

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 308 283

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

*C08J 11/10* (2006.01)  
*C10G 1/10* (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

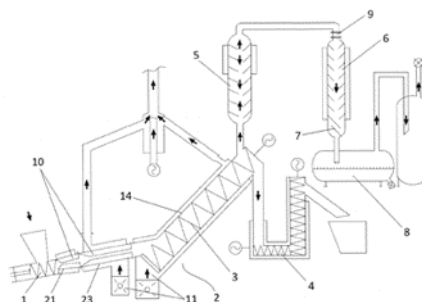
(21) Číslo přihlášky: **2017-601**  
(22) Přihlášeno: **03.10.2017**  
(40) Zveřejněno: **10.04.2019**  
**(Věstník č. 15/2019)**  
(47) Uděleno: **04.03.2020**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **15.04.2020**  
**(Věstník č. 16/2020)**

(56) Relevantní dokumenty:  
US 6 126 907 A; RU 2 255 957 C1; CN 102618312 A.

(73) Majitel patentu:  
Ing. Igor Lebeděv, Postoloprty, CZ  
Mgr. Jan Martínek, Meziboří, CZ  
Ing. Oleksandr Demchuk, Postoloprty, CZ  
Ing. Martina Malá, Postoloprty, CZ

(72) Původce:  
Ing. Igor Lebeděv, Postoloprty, CZ  
Mgr. Jan Martínek, Meziboří, CZ  
Ing. Martina Malá, Postoloprty, CZ  
Ing. Oleksandr Demchuk, Postoloprty, CZ

(74) Zástupce:  
Langrova, s.r.o., Skrétova 1011/48, 301 00 Plzeň,  
Jižní Předměstí



(54) Název vynálezu:  
**Způsob zpracování polymerů jejich  
molekulární destrukcí a reformingem a  
zařízení k tomuto způsobu**

(57) Anotace:  
Způsob zahrnuje proces ohřevu vstupní polymerní suroviny, proces molekulární destrukce polymerů a proces rektifikace. Polymerní tavenina se ohřívá v zóně molekulární destrukce o teplotě maximálně 700 °C. Vzniklá polymerní paroplynová směs vstupuje do zóny reformingu a dále do rektifikačního bloku (5). Odtud se odvádí paroplynová směs o předem definované teplotě, přičemž zkvapalnělá frakce stéká zpět do zóny reformingu k opětovnému zpracování. Paroplynová směs dále částečně kondenzuje a vzniká výsledný produkt. Zařízení obsahuje reaktor (2) majícího vstupní zónu (21) a tepelnou zónu (22), tvořenou přípravnou tepelnou zónou (23), zónou (24) molekulární destrukce a zónou (25) reformingu. Nad zónou (25) reformingu je k reaktoru (2) připojen rektifikační blok (5) a navazující chladicí věž (6).

## Způsob zpracování polymerů jejich molekulární destrukcí a reformingem a zařízení k tomuto způsobu

### 5 Oblast techniky

Navrhované technické řešení se týká výroby aromatických uhlovodíků zpracováním polymerních surovin reformingem s použitím rektifikace a molekulární restrukturalizace.

10

### Dosavadní stav techniky

Reforming je v chemii technologie, která upravuje molekulární strukturu uhlovodíků tak, aby se pozměnily jejich vlastnosti. Obvykle se reforming používá pro výrobu aromatických uhlovodíků z některých ropných frakcí.

15

S razantním nárůstem polymerních odpadů (plasty, pneumatiky) ve světě a jako důsledek vzestupu množství druhotných polymerních surovin, se stává ekonomicky výnosným vyrábět tekuté aromatické uhlovodíky z těchto materiálů. Takto vyrobená surovina je nasycená aromatickými uhlovodíky více než ropné frakce, a proto je velmi cennou surovinou pro rafinérský a chemický průmysl.

20

Ekonomicky a ekologicky velmi příznivou metodou dle stavu techniky se jeví obnova uhlovodíků z plastového odpadu. To znamená, že dojde k jeho zahřátí na velmi vysokou teplotu bez přístupu vzduchu (kyslíku). Kondenzací zplyněného plastového odpadu vznikne olej, který je možné použít například jako palivo do diesellových spalovacích motorů.

25

Zařízení a proces recyklace plastů metodou obnovy uhlovodíků je popsán např. v patentovém spise JP 2015057500. Nevýhodou zde popsaného zařízení je zejména jeho nízká provozní bezpečnost, která vyplývá z jeho konstrukce. Díky tomu jsou z praxe známé případy, kdy v nestandardních provozních režimech došlo ke vzplanutí roztaveného plastového odpadu a plastových plynů.

30

Popsané nedostatky řeší zařízení ke kontinuální recyklaci plastů známé z českého užitného vzoru č. 29890. Toto zařízení je provozně bezpečné, jeho konstrukce však umožňuje prostou destilaci zplyněného plastového odpadu. Vzhledem k tomu, že plastový odpad ze své podstaty má proměnlivé složení, tak i vzniklý olej může mít proměnlivé složení či kvalitu.

35

Z dokumentu US 6216907 je známé zařízení pro tepelný rozklad polymerního odpadu. Jedná se o zařízení, které je opatřeno reaktorem, kde dochází k rozkladu odpadu na paroplynovou směs. Ta je z reaktoru odváděna bez dalšího zvláštního zpracování. Zejména nedochází k výměně hmoty mezi kapalnou a plynnou fází. Nedochází k návratu těžkého kondenzátu do reaktoru k dalšímu rozkladu, což má negativní dopad na kvalitu výsledného produktu.

40

Z dokumentu RU 2255957 je známý postup výroby aromatických uhlovodíků. Dokument nepopisuje výměnu hmoty (dílů roztrhaných molekul) mezi kapalnou a plynnou fází. Nedochází k návratu těžkého kondenzátu s vysokou molekulovou do reaktoru k dalšímu rozkladu. Proces zde probíhá za přítomnosti katalyzátoru při poměrně vysokém tlaku 2 až 5 kg/cm<sup>2</sup> (196 až 490 kPa), což s sebou přináší technologickou náročnost (spotřeba katalyzátoru, potenciálně nebezpečný provoz zařízení při vysokém tlaku).

45

Z dokumentu CN 102618312 je známý způsob přípravy oleje společnou pyrolýzou biomasy a odpadních plastů. Nevýhodou je zde nutnost použití katalyzátorů v procesu rafinace. Jako katalyzátory jsou používány FCC, SBA-15, MCM-41, SAPO-11 nebo Zn, Mn, Fe. Katalyzátory modifikují molekulární strukturu. Kapalným produktem získaným po reformování se podle tohoto

55

dokumentu přeneso do rektifikační kolony pro destilaci a separaci za získání různých frakcí topného oleje.

5 Souhrnnou nevýhodou známého stavu techniky je nižší kvalita získaného produktu. Tímto produktem je standardní pyrolýzní olej, který obsahuje těžké složky. Tyto těžké složky časem zapříčiní zhutnění pyrolýzního oleje a je nutné jej opět rektifikovat – produkt není dlouhodobě stabilní.

## 10 Podstata vynálezu

Podstatou navrhovaného vynálezu je způsob zpracování polymerů jejich molekulární destrukcí a reformingem. Molekulární destrukcí se myslí rozklad (roztrhání) těžkých polymerních molekul. Reforming polymerů zde znamená změnu struktury více než 65 % uhlovodíků paroplynové směsi  
15 na aromatické uhlovodíky. Způsob zahrnuje proces ohřevu vstupní polymerní suroviny, proces molekulární destrukce polymerů a proces rektifikace. Polymerní surovinou zde může být zejména druhotně zpracovávaný plastový nebo pryžový odpad.

