



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

252426

(11) B₁

(51) Int. Cl.⁴

C 10 G 7/06,
B 01 D 5/00,
F 28 B 7/00

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 31 05 85
(21) PV 3914-85

(40) Zveřejněno 12 02 87

(45) Vydáno 25.06.88

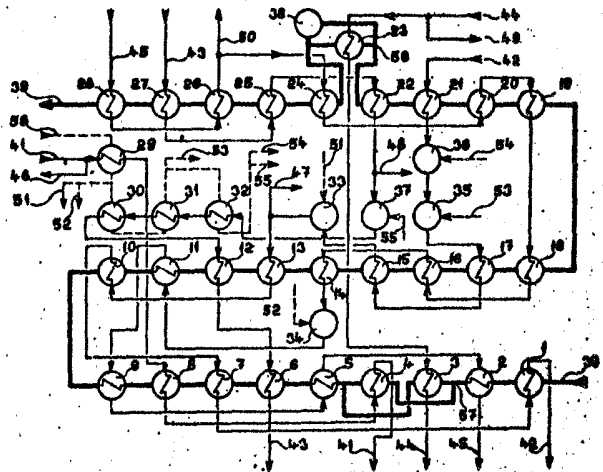
(75)
Autor vynálezu

ZACHOVAL JIŘÍ ing., BRNO,
KONEČNÝ ZDENĚK ing., NOVÉ MĚSTO NA MORAVĚ,
NAVRÁTIL OLDŘICH ing.,
LUČKA JOSEF ing. CSc.,
NĚMČANSKÝ JAN ing., BRNO

(54)

Teplosměnný systém u zařízení pro vakuovou
destilaci mazutu

Teplosměnný systém u zařízení pro vakuovou destilaci mazutu, skládající se z ohřívací pece a vakuové kolony. Řeší se problém dosažení co nejvyšší tepelné účinnosti systému při rovnoměrném zvyšování teploty mazutu před jeho vstupem do ohřívací pece. Podstata spočívá v tom, že většina výměníků tepla, zařazených bezprostředně za sebou ve vedení mazutu do ohřívací pece, je napojena na vedení odlišných horkých proudů produktů vystupujících z vakuové kolony, přičemž u většiny výměníků proud mazutu prochází jejich mezitrubkovými prostory. Systém je využitelný zejména u zařízení, která slouží k vakuové destilaci mazutu pro krakovací jednotky.



Vynález se týká teplosměnného systému u zařízení pro vakuovou destilaci mazutu.

Vakuová destilace mazutu, který je zbytkem po atmosférické destilaci ropy, se provádí ve vakuové koloně, do jejíž spodní části se přivádí proud mazutu, předeheřátého v ohřívací peci, a z které se odvádějí vzniklé destiláty jako tzv. horké proudy. Odvod horkých proudů se uskutečňuje z jednotlivých pater kolony, ležících vzájemně nad sebou, horkými vedeními, přičemž teplota horkých proudů postupně vzrůstá směrem od hlavové části kolony k jejímu spodku. V tomtéž pořadí tvoří obsah horkých proudů lehký vakuový olej, vakuový destilát, dělicí se případně na lehký a těžký vakuový destilát, černý destilát a vakuový zbytek. Části horkých proudů recyklují do kolony zpětnými vedeními a zbývající části jsou odváděny jako hotový produkt k dalšímu použití. Teplo obsažené v horkých prouděch se částečně vrací do kolony, kde se účastní technologického procesu, a částečně je využito jako odpadové teplo k předeheřívání mazutu, protékajícího mazutovým vedením před jeho vstupem do ohřívací pece a případně též ke generaci páry, ohřívání napájecí vody a předeheřívání vzduchu pro ohřívací pec. K tomu účelu slouží teplosměnný systém se soustavou výměníků, zapojených do mazutového vedení před jeho vstupem do ohřívací pece, přičemž vždy skupina těchto výměníků je napojena na jedno z horkých vedení, na něž jsou napojeny případně další výměníky, sloužící jako generátory páry, předeheřívače napájecí vody a chladiče na výstupu horkých proudů z výměňkové soustavy.

