v minutách]

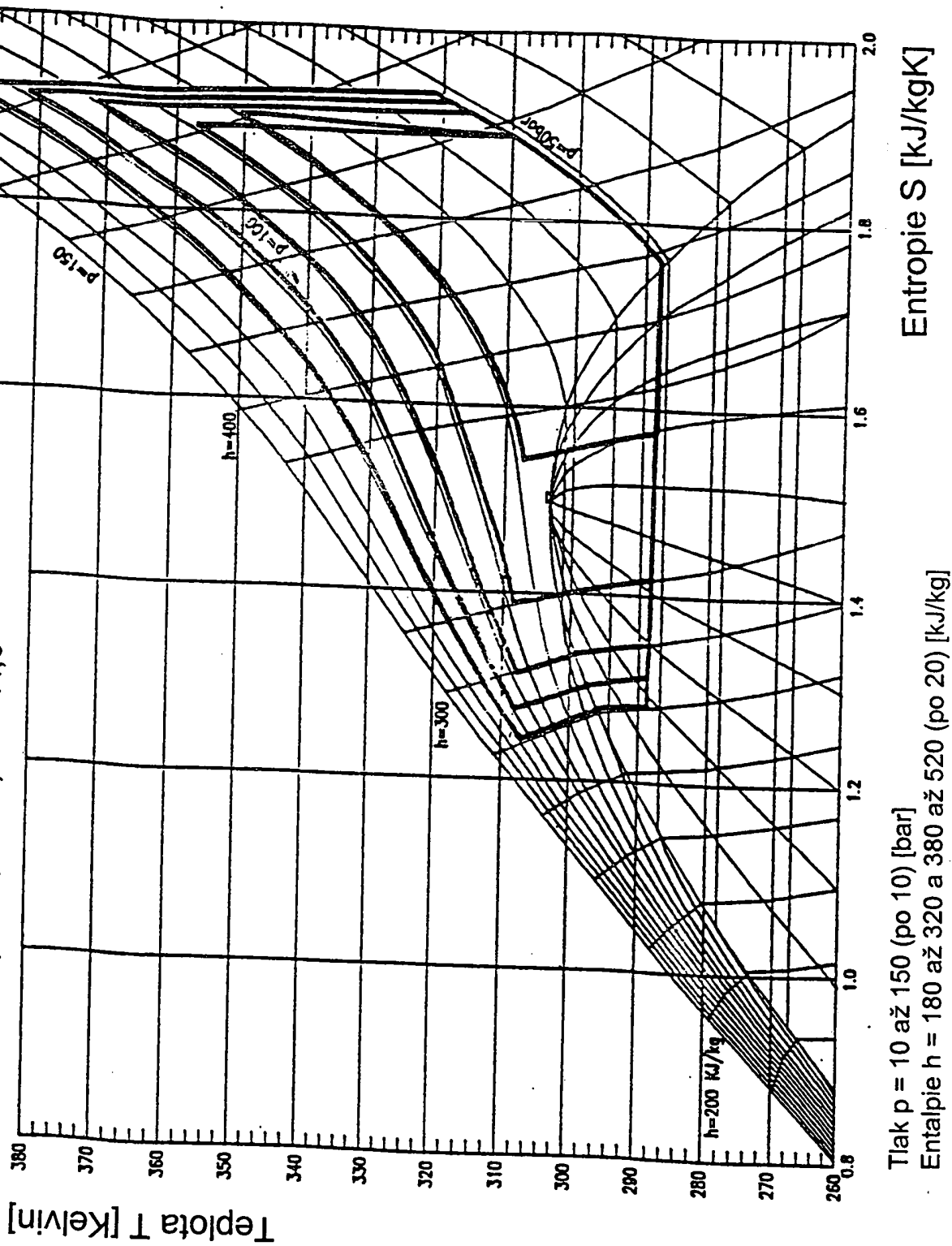
Fig. 6

PRIL	ÚRAD	024891
PROVYNALEZY	20. 9. 91	20. 9. 91
AOBJEVY		

JUDr. Zdeněk KOREJČOVÁ
advokátka

Oxid uhličitý CO₂ (R744)

T_c=304,2 K; p_c=73,9 baru; M_w=44,0



115K
 4/4
 Fig. 7

RW 7990-3356

P81	UKAD PROVNÁLEZY ADBEVY	20. V 91	02081681
-----	------------------------------	----------	----------

JUDr. Zdeněk KOREJČOVÁ
 advokátka