V prvním kroku způsobu se vstupní polymerní surovina známého chemického složení,  
20 s definovanou maximální frakcí, vsadí do reaktoru. Vsazení se může, v závislosti na konkrétním provedení vyplývajícím ze složení vstupní polymerní suroviny, uskutečnit lisem a/nebo gravitačním způsobem. Polymerní vstupní surovina může být smíchaná s maximálně 20 % hmotn. katalyzátoru, vztaženo k celkové hmotnosti zpracovávané vstupní polymerní suroviny. To znamená, že na každých 100 kg polymerní vstupní suroviny může být použito až 20 kg  
25 katalyzátoru. Účelem katalyzátoru, pokud je použit, je zlepšení fyzikálních i chemických procesů prováděného způsobu. Volba případného použití a množství katalyzátoru závisí na složení polymerní vstupní suroviny.

Vsazení se provede do reaktoru majícího vstupní zónu a tepelnou zónu. Tepelná zóna je tvořena  
30 přípravnou zónou a zónou molekulární destrukce. Vstupní zóna reaktoru je chlazená a/nebo tepelně odizolovaná od tepelné zóny reaktoru. To je z důvodu zachování tuhé (neroztavené) zátky vsazené vstupní polymerní suroviny. Ta zajišťuje hermetičnost vnitřního prostředí reaktoru vůči ovzduší, takže polymerní tavenina nepřichází do styku s vnější atmosférou.

V přípravné tepelné zóně reaktoru se vstupní polymerní surovina ohřívá na teplotu maximálně  
35 450 °C rychlostí ohřevu 4 až 15 °C/min. Volba rychlosti ohřevu je dána zejména složením vstupní polymerní suroviny a požadovaným výsledkem celé výroby. Následně se vzniklá polymerní tavenina dále ohřívá v zóně molekulární destrukce o teplotě maximálně 700 °C, přičemž zde probíhá, za případné účasti katalyzátorů, proces molekulární destrukce.

40 Molekulární destrukcí vzniklá polymerní paroplynová směs o zvýšeném tlaku vstupuje do zóny reformingu, která se nachází nad pevnými zbytky z molekulární destrukce. Pevné zbytky se pomocí šnekového dopravníku dopravují ze zóny molekulární destrukce do chlazeného dopravníkového systému. Pevnými zbytky jsou zejména uhlíkaté pevné zbytky, polymerní náplně  
45 nebo cizí tělesa, jako kameny, písek, kovové části a podobně. Chlazený dopravníkový systém je uzpůsoben k zamezení průniku uhlovodíkové paroplynové směsi do ovzduší, a naopak. Zpravidla obsahuje sifonový prostup s tuhou zátkou vzniklou ochlazenými pevnými zbytky, takže je zamezeno přístupu vnější atmosféry do vnitřního prostoru reaktoru, resp. k úniku paroplynové směsi do ovzduší. Chlazený dopravníkový systém může být opatřen dvojitým, aktivně chlazeným  
50 pláštěm.

Uhlovodíková paroplynová směs vstupuje ze zóny reformingu do rektifikačního bloku s regulovatelným teplotním režimem, z jehož horní části se odvádí paroplynová směs o předem definované teplotě. Zkapalnělá frakce stéká zpět do zóny reformingu k opětovnému zpracování.

55

V navazující chladicí věži, jejíž spodní konec je opatřen sifonovým prostupem, paroplynová směs částečně kondenzuje. V navazující rozdělovací nádrži dochází k rozdělení plynné frakce a kapalné frakce. Z rozdělovací nádrže jsou plynná frakce a kapalná frakce aromatických uhlovodíků, coby finální produkt celého procesu, odčerpávány k dalšímu zpracování.

5

Souvisejícím vynálezem je zařízení pro zpracování polymerů jejich molekulární destrukcí a reformingem, a to zejména shora popsaným způsobem. Zařízení obsahuje lis a/nebo násypný otvor pro vsazení vstupní polymerní suroviny do reaktoru. Volba prvku pro vsazení vstupní polymerní suroviny je dána jejím složením. Lisem je zejména vhodné vkládat měkkou slisovatelnou vstupní polymerní surovinu. Násypný otvor je pak zejména využitelný pro tvrdou nelisovatelnou polymerní surovinu.

10

Reaktor má vstupní zónu a tepelnou zónu. Tepelná zóna je tvořena přípravnou tepelnou zónou, zónou molekulární destrukce a zónou reformingu, přičemž jejich hranice je neostrá a mohou se vzájemně částečně prolínat v závislosti na aktuálním provozním režimu zařízení. Vstupní zóna reaktoru je chlazená a/nebo tepelně odizolovaná od tepelné zóny reaktoru. To je z důvodu zachování tuhé (neroztavené) zátky vsázené vstupní polymerní suroviny. Ta zajišťuje hermetičnost vnitřního prostředí reaktoru vůči ovzduší, takže polymerní tavenina nepřichází do styku s vnější atmosférou. Vstupní zóna je na vnitřním povrchu opatřena soustavou výstupků k udržení požadovaného tepelného režimu zpracovávané polymerní suroviny. Jako výhodná se jeví zejména žebra zasahující dovnitř profilu zpracovávané polymerní suroviny. Tato žebra napomáhají chladit tuhý zátka vsázené vstupní polymerní suroviny v celém jejím průřezu, protože zpracovávané polymery jsou dobrým tepelným izolantem. Regulace teploty (chlazení) obalu vstupní zóny by tak nemusela ve všech režimech bezpečně zajistit dostatečně nízkou teplotu ve středu tuhé zátky.

15

20

25

Vnitřní průřez vstupní zóny a přípravné tepelné zóny se od lisu a/nebo násypného otvoru směrem k zóně molekulární destrukce zvětšuje. To je z důvodu zamezení zablokování vsázené vstupní polymerní suroviny, případně dochází k rozvolňování tuhé zátky pro její snadnější zpracování.

30

Alespoň zóna molekulární destrukce je uvnitř opatřena šnekovým dopravníkem s regulovatelnými otáčkami k dopravě pevných zbytků ze zóny molekulární destrukce do chlazeného dopravníkového systému. Chlazený dopravníkový systém je uzpůsoben k zamezení průniku uhlovodíkové paroplynové směsi do ovzduší, a naopak. Zpravidla obsahuje sifonový prostup s tuhým zátka vzniklou ochlazenými pevnými zbytky, takže je zamezeno přístupu vnější atmosféry do vnitřního prostoru reaktoru, resp. k úniku paroplynové směsi do ovzduší. Chlazený dopravníkový systém může být opatřen dvojitým, aktivně chlazeným pláštěm.

35

Alespoň přípravná tepelná zóna a zóna molekulární destrukce je opatřena systémem ohřevu. Systém ohřevu může být opatřen aktivním odtahem spalin, čímž lze (kromě intenzity vlastního ohřevu) účinně řídit výkon zařízení. Nad zónou reformingu je k reaktoru připojen rektifikační blok s regulovatelným teplotním režimem. Zejména může být opatřen dvojitým pláštěm, který je aktivně chlazený. Rektifikační blok je v horní části opatřený nejméně jedním odvodem paroplynové směsi o předem definované teplotě. Odvod je potrubím přes kompenzační spojku propojen s horní částí navazující chladicí věže. Kompenzační spojka slouží ke kompenzaci tepelného rozpínání/smršťování potrubí. Spodní konec chladicí věže je opatřen sifonovým prostupem, kde je dočasně zachycena zkondenzovaná kapalná frakce. Sifonový prostup zajišťuje udržení určitého přetlaku v celém zařízení. Pod sifonovým prostupem je na potrubí připojena rozdělovací nádrž opatřená odvodem plynné frakce a kapalné frakce.