Pro známé teplosměnné systémy je charakteristické, že je v nich k předeheřívání mazutu použito trubkových výměníků, které jsou seřazeny do několika bloků, zapojených v sérii v mazutovém vedení, přičemž vždy výměníky jednoho bloku tvoří skupinu napojenou na jedno z horkých vedení. Přitom

většina výměníků je napojena na mazutové vedení trubkovými prostory, kdežto mezitrubkové prostory výměníků jsou napojeny na některé z horkých vedení. Vzhledem k tlakovým ztrátám, které se v mazutovém proudu kumulují a které nelze v trubkových prostorech dále snižovat, je možné při popsaném uspořádání použít relativně malého počtu výměníků o velkých dimenzích, majících nízké teplotní spády a malou tepelnou účinnost. Je proto snaha přenést teplosměnný efekt především do kolony, což se děje úpravou vzájemného poměru hmotnostních toků těžkého a lehkého vakuového destilátu na přibližně stejné podíly a dále zvýšením obsahu tepla v recyklujících částech horkých proudů. Výhody takto docílené jsou však z větší části kompenzovány nutností nadměrného zvětšení dimenzí kolony. Další nevýhodou známých teplosměnných systémů vyplývající ze zapojení výměníků do bloků jsou velké rozdíly středních teplotních spádů u výměníků následujících za sebou v mazutovém vedení a dále ta okolnost, že teplotní intervaly výměníků na sebe dostatečně plynule nenavazují. Tím není zaručen rovnoměrný vzrůst teploty mazutu před jeho vstupem do ohřívací pece, který je důležitý z hlediska kvalitního průběhu následného destilačního procesu.

Odstranění těchto nevýhod řeší vynález, jehož podstata spočívá v tom, že v teplosměnném systému^U zařízení pro vakuovou destilaci mazutu se soustavou výměníků, z nichž alespoň část ^{zapojena} je do mazutového vedení před jeho vstupem do ohřívací pece, přičemž vždy skupina těchto výměníků je napojena na jedno z pěti horkých vedení, z nichž první vyúsťuje z hlavové části vakuové kolony, druhé až čtvrté z její střední části a páté z jejího spodku, je ve skupině výměníků napojené na páté horké vedení menší část výměníků zapojena v mazutovém vedení bezprostředně za sebou, zatímco ostatní výměníky téže skupiny a výměníky ostatních skupin jsou v mazutovém vedení zapojeny tak, že vždy ze dvou za sebou následujících výměníků je každý napojen na jiné horké vedení. Ve výhodném provedení je ve skupině napojené na páté horké vedení menší část výměníků, navazující na výstup pátého horkého vedení z výměňkové soustavy, napojena na mazu-

tové vedení svými trubkovými prostory, zatímco ostatní výměníky téže skupiny a výměníky ostatních skupin jsou na mazutové vedení napojeny mezitrubkovými prostory. V dalším výhodném provedení je v mazutovém vedení paralelně s jedním z výměníků zapojen další výměník, napojený na vedení spalin v konvekční části ohřívací pece.

Zapojení teplosměnného systému podle vynálezu, kde je použito podstatně vyššího počtu výměníků, než tomu bylo dosud, odstraňuje nízké teplotní spády výměníků, které vedou k jejich nadměrným dimenzím, umožňuje snížení rozměrů kolony a ohřívací pece, dovoluje upravit optimálním způsobem poměr mezi lehkým a těžkým vakuovým destilátem a umožňuje snížit teplotu recyklujících částí horkých proudů. Vynález rovněž umožňuje docílení plynulého průběhu zvyšování teploty mazutu před jeho vstupem do ohřívací pece a zkvalitnění destilačního procesu. Zvýšení počtu výměníků vyžaduje snížení tlakových ztrát v mazutovém vedení, což je umožněno napojením mazutového vedení na mezitrubkové prostory výměníků, kde na rozdíl od trubkových prostorů lze tlakové ztráty dále snižovat, například použitím šroubovicových přepážek podle čs. autorského osvědčení čís. 209 126.

Na přiložených výkresech je znázorněn příklad teplosměnného systému podle vynálezu, kde obr. 1 představuje schéma zařízení pro vakuovou destilaci mazutu a obr. 2 schéma zapojení teplosměnného systému.

