

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

285 608

(19)

ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **1554-93**

(22) Přihlášeno: **30. 07. 93**

(40) Zveřejněno: **15. 03. 95**
(Věstník č. 3/95)

(47) Uděleno: **22. 07. 99**

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: **15. 09. 99**
(Věstník č. 9/99)

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁶:

F 01 K 25/10

F 01 K 7/00

F 02 B 75/12

(73) Majitel patentu:

HÁJEK PETR ING. CSC., Praha, CZ;

(72) Původce vynálezu:

Hájek Petr ing. CSc., Praha, CZ;

(74) Zástupce:

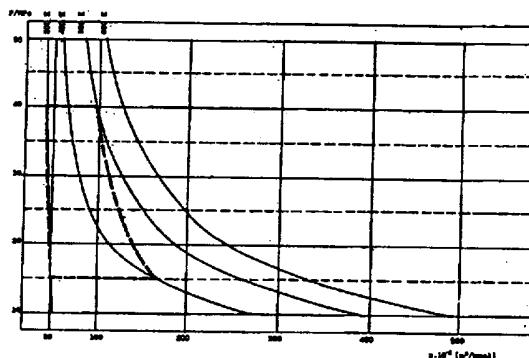
Reichel Pavel Ing., Lopatecká 14, Praha 4,
14700;

(54) Název vynálezu:

**Způsob přeměny tepelné energie
na mechanickou**

(57) Anotace:

Je založen na principu energetického cyklu, kde pracovní médium prochází fázemi stlačování, přivádění tepla z vnějšího zdroje a rozpínání se současným konáním práce a dále ochlazování. Při stlačování média se vychází z oblasti jeho kritické teploty a z počátečního tlaku vyššího než je jeho kritický tlak. Ve fázi rozpínání pracovního média při dodávce tepla až do dosažení horní teploty cyklu se do média může dodávat teplo jednak výměnou přímo z chlazení cyklu a jednak z vnějšího zdroje. Ve fázi rozpínání pracovního média po dosažení horní teploty cyklu a následném snižování jeho teploty se do média může dodávat přídavné teplo. Ve fázi zmenšování objemu pracovního média před dosažením oblasti dolní teploty cyklu se teplo z média na dolním tlaku cyklu převádí výměnou do média na vyšším tlaku cyklu. Jako pracovního média se s výhodou použije kyslíčnicku uhličitého CO₂.



CZ 285 608 B6

Způsob přeměny tepelné energie na mechanickou

Oblast techniky

5

Vynález se týká způsobu přeměny tepelné energie na mechanickou, který je založen na energetickém cyklu.

10

Dosavadní stav techniky

Přeměna tepelné energie na energii mechanickou se v současné době provádí v zásadě dvěma způsoby. Při výrobě elektrické energie, která je získávána postupnou přeměnou tepelné energie na mechanickou, se pro přeměnu tepelné energie na mechanickou práci využívá parní cyklus. Teplo způsobí vypaření vody, to je přeměnu kapaliny na páru, která má při stejném tlaku výrazně větší objem. Tento větší objem páry pak koná, zpravidla v turbíně, práci. Klasický parní stroj, kde se koná práce zvětšováním objemu pod pístem, se z řady důvodů již téměř nevyužívá. Teplo je do uvedené přeměny dodáváno buďto spalováním fosilních paliv, to je uhlí, nafty nebo plynu, anebo z chlazení jaderné reakce v jaderných elektrárnách. Nevýhody tohoto způsobu jsou poměrně nízká účinnost, to je nízký poměr mezi získanou mechanickou prací a vloženým teplem, kdy značná část energie se ztrácí chlazením. Účinnost jaderných elektráren se pohybuje okolo 25 %, tepelných elektráren přibližně 35 %, což je asi polovina teoreticky dosažitelné hodnoty. Snížení vychází z postavení cyklu v diagramu teplota - entropie nebo entropie - entalpie. Zbytek tepla je nutno nákladně odvádět. Ve vztahu ke kritickým hodnotám použitého média je parní cyklus postaven tak, že spodní tlak cyklu (to je nejnižší tlak média) je výrazně nižší než kritický tlak a spodní teplota cyklu (nejnižší teplota média) je výrazně nižší než kritická teplota (horní parametry cyklu jeho vlastnosti neurčují).