40

45

50

Jedno z možných konkrétních provedení zařízení může být zejména využitelné pro zpracování polymerní suroviny, která má teplotu tavení nižší, než přibližně 700 °C. Takovou surovinou bude v praxi zejména plastový odpad. Přípravná tepelná zóna je v takovém případě na vnitřním povrchu opatřena soustavou výstupků k udržení požadovaného tepelného režimu zpracovávané polymerní suroviny. Zejména se může jednat o soustavu žeber, která pomáhají prohřát vstupní

55

5 polymerní surovinu v celém jejím objemu. Přípravná tepelná zóna je orientována tak, že spodní hrana výstupního otvoru přípravné tepelné zóny je výše než spodní hrana vstupního otvoru přípravné tepelné zóny. Díky tomuto technického znaku, resp. vyplývající orientaci přípravné tepelné zóny mírně směrem vzhůru, se tuhá zátka ve vstupní zóně reaktoru nachází alespoň částečně pod hladinou vznikající polymerní taveniny. Tím je omezen přímý kontakt tuhé zátky s nejvíce teplou svrchní částí polymerní taveniny. To napomáhá uchování tuhé zátky, což zabraňuje vytečení polymerní taveniny do lisu a úniku do okolního prostředí.

10 Výstupní otvor přípravné tepelné zóny je zaústěn do hlavního tělesa reaktoru. Podélná osa hlavního tělesa reaktoru, odpovídající ose otáčení šnekového dopravníku situovaného v zóně molekulární destrukce a v zóně reformingu, je v úhlu mezi horizontálou a vertikálou.

15 Horní část hlavního tělesa reaktoru je na svém bočním plášti na straně přilehlé k zemi opatřena otvorem s rozšiřujícím se vedením pevných zbytků do chlazeného dopravníkového systému. Rozšiřování průřezu vedení je z důvodu zamezení zablokování pevných zbytků a jeho ucpání. Horní část hlavního tělesa reaktoru je na straně odlehlé od země opatřena nejméně jedním otvorem pro připojení rektifikačního bloku.

20 Další z možných konkrétních provedení zařízení může být zejména využitelné pro zpracování polymerní suroviny, která má teplotu tavení vyšší, než přibližně 700 °C. Takovou surovinou bude v praxi zejména pryžový směsný odpad v podobě nadrcených pneumatik. V takovém případě má šnekový dopravník, situovaný v zóně molekulární destrukce a v přípravné tepelné zóně, osu otáčení společnou s delší osou hlavního tělesa reaktoru. Tato osa je horizontální. Přípravná tepelná zóna je zde situována pod vstupní zónou v přední části hlavního tělesa reaktoru.

25 V přípravné tepelné zóně je shora situována přepážka k určení maximální tloušťky vrstvy zpracovávané polymerní suroviny a k alespoň částečnému zamezení zpětného průniku polymerní paroplynové směsi do vstupního otvoru přípravné tepelné zóny.

30 Hlavní těleso má oválný průřez s horizontálním dnem, přičemž konce hlavního tělesa mají nižší výšku a menší plochu průřezu než střední část hlavního tělesa. Zadní část hlavního tělesa reaktoru je opatřena otvorem s rozšiřujícím se vedením pevných zbytků do chlazeného dopravníkového systému. Tento otvor může být jak přilehlý k zemi v obvodovém plášti, tak v místě podstavy (zadního víka) hlavního tělesa reaktoru. V nejvyšším bodě pláště hlavního tělesa je situován nejméně jeden otvor pro připojení rektifikačního bloku.

40 V závislosti na projektovaném místě použití zařízení může být rozdělovací nádrž opatřena technickým prostředkem k regulaci teploty vnitřního objemu. Chlazením nebo ohřevem vnitřního objemu je zajištěna stálá definovaná teplota plynné frakce a kapalně frakce. Tato teplotní stabilita zabraňuje nežádoucímu přechodu plynné frakce v kapalnou frakci (a naopak), bez ohledu na teplotu vně rozdělovací nádrže. Řečený technický prostředek může být například v podobě vyhřívaného nebo chlazeného dvojitého pláště rozdělovací nádrže či teplotního výměníku uvnitř jejího objemu.

45 Systém ohřevu je s výhodou proveden tak, že obsahuje rozvody horkého vzduchu bez přímého kontaktu plamene se stěnou reaktoru. Tím je zabráněno lokálnímu přehřátí a přepalování polymerní taveniny uvnitř reaktoru. Toho může být dosaženo tak, že v rozvodech horkého vzduchu je mezi zdrojem plamene a stěnou reaktoru situována plamen srážecí přepážka. Plamen srážecí přepážkou se zejména rozumí běžně známá přepážka s otvory, resp. mřížka či síťka.

50 Zařízení díky svojí konstrukci umožňuje bezpečné a účinné provádění popsaného způsobu v zóně mírného přetlaku. Toho je dosaženo tuhou zátkou vstupní polymerní suroviny na straně vstupu a sifonovými prostupy na straně výstupu. Jedná se o nízkotlaké zařízení, kde je přetlak přibližně 10 kPa.

55

Mezi výhody popsaného postupu a zařízení patří zejména bezpečnost, vysoká výtěžnost koncových produktů ze vstupní polymerní suroviny, jednoduchá obsluha a nízké provozní náklady. Popsaná technologie (způsob a zařízení):

- vyrábí vzácný a průmyslem požadovaný produkt;
- 5 - likviduje přírodou nerecyklovatelné polymery, čímž chrání životní prostředí.

#### Objasnění výkresů

10 Příkladné provedení navrhovaného řešení je popsáno s odkazem na výkresy, na kterých je na

obr. 1 – schematický pohled na zařízení s hlavním tělesem majícím nakloněnou delší osou;

obr. 2 – detail části zařízení podle obr. 1, s naznačením některých zón reaktoru;

15

obr. 3 – schematický pohled na zařízení s hlavním tělesem majícím horizontálně orientovanou delší osu;

obr. 4 – detail části zařízení podle obr. 3, s naznačením některých zón reaktoru;

20

obr. 5 – detail části zařízení opatřeného násypným otvorem.

#### Příklady uskutečnění vynálezu

25

##### Příklad 1

Příkladný způsob zpracování polymerů jejich molekulární destrukcí a reformingem zahrnuje proces ohřevu vstupní polymerní suroviny, proces molekulární destrukce polymerů a proces rektifikace. V prvním kroku se vstupní polymerní surovina známého chemického složení, s definovanou maximální frakcí o velikosti maximálně 8 x 8 x 8 cm, lisem 1 vsadí do reaktoru 2. Vstupní polymerní surovinou je v tomto případě směsný plastový odpad. Ta je v tomto případě smíchána s max. 20 % hmotn. katalyzátoru, vztaženo k celkové hmotnosti zpracovávané vstupní polymerní suroviny.

35

Reaktor 2 má vstupní zónu 21 a tepelnou zónu 22. Tepelná zóna 22 je tvořena přípravnou tepelnou zónou 23 a zónou 24 molekulární destrukce. Vstupní zóna 21 reaktoru 2 je chlazená a tepelně odizolovaná od tepelné zóny 22 reaktoru 2. V přípravné tepelné zóně 23 reaktoru 2 se vstupní polymerní surovina ohřívá na teplotu do 400 °C rychlostí 4 až 15 °C/min.

40

Následně se vzniklá tavenina dále ohřívá v zóně 24 molekulární destrukce o teplotě maximálně 700 °C. Za účasti katalyzátorů zde probíhá proces molekulární destrukce. Molekulární destrukcí vzniklá polymerní paroplynová směs o zvýšeném tlaku vstupuje do zóny 25 reformingu, která se nachází nad pevnými zbytky. Pevné zbytky se pomocí šnekového dopravníku 3 dopravují ze zóny 24 molekulární destrukce do chlazeného dopravníkového systému 4 uzpůsobeného k zamezení průniku uhlovodíkové paroplynové směsi do ovzduší, a naopak.