Vakuová kolona 60, která tvoří hlavní část zařízení na vakuovou destilaci mazutu, znázorněného na obr. 1, je napojena svojí spodní částí, tvořící nástřikovou zónu, na mazutové vedení 39 přes ohřívací pec 40 a svojí hlavovou částí na vakuotvorný systém 59. Z jednotlivých pater vakuové kolony 60, ležících vzájemně nad sebou, vyúsťuje v pořadí od hlavové části přes střed vakuové kolony 60 k jejímu spodku první až páté horké vedení 41 - 45, přičemž první horké vedení 41 slouží k odvádění vakuového plynného oleje, druhé horké vedení 42 k odvádění lehkého vakuového destilátu, třetí horké vedení 43 k odvádění těžkého vakuového destilátu, čtvrté horké vedení 44

k odvádění černého destilátu a páté horké vedení 45 k odvádění vakuového zbytku.

Teplosměnný systém podle vynálezu znázorněný na obr. 2 obsahuje soustavu třiceti osmi výměníků 1 - 38 trubkového typu, z nichž větší část, jmenovitě první až dvacátý osmý a třicátý osmý výměník 1 - 28, 38, je napojena na mazutové vedení 39. Každý z těchto výměníků je mimoto napojen na jedno z horkých vedení 41 - 45, přičemž na první horké vedení je napojena skupina, kterou tvoří čtvrtý a osmý výměník 4, 8, na druhé horké vedení 42 skupina, kterou tvoří první, sedmý, desátý, třináctý, patnáctý, sedmnáctý a dvacátý první výměník 1, 7, 10, 13, 15, 17, 21, na třetí horké vedení 43 skupina, kterou tvoří šestý, dvanáctý, dvacátý druhý, dvacátý pátý a dvacátý sedmý výměník 6, 12, 22, 25, 27, na čtvrté horké vedení 44 skupina, kterou tvoří třetí a dvacátý třetí výměník 3, 23 a na páté horké vedení 45 skupina, kterou tvoří druhý, pátý, devátý, jedenáctý, čtrnáctý, šestnáctý, osmnáctý, devatenáctý, dvacátý, dvacátý čtvrtý, dvacátý šestý a dvacátý osmý výměník 2, 5, 9, 11, 14, 16, 18, 19, 20, 24, 26, 28. Ve skupině napojené na páté horké vedení 45 je menší část výměníků, jmenovitě osmnáctý, devatenáctý a dvacátý výměník 18, 19, 20, zapojena bezprostředně za sebou, zatímco ostatní výměníky téže skupiny, jmenovitě druhý, pátý, devátý, jedenáctý, čtrnáctý, šestnáctý, dvacátý čtvrtý, dvacátý šestý a dvacátý osmý výměník 2, 5, 9, 11, 14, 16, 24, 26, 28, a výměníky ostatních skupin, jmenovitě první, třetí, čtvrtý, šestý, sedmý, osmý, desátý, dvanáctý, třináctý, patnáctý, sedmnáctý, dvacátý první, dvacátý druhý, dvacátý třetí, dvacátý pátý a dvacátý sedmý výměník 1, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 15, 17, 21, 22, 23, 25, 27, jsou v mazutovém vedení 39 zapojeny tak, že vždy ze dvou za sebou následujících výměníků je každý napojen na jiné horké vedení 41- 45. Napojení mazutového vedení 39 na trubkové a mezitrubkové prostory výměníků je uskutečněno tak, že ve skupině napojené na páté horké vedení 45 je menší část výměníků, jmenovitě druhý, pátý, devátý, jedenáctý a čtrnáctý výměník 2, 5, 9, 11, 14, navazující na výstup pátého