Druhý způsob přeměny tepelné energie na mechanickou je užíván ve spalovacích motorech. Spalovací motory využívají zvětšení objemu spalín uzavřených pod pístem, což je dáno jejich vyšší teplotou po spálení než je vstupní teplota. Pro dosažení vyšší účinnosti se stlačuje buďto palivová směs, nebo samotný vzduch (fáze komprese), následuje zapálení a expanze, při které dochází ke konání mechanické práce. Expanze probíhá buďto v prostoru uzavřeném pod pístem, kdy se převádí následný pohyb pístu na hřídel motoru, anebo v turbíně, to je lopatkovém stroji.

Nevýhody cyklu jsou rovněž jeho nízká účinnost a dále nutnost používání nákladných kapalných nebo plyných paliv. Ztráta cyklu je dána ztrátou tepla v horkých výfukových plynech a chlazením. Ve vztahu ke kritickým hodnotám použitého média má spalovací cyklus teploty výrazně vyšší než je kritická teplota a tlaky výrazně nižší než je kritický tlak.

40

Podstata vynálezu

Uvedené nedostatky do určité míry odstraňuje způsob přeměny tepelné energie na mechanickou, založený na principu energetického cyklu, kde médium prochází fázemi stlačování, přivádění tepla, rozpínání se současným konáním práce a ochlazování. Podstata tohoto vynálezu spočívá v tom, že při stlačování média se vychází z oblasti jeho kritické teploty a z počátečního tlaku vyššího než je jeho kritický tlak. Dochází tak k vyšší základní energetické účinnosti, k vyšším hustotám energie a ke zmenšení rozměrů příslušného zařízení pro srovnatelné výkony v porovnání s lopatkovými stroji.

50

Ve fázi rozpínání pracovního média při dodávce tepla až do dosažení horní teploty cyklu se do média v alternativním provedení dodává teplo jednak výměnou přímo z chlazení cyklu a jednak

z vnějšího zdroje. Oproti další alternativě, kdy dodávka tepla v této fázi cyklu je výlučně z vnějšího zdroje, se takto zvyšuje účinnost přeměny.

5 Ve fázi rozpínání pracovního média po dosažení horní teploty cyklu a následném snižování jeho teploty se do média za účelem zvýšení účinnosti přeměny může dodávat další přídavné teplo.

10 Ve fázi zmenšování objemu pracovního média před dosažením oblasti dolní teploty cyklu se teplo z média na dolním tlaku cyklu převádí výměnou do média na vyšším tlaku cyklu. Tento případ platí tehdy, jestliže při rozpínání média v pracovním stroji nedojde ke snížení jeho teploty až do oblasti dolní teploty cyklu. Teplo z této fáze cyklu směřuje prostřednictvím protiproudého výměníku tepla do fáze rozpínání média při dodávce tepla na vyšším tlaku cyklu. Jako pracovního média se s výhodou použije kysličníku uhličitý CO_2 , který má vhodné kritické parametry, to je kritický tlak a kritickou teplotu.

15

Přehled obrázků na výkresech

20 Vynález bude blíže vysvětlen pomocí výkresů, na kterých je na obr. 1 zobrazen příklad energetického cyklu pro kysličník uhličitý CO_2 , kdy při jeho rozpínání je do něj teplo dodáváno z vnějšího zdroje, případně výměnou přímo z chlazení cyklu. Na obr. 2 je další příklad energetického cyklu pro kysličník uhličitý CO_2 , kdy ve fázi jeho rozpínání je opakovaně na určitých hodnotách tlaku expanze média bez dodávky tepla přerušena a do média je dodáváno teplo opět jednak výměnou přímo z chlazení cyklu a jednak z vnějšího zdroje, načež expanze média a následné konání práce pokračuje.