45

Uhlovodíková paroplynová směs vstupuje ze zóny 25 reformingu do rektifikačního bloku 5 s regulovatelným teplotním režimem. Z horní části rektifikačního bloku 5 se odvádí paroplynová směs o předem definované teplotě. Nevyužitá zkapalnělá frakce stéká zpět do zóny 25 reformingu k opětovnému zpracování.

50

V navazující chladičí věži 6, jejíž spodní konec je opatřen sifonovým prostupem 7, paroplynová směs částečně kondenzuje. V navazující rozdělovací nádrži 8 dochází k rozdělení plynné frakce a

kapalné frakce. Z rozdělovací nádrže 8 jsou plynná frakce a kapalná frakce odčerpávány k dalšímu zpracování.

Popsaný způsob je realizován na zařízení obsahujícím lis 1 pro vsazení vstupní polymerní suroviny do reaktoru 2. Reaktor 2 má vstupní zónu 21 a tepelnou zónu 22. Tepelná zóna 22 je tvořena přípravnou tepelnou zónou 23, zónou 24 molekulární destrukce a zónou 25 reformingu. Vstupní zóna 21 reaktoru 2 je chlazená a tepelně odizolovaná od tepelné zóny 22 reaktoru 2. Vstupní zóna 21 je na vnitřním povrchu opatřena soustavou výstupků 10 k udržení požadovaného tepelného režimu (chlazení) zpracovávané polymerní suroviny. Výstupky 10 jsou zde ve formě podélných žeber. Vnitřní průřez vstupní zóny 21 a přípravné tepelné zóny 23 se od lisu 1 směrem k zóně 24 molekulární destrukce zvětšuje. Přípravná tepelná zóna 23 je na vnitřním povrchu opatřena soustavou výstupků 10 k udržení požadovaného tepelného režimu (ohřevu) zpracovávané polymerní suroviny. Výstupky 10 jsou zde ve formě podélných žeber. Přípravná tepelná zóna 23 je orientována tak, že spodní hrana výstupního otvoru 13 přípravné tepelné zóny 23 je výše, než spodní hrana vstupního otvoru 12 přípravné tepelné zóny 23. Výstupní otvor 13 přípravné tepelné zóny 23 je zaústěn do hlavního tělesa 14 reaktoru 2. Podélná osa hlavního tělesa 14 reaktoru 2, odpovídající ose otáčení šnekového dopravníku 3 situovaného v zóně 24 molekulární destrukce a v zóně 25 reformingu, je v úhlu mezi horizontálou a vertikálou. Šnekový dopravník 3 s regulovatelnými otáčkami slouží k dopravě pevných zbytků ze zóny 24 molekulární destrukce do chlazeného dopravníkového systému 4. Za tímto účelem je horní část hlavního tělesa 14 reaktoru 2 na svém bočním plášti na straně přilehlé k zemi opatřena otvorem s rozšiřujícím se vedením pevných zbytků, který je do dopravníkového systému 4 vyústěn. Dopravníkový systém 4 je uzpůsobený k zamezení průniku uhlovodíkové paroplynové směsi do ovzduší, a naopak. Dopravníkový systém 4 je uvnitř opatřen soustavou šnekových dopravníků s regulovatelnými otáčkami a pracuje na principu sifonu.

Přípravná tepelná zóna 23 a zóna 24 molekulární destrukce je opatřena systémem 11 ohřevu. Ten zde částečně zasahuje i do zóny 25 reformingu. Systém 11 ohřevu obsahuje rozvody horkého vzduchu bez přímého kontaktu plamene se stěnou reaktoru 2. V rozvodech horkého vzduchu je mezi zdrojem plamene a stěnou reaktoru 2 situována plamen srážecí přepážka v podobě běžné známé mřížky.

Nad zónou 25 reformingu je k reaktoru 2 na straně odlehlé od země připojen rektifikační blok 5 s regulovatelným teplotním režimem. Rektifikační blok 5 je opatřený v horní části nejméně jedním odvodem paroplynové směsi o předem definované teplotě. Tento odvod je přes kompenzační spojku 9 propojen s horní částí navazující chladicí věže 6. Spodní konec chladicí věže 6, je opatřen sifonovým prostupem 7. Pod sifonovým prostupem 7 je na potrubí připojena rozdělovací nádrž 8 opatřená odvodem plynné frakce a kapalné frakce. Rozdělovací nádrž 8 je opatřena technickým prostředkem k regulaci teploty vnitřního objemu, zde ve formě běžně známého chladicího zařízení.

Příkladné provedení zařízení je patrné na obr. 1 a obr. 2.

#### Příklad 2

Příkladný způsob zpracování polymerů jejich molekulární destrukcí a reformingem zahrnuje proces ohřevu vstupní polymerní suroviny, proces molekulární destrukce polymerů a proces rektifikace. V prvním kroku se vstupní polymerní surovina známého chemického složení, s definovanou maximální frakcí o velikosti maximálně 8 x 8 x 8 cm lisem 1 vsadí do reaktoru 2. Vstupní polymerní surovinou je v tomto případě pryžová drť z použitých pneumatik s kovovými a látkovými příměsemi, které jsou v běžných pneumatikách obsaženy. Vstupní polymerní surovina je v tomto případě smíchána s max. 20 % hmotn. katalyzátorem, vztaženo k celkové hmotnosti zpracovávané vstupní polymerní suroviny.

Reaktor 2 má vstupní zónu 21 a tepelnou zónu 22. Tepelná zóna 22 je tvořena přípravnou tepelnou zónou 23 a zónou 24 molekulární destrukce. Vstupní zóna 21 reaktoru 2 je chlazená a tepelně odizolovaná od tepelné zóny 22 reaktoru 2.

- 5 V přípravné tepelné zóně 23 reaktoru 2 se vstupní polymerní surovina ohřívá na teplotu maximálně 400 °C rychlostí ohřevu 4 až 15 °C/min.

Následně se vzniklá tavenina dále ohřívá v zóně 24 molekulární destrukce o teplotě maximálně 700 °C. Probíhá zde za účasti katalyzátorů proces molekulární destrukce.

10

Molekulární destrukcí vzniklá polymerní paroplynová směs o zvýšeném tlaku vstupuje do zóny 25 reformingu, která se nachází nad pevnými zbytky. Pevné zbytky se pomocí šnekového dopravníku 3 dopravují ze zóny 24 molekulární destrukce do chlazeného dopravníkového systému 4 uzpůsobeného k zamezení průniku uhlovodíkové paroplynové směsi do ovzduší, a naopak.

15

Uhlovodíková paroplynová směs vstupuje ze zóny 25 reformingu do rektifikačního bloku 5 s regulovatelným teplotním režimem. Z horní části rektifikačního bloku 5 se odvádí paroplynová směs o předem definované teplotě. Nevyužitá zkapalnělá frakce stéká zpět do zóny 25 reformingu k opětovnému zpracování.

20

V navazující chladicí věži 6, jejíž spodní konec je opatřen sifonovým prostupem 7, paroplynová směs částečně kondenzuje. V navazující rozdělovací nádrži 8 dochází k rozdělení plynné frakce a kapalně frakce. Z rozdělovací nádrže 8 jsou plynná frakce a kapalná frakce odčerpávány k dalšímu zpracování.