horkého vedení 45 z výměňkové soustavy, napojena na mazutové vedení 39 svými trubkovými prostory, zatímco ostatní výměníky téže skupiny, jmenovitě šestnáctý, osmnáctý, devatenáctý, dvacátý, dvacátý čtvrtý, dvacátý šestý a dvacátý osmý výměník 16, 18, 19, 20, 24, 26, 28, jsou na mazutové vedení 39 napojeny svými mezitrubkovými prostory. Mazutové vedení 39 se na dvou místech rozvětňuje, přičemž v místě prvního rozvětvení 57 je paralelně zapojen třetí a čtvrtý výměník 3, 4 a v místě druhého rozvětvení 58 dvacátý třetí 23 výměník a třicátý osmý výměník 38, který je současně zapojen na vedení spalín v konvekční části ohřívací pece 40. Dvacátý devátý až třicátý druhý výměník 29 - 32, sloužící jako předeříváče napájecí vody, jsou napojeny svými trubkovými prostory na napájecí vedení 56, přičemž dvacátý devátý výměník 29 je současně napojen na první horké vedení 41 a třicátý až třicátý druhý výměník 30 - 32 jsou napojeny na třetí horké vedení 43. Třicátý třetí až třicátý sedmý výměník 33 - 37 slouží jako generátory páry. Jejich napojení na napájecí vedení 56 je uskutečněno tak, že třicátý třetí a třicátý čtvrtý výměník 33, 34 jsou napojeny prvním a druhým spojovacím vedením 51, 52 na výstup dvacátého devátého výměníku 29, třicátý pátý výměník 35 je napojen třetím spojovacím vedením 53 na výstup třicátého prvního výměníku 31 a třicátý šestý a třicátý sedmý výměník 36, 37 jsou napojeny čtvrtým a pátým spojovacím vedením 54, 55 na výstup třicátého druhého výměníku 32. Mimo to jsou třicátý třetí, třicátý pátý a třicátý šestý výměník 33, 35, 36 napojeny na druhé horké vedení 42 a třicátý čtvrtý výměník 34 je napojen na páté horké vedení 45. Součástí teplosměnného systému jsou dále zpětná vedení 46 - 50, která navazují neznázorněným způsobem na vakuovou kolonu 60 a slouží k vedení recyklujících částí horkých proudů, přičemž první zpětné vedení 46 navazuje na první horké vedení 41 před jeho vstupem do dvacátého devátého výměníku 29, druhé zpětné vedení 47 navazuje na druhé horké vedení 42 mezi třináctým a třicátým třetím výměníkem 13, 33, třetí zpětné vedení 48 navazuje na třetí horké vedení

43 mezi dvacátým druhým a třicátým sedmým výměníkem 22, 37, čtvrté zpětné vedení 49 navazuje na čtvrté horké vedení 44 před jeho vstupem do dvacátého třetího výměníku 23 a páté zpětné vedení 50 navazuje na páté horké vedení 45 mezi dvacátým čtvrtým a dvacátým šestým výměníkem 24, 26.

Proud mazutu prochází v mazutovém vedení 39 postupně přes první až dvacátý osmý a třicátý osmý výměník 1 - 28, 38, přičemž prochází paralelně přes třetí a čtvrtý výměník 3, 4 v místě prvního rozvětvení 57 a přes dvacátý třetí a třicátý osmý výměník 23, 38 v místě druhého rozvětvení 58. Prvním horkým vedením 41 je z vakuové kolony 60 odváděn horký proud vakuového plynného oleje, jehož jedna část se vrací prvním zpětným vedením 46 do vakuové kolony 60 a jehož druhá část odchází postupně přes dvacátý devátý, osmý a čtvrtý výměník 29, 8, 4 jako hotový produkt. Druhým horkým vedením 42 je z vakuové kolony 60 odváděn horký proud lehkého vakuového destilátu, který postupně prochází přes dvacátý první, třicátý šestý, třicátý pátý, sedmnáctý, patnáctý a třicátý třetí výměník 21, 36, 35, 17, 15, 33. Dále se dělí na dvě části, z nichž jedna se vrací druhým zpětným vedením 47 do vakuové kolony 60 a druhá odchází postupně přes třináctý, desátý, sedmý a první výměník 13, 10, 7, 1 jako hotový produkt. Třetím horkým vedením 43 je z vakuové kolony 60 odváděn horký proud těžkého vakuového destilátu, který postupně prochází přes dvacátý sedmý, dvacátý pátý a dvacátý druhý výměník 27, 25, 22. Dále se dělí na dvě části, z nichž jedna se vrací třetím zpětným vedením 48 do vakuové kolony 60 a druhá odchází postupně přes třicátý sedmý, třicátý druhý, třicátý první, třicátý, dvanáctý a šestý výměník 37, 32, 31, 30, 12, 6 jako hotový produkt. Čtvrtým horkým vedením 44 je z vakuové kolony 60 odváděn horký proud černého destilátu, jehož jedna část se vrací čtvrtým zpětným vedením 49 do mazutového vedení 39 před ohřívací pec 40 a odtud do vakuové kolony 60, a jehož druhá část odchází postupně přes dvacátý třetí a třetí výměník 23, 3 jako hotový produkt. Pátým horkým vedením 45 je