25

Příklad provedení vynálezu

30 Nový vysokotlaký energetický cyklus je navržen s cílem dosažení vyšší základní energetické účinnosti než současné energetické cykly, to znamená lepšího poměru mezi získanou mechanickou prací a dodaným teplem, z čehož vyplývají nižší ztráty chlazením. To je důležité především u jaderných elektráren, kde je účinnost vzhledem k nízké horní teplotě cyklu nízká.

35 Cyklus pracuje s uzavřeným médiem, kterým může být kysličník uhličitý, čpavek, isobutan, směsi kysličníku uhličitýho s mazacími prostředky (oleji), freony a další látky. Důležité je postavení cyklu podle teploty a tlaku vůči kritickým hodnotám média.

Kritickým tlakem média se rozumí jeho nejnižší tlak, kdy se kapalina mění v páru bez dodávky tepla na konstantním tlaku a teplotě.

40

Pro kysličník uhličitý CO_2 je kritický tlak 7,52 MPa, pro čpavek H_3N je 11,52 MPa, pro isobutan C_4H_{10} je 3,77 MPa, pro monochlortrifluormetan CClF_3 (F13) je 3,94 MPa.

45 Kritickou teplotou média se rozumí jeho nejnižší teplota, kdy se kapalina mění v páru bez dodávky tepla na konstantním tlaku a teplotě.

Pro kysličník uhličitý CO_2 je kritická teplota 31,0 °C, pro čpavek H_3N je 132,4 °C, pro isobutan je 134 °C, pro monochlortrifluormetan CClF_3 je 28,8 °C.

50 Jestliže zvolíme jako médium kysličník uhličitý CO_2 (podle vhodných kritických parametrů média lze volit toto pracovní médium v souladu s možnostmi chlazení a vhodnou účinností), pak v energetickém cyklu na obr. 1 se toto médium vhodným čerpadlem (pístovým, lamelovým a podobně) stlačí přes výměníky tepla do hydromotoru při teplotě 300 K (což je nepatrně nižší teplota než kritická) z tlaku 15 MPa (kritický tlak je 7,52 MPa) a objemu $50,797 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kmol}$

na tlak 40 MPa a objem $44,063 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kmol}$. V této oblasti je pracovní médium kapalinou, jedná se tedy o vysokotlaké čerpání kapaliny.

Následuje fáze izobarické expanze, to je rozpínání média při dodávce tepla do stlačeného média (při v podstatě konstantním tlaku 40 MPa) z vnějšího zdroje, například jaderné reakce nebo spalování fosilních paliv, při které stoupne jeho teplota na 500 K a objem se zvětší na hodnotu $97,09 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kmol}$. Uvedenou dodávkou tepla vzrůstá objem média při jeho konstantním tlaku a tím médium koná v příslušném pracovním stroji práci. Jako pracovní stroj může být použit motor s pracovním objemem uzavřeným (klasický motor s písty, lamelový motor a podobně) nebo turbína. Teplo může být do pracovního média dodáváno ze dvou zdrojů. Jednak výměnou přímo z chlazení cyklu a část tepla z vnějšího zdroje a jednak pouze z vnějšího zdroje. V této fázi energetického cyklu se teplota cyklu mění až na horní (nejvyšší) teplotu cyklu a tlak média zůstává na hodnotě horního (nejvyššího) tlaku cyklu.

Po přerušení dodávky média do pracovního prostoru pracovního stroje (např. hydromotoru) médium dále koná práci svou expanzí v pracovním stroji, při které vzrůstá jeho objem až na hodnotu $164,42 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kmol}$ a klesá jeho teplota na 400 K a tlak na 15 MPa (dolní tlak cyklu). V případě, že při rozpínání média nedojde ke snížení jeho teploty až do oblasti dolní teploty cyklu, je nutno výměnou tepla převést teplo z média na dolním tlaku na médium na tlaku horním (protiproudým výměníkem tepla).