25

Popsaný způsob je prováděn na zařízení obsahujícím lis 1 pro vsazení vstupní polymerní suroviny do reaktoru 2. Reaktor 2 má vstupní zónu 21 a tepelnou zónu 22. Tepelná zóna 22 je tvořena přípravnou tepelnou zónou 23, zónou 24 molekulární destrukce a zónou 25 reformingu. Vstupní zóna 21 reaktoru 2 je chlazená a tepelně odizolovaná od tepelné zóny 22 reaktoru 2. Vstupní zóna 21 je na vnitřním povrchu opatřena soustavou výstupků 10 k udržení požadovaného tepelného režimu zpracovávané polymerní suroviny. Výstupky 10 jsou zde ve formě podélných žeber. Vnitřní průřez vstupní zóny 21 a přípravné tepelné zóny 23 se od lisu 1 směrem k zóně 24 molekulární destrukce zvětšuje.

35

Zóna 24 molekulární destrukce a přípravná tepelná zóna 23 jsou uvnitř opatřeny šnekovým dopravníkem 3 s regulovatelnými otáčkami. V přípravné tepelné zóně 23 je shora situována přepážka 16 k určení maximální tloušťky vrstvy zpracovávané polymerní suroviny a k alespoň částečnému zamezení zpětného průniku polymerní paroplynové směsi do vstupního otvoru přípravné tepelné zóny 23. Šnekový dopravník 3 má osu otáčení společnou s delší osou hlavního tělesa 14 reaktoru 2, přičemž tato osa je horizontální. Přípravná tepelná zóna 23 je zde situována pod vstupní zónou 21. Šnekový dopravník 3 mimo jiné slouží k dopravě pevných zbytků ze zóny 24 molekulární destrukce do chlazeného dopravníkového systému 4. To je zde provedeno tak, že zadní část hlavního tělesa 14 reaktoru 2 je opatřena otvorem s rozšiřujícím se vedením pevných zbytků do chlazeného dopravníkového systému 4. Chlazený dopravníkový systém 4 je uzpůsobený k zamezení průniku uhlovodíkové paroplynové směsi do ovzduší, a naopak. Dopravníkový systém 4 je uvnitř opatřen soustavou šnekových dopravníků s regulovatelnými otáčkami a pracuje na principu sifonu.

40

45

Přípravná tepelná zóna 23 a zóna 24 molekulární destrukce je opatřena systémem 11 ohřevu. Systém 11 ohřevu obsahuje rozvody horkého vzduchu bez přímého kontaktu plamene se stěnou reaktoru 2. V rozvodech horkého vzduchu je mezi zdrojem plamene a stěnou reaktoru 2 situována plamen srážecí přepážka v podobě běžně známé mřížky. Hlavní těleso 14 má oválný průřez s horizontálním dnem, přičemž konce hlavního tělesa 14 mají nižší výšku a menší plochu průřezu než střední část hlavního tělesa 14.

55



Nad zónou 25 reformingu je k reaktoru 2 v nejvyšším bodě pláště hlavního tělesa 14 připojen rektifikační blok 5 s regulovatelným teplotním režimem. Rektifikační blok 5 je v horní části opatřený nejméně jedním odvodem paroplynové směsi o předem definované teplotě. Tento odvod je přes kompenzační spojku 9 propojen s horní částí navazující chladicí věže 6. Spodní konec chladicí věže 6 je opatřen sifonovým prostupem 7. Pod sifonovým prostupem 7 je na potrubí připojena rozdělovací nádrž 8 opatřená odvodem plynné frakce a kapalné frakce. Rozdělovací nádrž 8 je opatřena technickým prostředkem k regulaci teploty vnitřního objemu, zde ve formě běžně známého chladicího zařízení.

Příkladné provedení zařízení je patrné na obr. 3 a obr. 4.

### Příklad 3

Příkladný způsob zpracování polymerů jejich molekulární destrukcí a reformingem se od Příkladu 2 odlišuje způsobem nakládky vstupní polymerní suroviny. V tomto případě se jedná o pryžovou drť z použitých pneumatik s rozdílným poměrem kovových a látkových příměsí, nakládanou bez lisování. Díky tomu je výhodné ji do zařízení vkládat gravitačním způsobem. Za tímto účelem je zařízení místo lisu 1 opatřeno násypným otvorem 15. Násypný otvor 15 je opatřen vstupní zónou 21 s vertikální orientací. Součástí je přepouštěcí komora opatřená na své horní i spodní části uzávěrem, přičemž ovládání těchto uzávěrů je vzájemně nezávislé. Při dopravě vstupní polymerní suroviny do násypného otvoru 15 je vždy alespoň jeden z uzávěrů uzavřený, čímž je zajištěna hermetičnost vnitřního prostoru reaktoru 2 ze vstupní strany. Příkladné provedení zařízení je patrné na obr. 5.

## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob zpracování polymerů jejich molekulární destrukcí a reformingem, zahrnující proces ohřevu vstupní polymerní suroviny, proces molekulární destrukce polymerů a proces rektifikace **vyznačující se tím, že**

v prvním kroku se vstupní polymerní surovina známého chemického složení, s definovanou maximální frakcí, smíchaná s maximálně 20 % hmotn. katalyzátoru, vztaženo k celkové hmotnosti zpracovávané vstupní polymerní suroviny, lisem (1) a/nebo gravitačním způsobem vsadí do reaktoru (2) majícího vstupní zónu (21) a tepelnou zónu (22), kde tepelná zóna (22) je tvořena přípravnou tepelnou zónou (23) a zónou (24) molekulární destrukce, přičemž vstupní zóna (21) reaktoru (2) je chlazená a/nebo tepelně odizolovaná od tepelné zóny (22) reaktoru (2), přičemž v přípravné tepelné zóně (23) reaktoru (2) se vstupní polymerní surovina ohřívá na teplotu maximálně 450 °C rychlostí ohřevu 4 až 15 °C/min., následně se vzniklá tavenina dále ohřívá v zóně (24) molekulární destrukce o teplotě maximálně 700 °C, přičemž zde probíhá, za případné účasti katalyzátorů, proces molekulární destrukce, molekulární destrukcí vzniklá polymerní paroplynová směs o zvýšeném tlaku vstupuje do zóny (25) reformingu, která se nachází nad pevnými zbytky, které se pomocí šnekového dopravníku (3) dopravují ze zóny (24) molekulární destrukce do chlazeného dopravníkového systému (4) uzpůsobeného k zamezení průniku uhlovodíkové paroplynové směsi do ovzduší, a naopak, uhlovodíková paroplynová směs vstupuje ze zóny (25) reformingu do rektifikačního bloku (5) s regulovatelným teplotním režimem, z jehož horní části se odvádí paroplynová směs o předem definované teplotě, přičemž zkapalnělá frakce stéká zpět do zóny (25) reformingu k opětovnému zpracování, a v navazující chladicí věži (6), jejíž spodní konec je opatřen sifonovým prostupem (7), paroplynová směs částečně kondenzuje, přičemž v navazující rozdělovací nádrži (8) dochází k rozdělení plynné frakce a kapalné frakce a z rozdělovací nádrže (8) jsou plynná frakce a kapalná frakce odčerpávány k dalšímu zpracování.