z vakuové kolony 60 odváděn horký proud vakuového zbytku, který postupně prochází přes dvacátý osmý a dvacátý šestý výměník 28, 26. Dále se dělí na dvě části, z nichž jedna se vrací pátým zpětným vedením 50 do vakuové kolony 60 a druhá odchází postupně přes dvacátý čtvrtý, dvacátý, devatenáctý, osmnáctý, šestnáctý, čtrnáctý, třicátý čtvrtý, jedenáctý, devátý, pátý a druhý výměník 24, 20, 19, 18, 16, 14, 34, 11, 9, 5, 2 jako hotový produkt. Napájecí voda v napájecím vedení 56 prochází postupně přes dvacátý devátý až třicátý druhý výměník 29 - 32, prvním až pátým spojovacím vedením 51 - 55 je odváděna do třicátého třetího až třicátého sedmého výměníku 33 - 37 a odtud vychází neznázorněnými parními vedeními jako pára.

Při průchodu výměníky je teplo obsažené v jednotlivých horkých proudech, jejichž teplota na výstupech z vakuové kolony 60 je postupně vyšší od hlavové části vakuové kolony 60 k jejímu spodku, předávána mazutu a napájecí vodě a částečně se vrací s recyklujícími proudy do vakuové kolony 60. Kromě toho je do proudu mazutu přiváděno teplo spalin z konvekční části ohřívací pece 40. Při průchodu výměníky teplota horkých proudů postupně klesá. Zbývající nízkopotenciální teplo se na jejich výstupech odvádí neznázorněnými chladiči a využívá se k přehřevu spalovacího vzduchu vstupujícího do ohřívací pece 40.

První až dvacátý osmý výměník 1 - 28 spolu s třicátým osmým výměníkem 38 jsou zapojeny tak, že jejich střední teplotní spády ve směru toku mazutového proudu plynule stoupají v závislosti na teplotě mazutového proudu s tolerancí $\pm 5^{\circ}\text{C}$, přičemž jejich teplotní intervaly na sebe navazují nebo se částečně překrývají. Ohřev mazutu proto probíhá rovnoměrně bez škodlivých teplotních výkyvů. Teplotní charakteristiky prvního až dvacátého osmého výměníku 1 - 28 jsou dány jednak jejich střídavým napojením na odlišné horké proudy 41 - 45, jednak tím, že přebývající teplo je na vhodných místech od-

čerpáváno z horkých proudů dvacátým devátým až třicátým sedmým výměníkem 29 - 37, které slouží jako předeřhřivače napájecí vody a generátory páry, a jejichž zapojení lze koncipovat podle potřeby tak, že ke generaci páry dochází na několika tlakových úrovních. K vytváření teplotních charakteristik teplosměnného systému slouží i teplo spalín přiváděné přes třicátý osmý výměník 38 z konvekční části ohřívací pece 40 a paralelní zapojení třetího a čtvrtého výměníku 3, 4. Mimo to je charakteristika teplosměnného systému ovlivněna i poměrem hmotnostních toků recyklujících částí horkých proudů, které lze s výhodou upravit tak, že teplota recyklující části příslušného horkého proudu na vstupu do vakuové kolony 60 je stejná jako teplota nejbližšího výše odebíraného horkého proudu na jeho výstupu z vakuové kolony 60 s tolerancí $\pm 10^0$ C. Využití odpadního tepla závisí i na poměru rozdělení produkovaného vakuového destilátu na lehkou a těžkou část, kde lze úpravou hmotnostních toků těžkého a lehkého vakuového destilátu v rozmezí 0,2 až 0,5 jejich poměru s výhodou uplatnit vyšší teplotu těžkého vakuového destilátu. Výjimku ze střídavého zapojení tvoří osmnáctý, devatenáctý a dvacátý výměník 18, 19, 20 ve skupině výměníků napojené na páté horké vedení, kde vzhledem k relativně vysokému obsahu tepla v horkém proudu procházejícím tímto vedením je splněna podmínka plynulé návaznosti středních teplotních spádů i při zapojení výměníků v mazutovém vedení 39 bezprostředně za sebou.