V další fázi cyklu je nutno médium dochladit při tlaku 15 MPa, aby se navrátilo do původního stavu. Toto dochlazování média se provádí dvěma způsoby. Jednak běžným dochlazením, například prostřednictvím výměníku voda - kyslíčnick uhlíčitý, které představuje ztráty pracovního cyklu, a jednak energeticky výhodnější výměnou tepla protiproudým výměníkem do stlačeného média na tlaku 40 MPa. Při chlazení lze použít mořskou nebo říční vodu, výparný proces (obdobně jako u současných elektráren), vzduch, případně speciální chladicí procesy.

Na obr. 2 je určitá modifikace vysokotlakého energetického cyklu podle obr. 1. Ve fázi, kdy se médium (kyslíčnick uhlíčitý CO_2) nachází při tlaku 40 MPa a teplotě 500 K, dochází k jeho částečné expanzi a médium koná práci. Jakmile jeho tlak klesne na hodnotu 30 MPa, do média se znovu dodá teplo (buďto z vnějšího zdroje, nebo výměnou tepla z pracovního cyklu). Teplota média nyní vzroste opět až na 500 K, následuje expanze média, médium opět koná práci při konstantním a následně se snižujícím tlaku a tento děj se může několikrát opakovat.

Vysokotlaký energetický cyklus podle tohoto vynálezu, který je využit při přeměně tepelné energie na mechanickou, je položen do nadkritické oblasti pracovního média. Tuto oblast lze volit tak, aby bylo možno dochladit ztráty. Kritická teplota média musí být o tolik vyšší než je teplota chlazení, aby médium bylo možno dochladit na oblast kritické teploty.

Kritický tlak média by měl být co nejnižší, aby zařízení pro přeměnu tepla na mechanickou energii bylo co nejjednodušší (hřídelové ucpávky pro vysoké tlaky, těsnění pohybových mechanismů, mazání systémů). Těmto požadavkům nejlépe vyhovují pracovní média jako kyslíčnick uhlíčitý CO_2 , případně freony (ty však mají nepříznivé účinky na životní prostředí). Vlastní konstrukční řešení tohoto vysokotlakého energetického cyklu v zásadě odpovídá konstrukčnímu řešení konvenčního parního cyklu (vysokotlaké čerpadlo, hydromotor, výměníky tepla). Protože však zařízení pro přeměnu tepla na mechanickou energii v tomto případě pracuje při vysokých tlacích, řádově vyšších než parní cyklus, je i hustota energie vyšší a tedy pro stejné výkony je zařízení menší. Využitím vysokotlakého energetického cyklu podle tohoto vynálezu lze dosáhnout posunu účinnosti u jaderných i tepelných elektráren.

Průmyslová využitelnost vynálezu

5 Způsob přeměny tepelné energie na mechanickou podle tohoto vynálezu je využitelný zvláště v energetice, v konvenčních tepelných i jaderných elektrárnách, dále v oblasti lodních pohonů a pohonů automobilů.