2. Zařízení pro zpracování polymerů jejich molekulární destrukcí a reformingem, podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že
- obsahuje lis (1) a/nebo násypný otvor (15) pro vsazení vstupní polymerní suroviny do reaktoru (2) majícího vstupní zónu (21) a tepelnou zónu (22), kde tepelná zóna (22) je tvořena přípravnou tepelnou zónou (23), zónou (24) molekulární destrukce a zónou (25) reformingu, přičemž vstupní zóna (21) reaktoru (2) je chlazená a/nebo tepelně odizolovaná od tepelné zóny (22) reaktoru (2), přičemž vstupní zóna (21) je na vnitřním povrchu opatřena soustavou výstupků (10) k udržení požadovaného tepelného režimu zpracovávané polymerní suroviny,
- a vnitřní průřez vstupní zóny (21) a přípravné tepelné zóny (23) se od lisu (1) a/nebo násypného otvoru (15) směrem k zóně (24) molekulární destrukce zvětšuje,
- alespoň zóna (24) molekulární destrukce je uvnitř opatřena šnekovým dopravníkem (3) s regulovatelnými otáčkami k dopravě pevných zbytků ze zóny (24) molekulární destrukce do chlazeného dopravníkového systému (4) uzpůsobeného k zamezení průniku uhlovodíkové paroplynové směsi do ovzduší, a naopak,
- přičemž alespoň přípravná tepelná zóna (23) a zóna (24) molekulární destrukce je opatřena systémem (11) ohřevu nad zónou (25) reformingu je k reaktoru (2) připojen rektifikační blok (5) s regulovatelným teplotním režimem, opatřený v horní části nejméně jedním odvodem paroplynové směsi o předem definované teplotě, kterýžto odvod je přes kompenzační spojku (9) propojen s horní částí navazující chladicí věže (6), jejíž spodní konec je opatřen sifonovým prostupem (7), a pod sifonovým prostupem (7) je na potrubí připojena rozdělovací nádrž (8) opatřená odvodem plynné frakce a kapalné frakce.
3. Zařízení pro zpracování polymerů jejich molekulární destrukcí a reformingem, podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že
- přípravná tepelná zóna (23) je na vnitřním povrchu opatřena soustavou výstupků (10) k udržení požadovaného tepelného režimu zpracovávané polymerní suroviny,
- přičemž přípravná tepelná zóna (23) je orientována tak, že spodní hrana výstupního otvoru (13) přípravné tepelné zóny (23) je výše, než spodní hrana vstupního otvoru (12) přípravné tepelné zóny (23),
- výstupní otvor (13) přípravné tepelné zóny (23) je zaústěn do hlavního tělesa (14) reaktoru (2), kde podélná osa hlavního tělesa (14) reaktoru (2), odpovídající ose otáčení šnekového dopravníku (3) situovaného v zóně (24) molekulární destrukce a v zóně (25) reformingu, je v úhlu mezi horizontálou a vertikálou,
- horní část hlavního tělesa (14) reaktoru (2) je na svém bočním plášti na straně přilehlé k zemi opatřena otvorem s rozšiřujícím se vedením pevných zbytků do chlazeného dopravníkového systému (4)
- a horní část hlavního tělesa (14) reaktoru (2) je na straně odlehlé od země opatřena nejméně jedním otvorem pro připojení rektifikačního bloku (5).
4. Zařízení pro zpracování polymerů jejich molekulární destrukcí a reformingem, podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že
- šnekový dopravník (3) situovaný v zóně (24) molekulární destrukce a v přípravné tepelné zóně (23), situovanou pod vstupní zónou (21), má osu otáčení společnou s delší osou hlavního tělesa (14) reaktoru (2), přičemž osa je horizontální,
- v přípravné tepelné zóně (23) je shora situována přepážka (16) k určení maximální tloušťky vrstvy zpracovávané polymerní suroviny a k alespoň částečnému zamezení zpětného průniku polymerní paroplynové směsi do vstupního otvoru přípravné tepelné zóny (23)
- hlavní těleso (14) má oválný průřez s horizontálním dnem, přičemž konce hlavního tělesa (14) mají nižší výšku a menší plochu průřezu než střední část hlavního tělesa (14)
- zadní část hlavního tělesa (14) reaktoru (2) je opatřena otvorem s rozšiřujícím se vedením pevných zbytků do chlazeného dopravníkového systému (4)

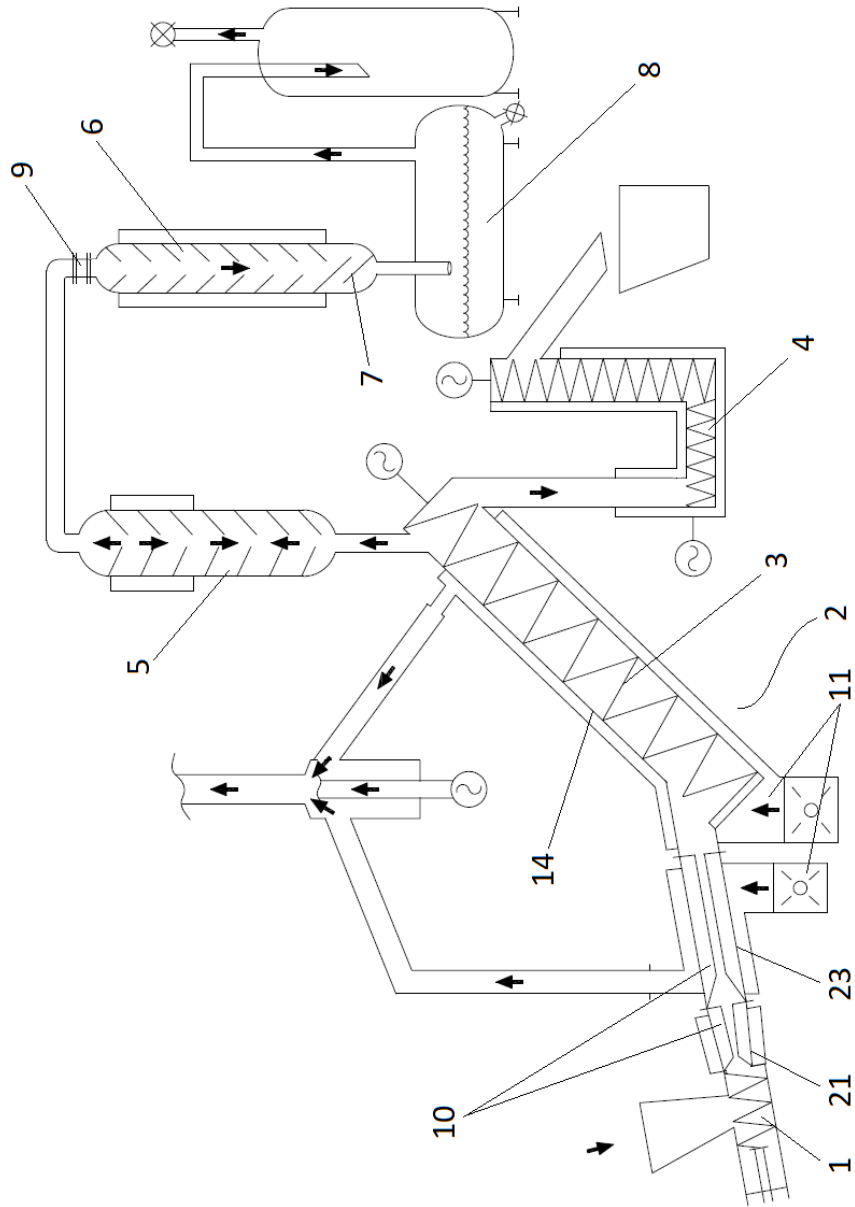
v nejvyšším bodě pláště hlavního tělesa (14) je situován nejméně jeden otvor pro připojení rektifikačního bloku (5).

5. Zařízení pro zpracování polymerů jejich molekulární destrukcí a reformingem, podle některého z nároků 2 až 4, **vyznačující se tím**, že rozdělovací nádrž (8) je opatřena technickým prostředkem k regulaci teploty vnitřního objemu.
6. Zařízení pro zpracování polymerů jejich molekulární destrukcí a reformingem, podle některého z nároků 2 až 5, **vyznačující se tím**, že systém (11) ohřevu obsahuje rozvody horkého vzduchu bez přímého kontaktu plamene se stěnou reaktoru (2).
7. Zařízení pro zpracování polymerů jejich molekulární destrukcí a reformingem, podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že v rozvodech horkého vzduchu je mezi zdrojem plamene a stěnou reaktoru (2) situována plamen srážecí přepážka.