Teplosměnný systém podle vynálezu předpokládá podstatné snížení tlakových ztrát v mazutovém vedení 39 ve srovnání s dosud používanými systémy. K tomu lze výhodně využít napojení mazutového vedení 39 na mezitrubkové prostory výměníků, kde jsou za účelem zvýšení přestupu tepla případně upraveny přepážky podle čs. autorského osvědčení čís. 209 126, provedené jako rovinné nebo tvarované kruhové výseče, vytvářející alespoň jednu přerušovanou či plynulou šroubovou plochu. Výjimku z napojení mazutového vedení 39 na mezitrubkové prostory výměníků tvoří pouze nejstudenější výměníky v pá-

tém horkém vedení 45, kde by mohlo při průchodu vakuového zbytku trubkovými prostory výměníků s teplotou pod 200°C dojít k neúnosně vysoké tlakové ztrátě, a kde je proto nutné vést mazut trubkovými a vakuový zbytek mezitrubkovými prostory výměníků.

Popsaný příklad představuje pouze jednu z možných variant teplosměnného systému podle vynálezu, kde je optimalizována spotřeba paliva a produkce generalizované páry tam, kde se používá paliva na stejné cenové úrovni jak v ohřívací peci, tak v teplárně pro výrobu páry. Pro případy, kdy je v jednotce používána relativně levná pára, vyrobená například v teplárnách na uhlí, je třeba použít jiného uspořádání, které by vyhovovalo tomuto účelu.

Teplosměnný systém podle vynálezu je využitelný zejména u zařízení, která slouží k vakuové destilaci mazutu pro krakovací jednotky a která zpracovávají mazut odpovídající řezu na křivce pravých bodů varu ropy v rozmezí nad 340 až 380°C a s teplotou na hranici jednotky pod 130°C , přičemž produkuje destiláty, odpovídající řezu na křivce pravých bodů varu ropy v rozmezí do 510 až 560°C s teplotami na hranici jednotky pod 130°C .