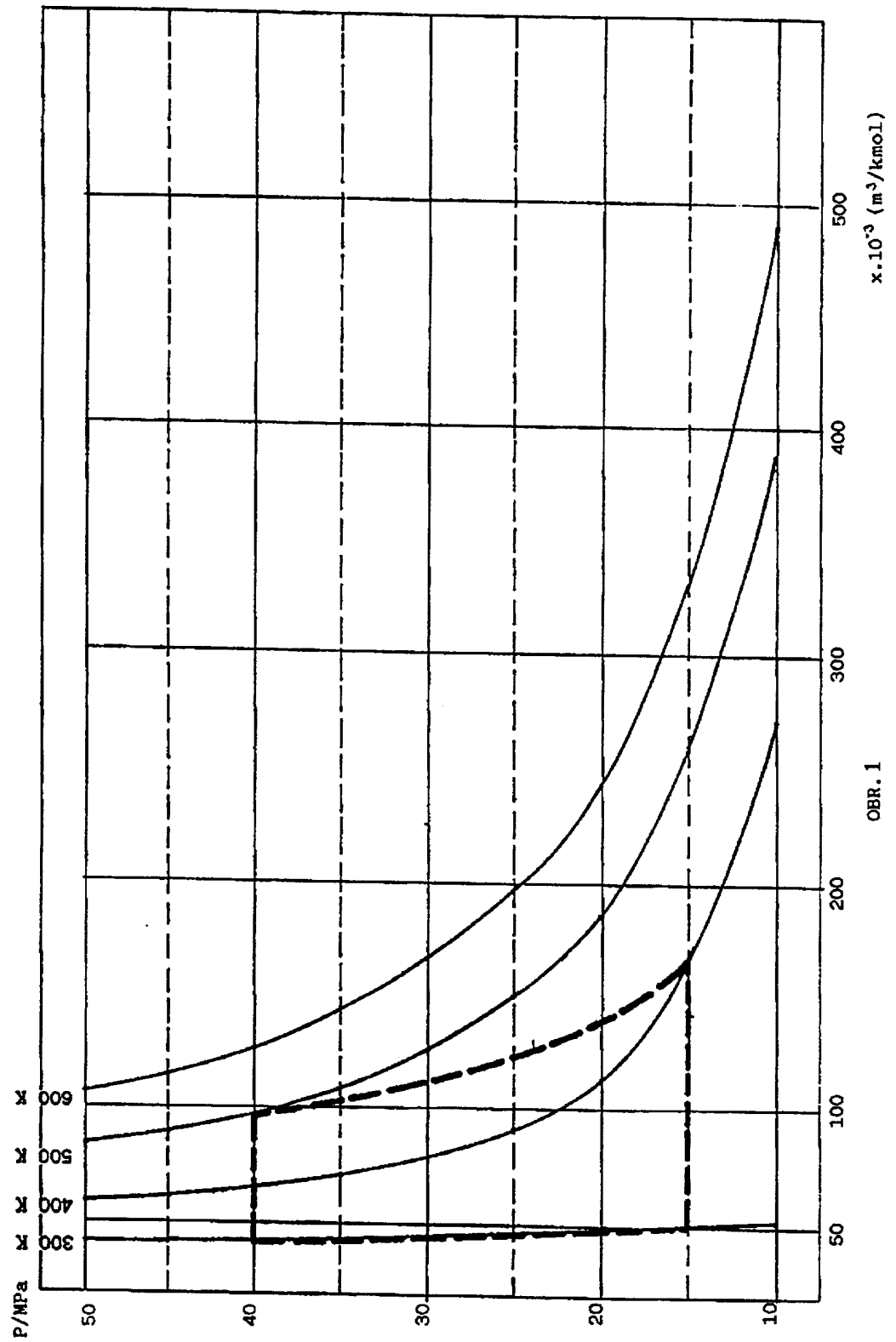
10

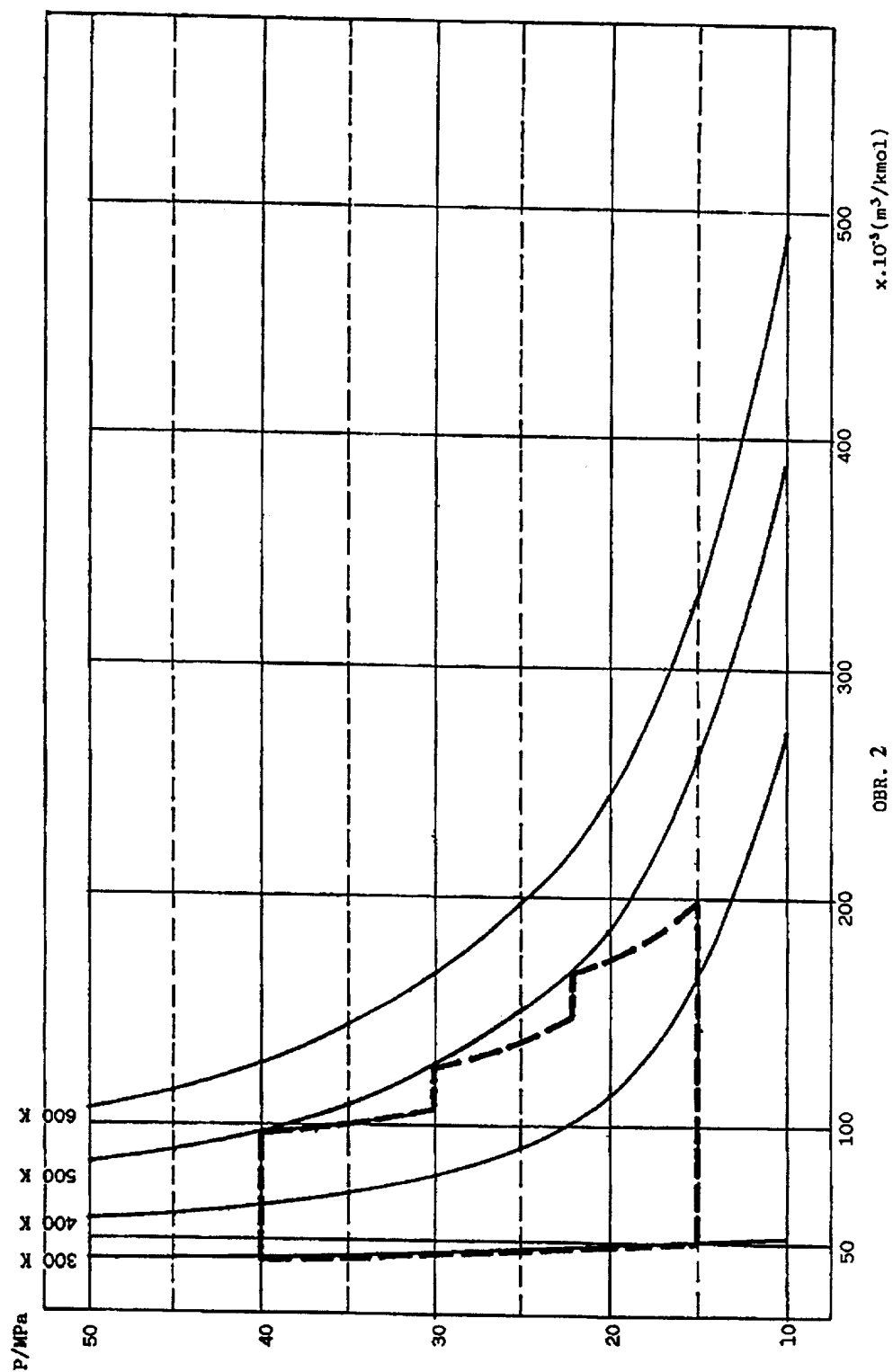
PATENTOVÉ NÁROKY

- 15 1. Způsob přeměny tepelné energie na mechanickou, založený na principu energetického cyklu, kde pracovní médium prochází fázemi stlačování, přivádění tepla z vnějšího zdroje a rozpínání se současným konáním práce a dále ochlazování, **vyznačující se tím**, že při stlačování média se vychází z oblasti jeho kritické teploty a z počátečního tlaku vyššího než je jeho kritický tlak.
- 20 2. Způsob přeměny tepelné energie na mechanickou podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že ve fázi rozpínání pracovního média při dodávce tepla až do dosažení horní teploty cyklu se do média dodává teplo jednak výměnou přímo z chlazení cyklu a jednak z vnějšího zdroje.
- 25 3. Způsob přeměny tepelné energie na mechanickou podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že ve fázi rozpínání pracovního média po dosažení horní teploty cyklu a následném snižování jeho teploty se do média dodává přídavné teplo.
- 30 4. Způsob přeměny tepelné energie na mechanickou podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že ve fázi zmenšování objemu pracovního média před dosažením oblasti dolní teploty cyklu se teplo z média na dolním tlaku cyklu převádí výměnou do média na vyšším tlaku cyklu.
- 35 5. Způsob přeměny tepelné energie na mechanickou podle některého z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že jako pracovního média se použije kysličníku uhličitého CO₂.

40

2 výkresy





Konec dokumentu