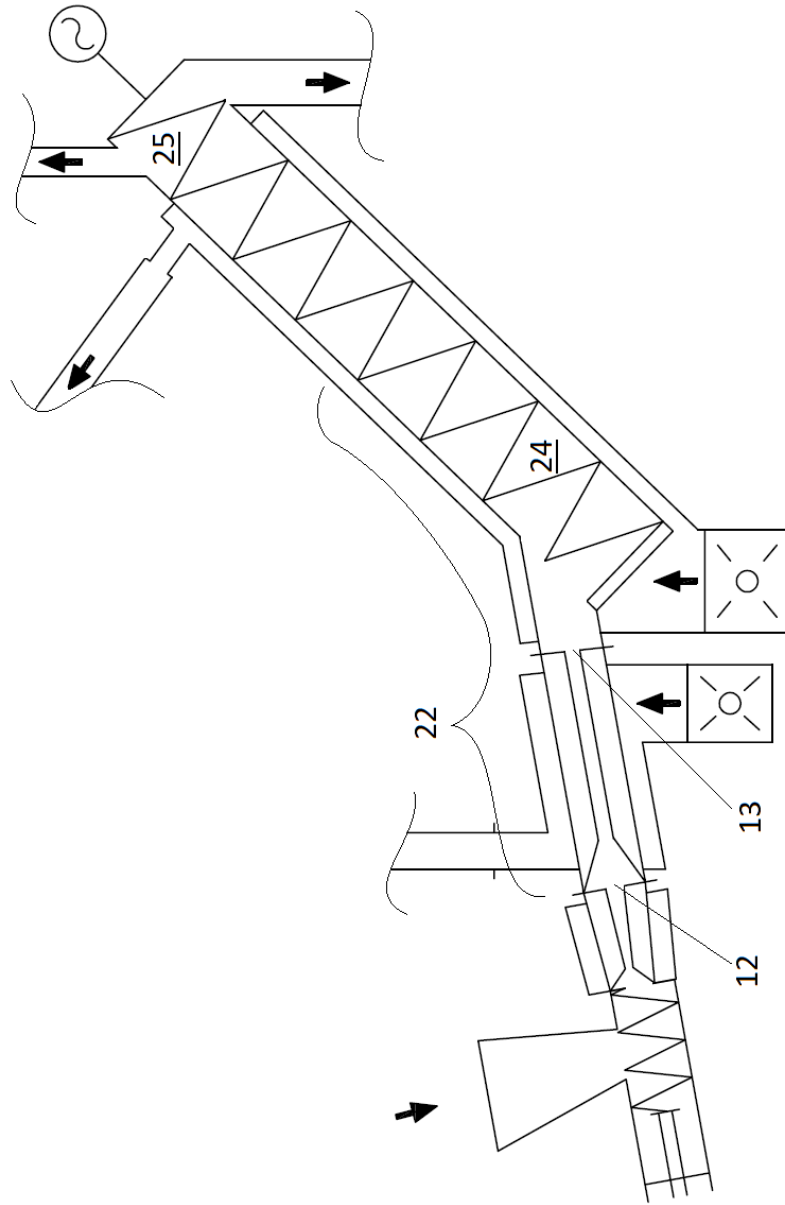
#### 5 výkresů

#### Seznam vztahových značek

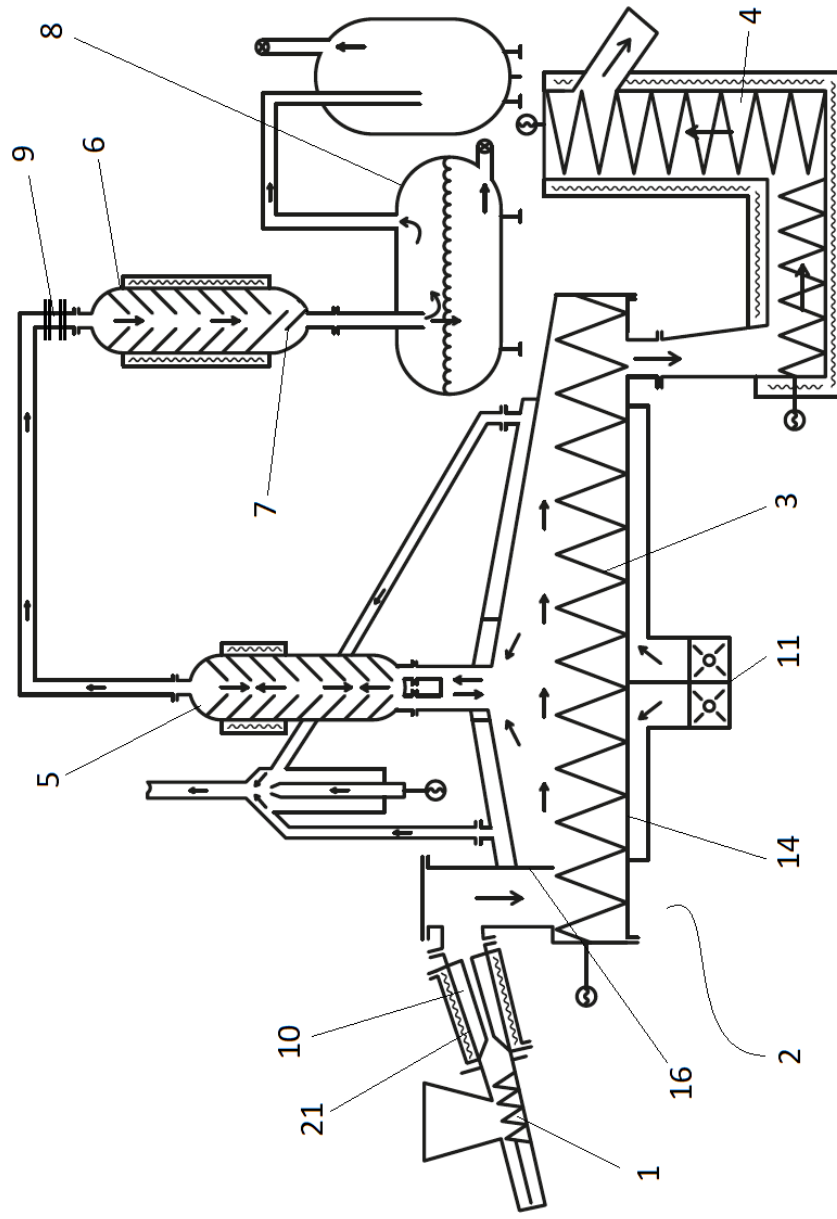
- 1 – lis
- 2 – reaktor
- 21 – vstupní zóna reaktoru
- 22 – tepelná zóna reaktoru
- 23 – přípravná tepelná zóna reaktoru
- 24 – zóna molekulární destrukce
- 25 – zóna reformingu
- 3 – šnekový dopravník
- 4 – dopravníkový systém
- 5 – rektifikační blok
- 6 – chladič věž
- 7 – sifonový prostup
- 8 – rozdělovací nádrž
- 9 – kompenzační spojka
- 10 – výstupek
- 11 – systém ohřevu
- 12 – vstupní otvor přípravné zóny
- 13 – výstupní otvor přípravné zóny
- 14 – hlavní těleso reaktoru
- 15 – násypný otvor
- 16 – přepážka