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

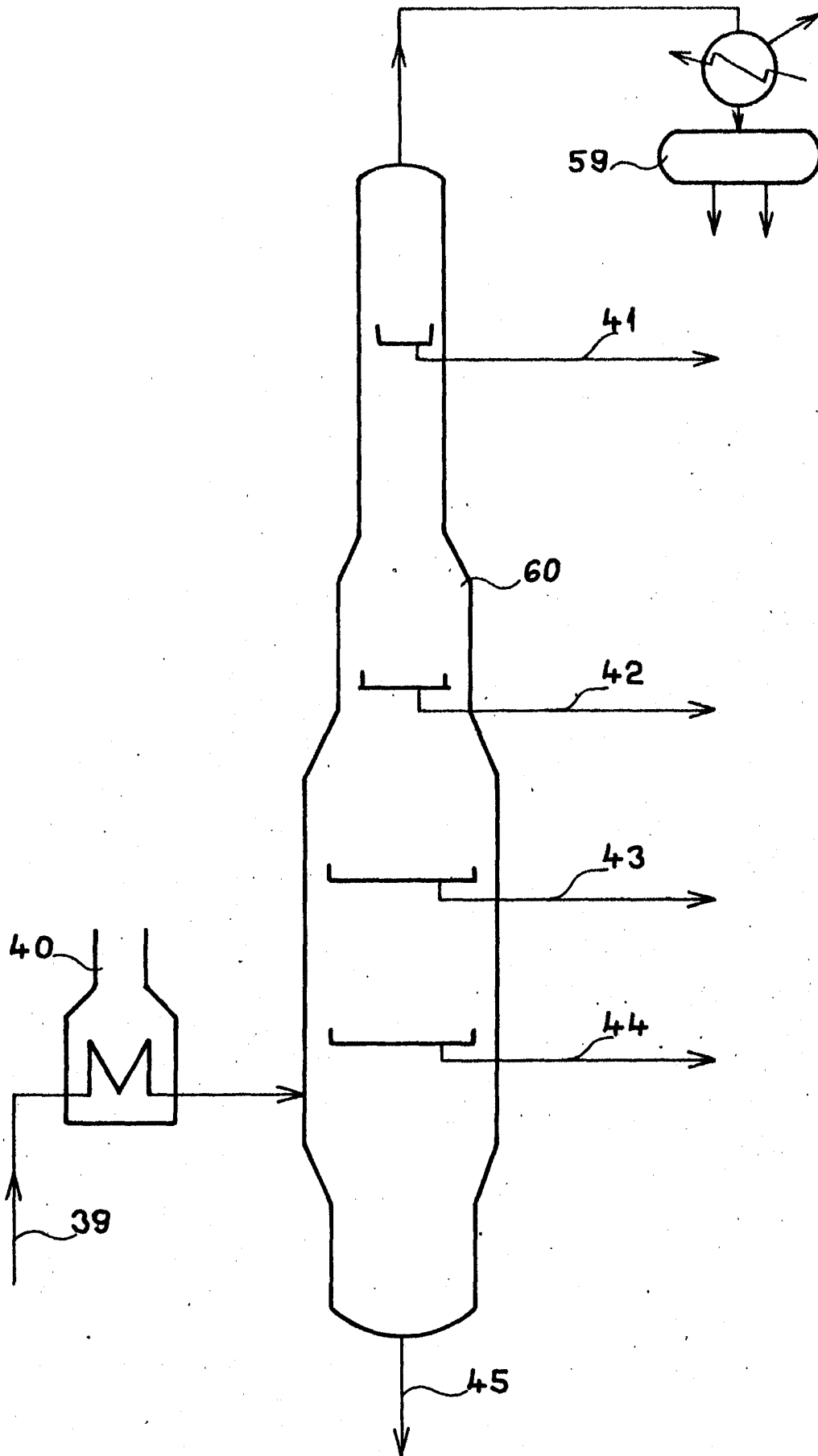
1. Teplosměnný systém u zařízení pro vakuovou destilaci mazutu se soustavou výměníků, z nichž alespoň část je zapojena do mazutového vedení před jeho vstupem do ohřívací pece, přičemž vždy skupina těchto výměníků je napojena na jedno z pěti horkých vedení, z nichž první vyúsťuje z hlavové části vakuové kolony, druhé až čtvrté z její střední části a páté z jejího spodku, vyznačené tím, že ve skupině napojené na páté horké vedení (45) je menší část výměníků (18, 19, 20) zapojena v mazutovém vedení bezprostředně za sebou, zatímco ostatní výměníky (2, 5, 9, 11, 14, 16, 24, 26, 28) téže skupiny a výměníky (1, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 15, 17, 21, 22, 23, 25, 27) ostatních skupin jsou v mazutovém vedení (39) zapojeny tak, že vždy ze dvou za sebou následujících výměníků je každý napojen na jiné horké vedení (41 - 45).

2. Teplosměnný systém podle bodu 1, vyznačený tím, že ve skupině napojené na páté horké vedení (45) je menší část výměníků (2, 5, 9, 11, 14), navazující na výstup pátého horkého vedení (45) z výměňkové soustavy, napojena na mazutové vedení (39) svými trubkovými prostory, zatímco ostatní výměníky (16, 18, 19, 20, 24, 26, 28) téže skupiny a výměníky (1, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 15, 17, 21, 22, 25, 27) ostatních skupin jsou na mazutové vedení (39) napojeny svými mezitrubkovými prostory.

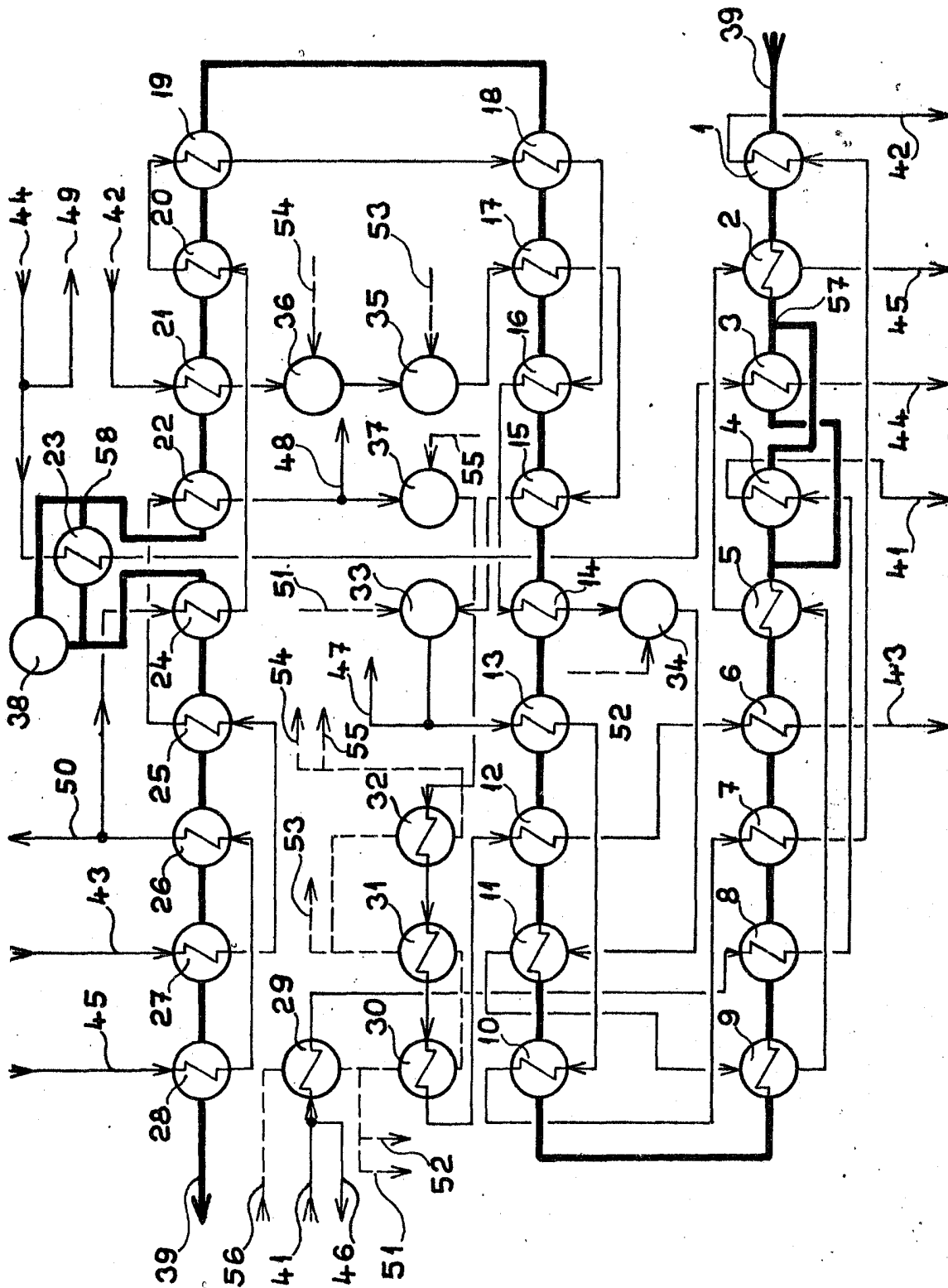
3. Teplosměnný systém podle bodů 1 nebo 2, vyznačený tím, že v mazutovém vedení (39) paralelně s jedním z výměníků (23) je zapojen další výměník (38), napojený na vedení spalin v konvekční části ohřívací pece (20).

2 výkres

252426



0BR. 1



OBR. 2