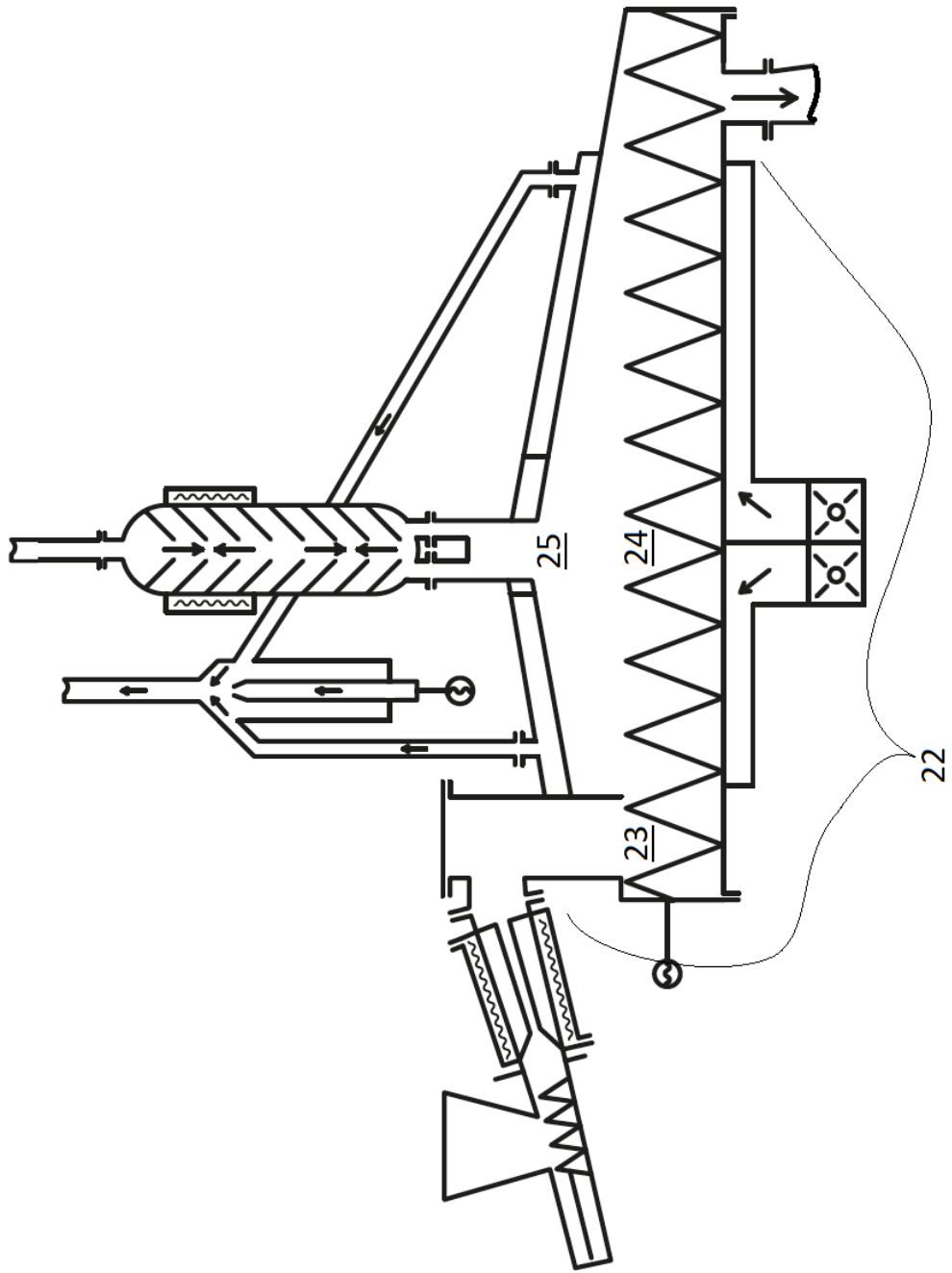
Obr. 1



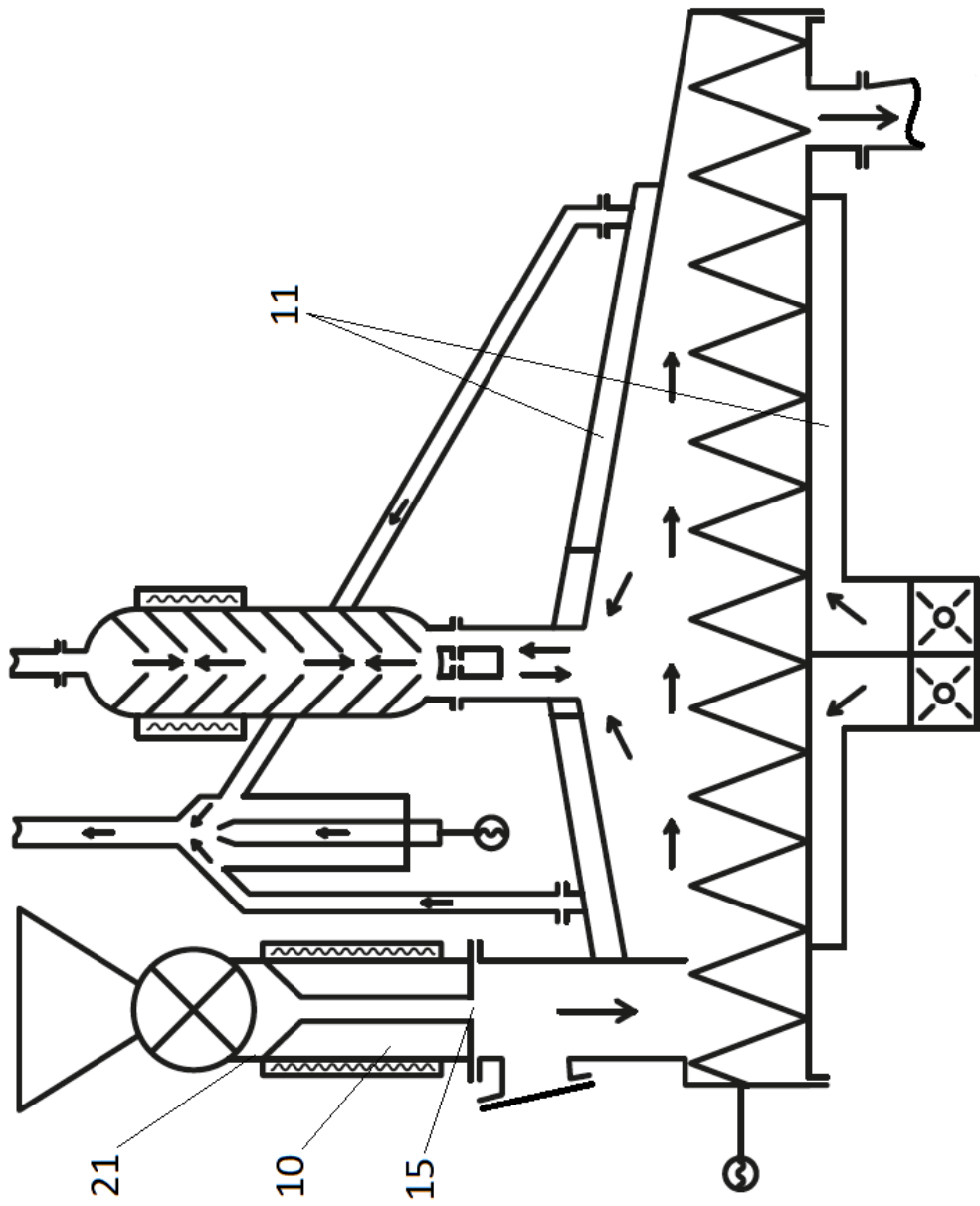
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5