

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2023-264

(13) Druh dokumentu: A3

(51) Int. Cl.:

F23G 5/027 (2006.01)
C02F 11/10 (2006.01)
C10B 47/26 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

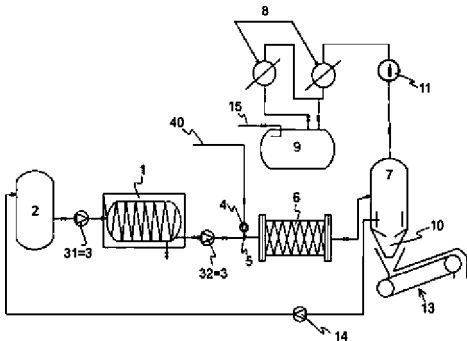
(22) Přihlášeno: 11.07.2023
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: 17.04.2024
(Věstník č. 16/2024)

- (71) Přihlašovatel:
Ing. Tomáš Rittich, Ph.D., Brno, Bohunice, CZ
ECOHUB Technologies, s.r.o., Bratislava, SK
- (72) Původce:
Ing. Tomáš Rittich, Ph.D., Brno, Bohunice, CZ
- (74) Zástupce:
Dobroslav Musil a partneři s.r.o., Zábrdovická
917/11b, 615 00 Brno, Zábrdovice

stav v rozsahu teplot 0-700°C, jsou nerozpustné v kapalných uhlovodících, neabsorbují kapalné uhlovodíky a mají pouze minimální schopnost absorpce plyných uhlovodíků, mají velmi nízkou tepelnou roztažnost, nízkou závislost viskozity na teplotě a vysokou tepelnou kapacitu, jsou acidobazicky neutrální a nereagují ani za zvýšených teplot s materiály zařízení.

- (54) Název přihlášky vynálezu:
Zařízení pro středněteplotní kapalinovou fluidní pyrolýzu

- (57) Anotace:
Vynález se týká zařízení pro středněteplotní kapalinovou fluidní pyrolýzu, zejména makromolekulárních a polymerních organických sloučenin, které obsahuje zdroj tepla napojený na reaktor (6), který je dále napojen na zdroj vstupní suroviny, přičemž reaktor (6) je dále napojen na odvod plyných i kapalných produktů pyrolýzy. Reaktor (6) je svým vstupem napojen na směšovací trysku (5), která je jedním svým vstupem napojena na zdroj vstupní suroviny a svým druhým vstupem je napojena na výstup ohříváče (1) teplotnosné kapaliny, který je svým vstupem napojen na zásobník (2) teplotnosné kapaliny, přičemž reaktor (6) je svým výstupem napojen na vstup hydrocyklonu (7), který je opatřen výstupem plyné fáze, ve kterém jsou postupně zapojeny dmychadlo (11), kondenzační systém (8) a recipient (9) kapalné fáze, přičemž hydrocyklon (7) je dále opatřen separátorem (10) uhlíkového zbytku pro rozdělení disperze uhlík-teplotnosná kapalina na výstupu separátoru (10), přičemž výstupu separátoru (10) je přiřazeno oddělovací zařízení (13) pro ukládání práškového uhlíku, a hydrocyklon (7) je dále opatřen recirkulačním výstupem teplotnosné kapaliny, který je napojen na vstup zásobníku (2) teplotnosné kapaliny, přičemž teplotnosná kapalina je tvořena kapalnou směsí silanů a silikonů, které mají tepelnou stálost do alespoň 700°C a kapalně



Zařízení pro středněteplotní kapalinovou fluidní pyrolýzu

Oblast techniky

5

Vynález se týká zařízení pro středněteplotní kapalinovou fluidní pyrolýzu, zejména makromolekulárních a polymerních organických sloučenin, které obsahuje zdroj tepla napojený na reaktor, který je dále napojen na zdroj vstupní suroviny, přičemž reaktor je dále napojen na odvod plyných i kapalných produktů pyrolýzy.

10

Dosavadní stav techniky

Současná zařízení pro středněteplotní (300 až 550 °C) pyrolýzu organických vysokomolekulárních materiálů (biomasa, dřevo, guma a pryž, textil, kaly z ČOV, ropné odpadní produkty, gudrony apod.) používají jako ohřevný systém buď spalovací zařízení (plynové, olejové, nebo kombinované hořáky různých typů) nebo různé systémy elektrických ohřevů (kontaktní – kondukce, prouděním – konvekce, nebo zářením – indukce).

Vzhledem k současnému stavu na trhu ropy, zemního plynu a uhlí a současně s ohledem na požadavky ochrany životního prostředí je zřejmé, že průmyslová zařízení s minimálními tepelnými ztrátami a elektrickým systémem ohřevu budou mít na trhu stále vyšší prioritu.

U spalovacích ohřevných systémů dochází ke ztrátám při vlastním spalovacím procesu, kdy podstatná část tepla odchází se spaliny ze systému nevyužitá a další ztráty vznikají při prostupu tepla přes plášť reaktoru a při zahřívání transportních zařízení uvnitř reaktoru (šneky, hřídele, ložiska a další podle typu a konstrukce reaktorů).

Cílem vynálezu je odstranit nebo alespoň minimalizovat nevýhody dosavadního stavu techniky, zejména snížit energetické ztráty při předávání energie do zpracovávané vstupní suroviny při zachování nebo i zlepšení účinnosti pyrolýzy vstupní suroviny.

Podstata vynálezu

35

Cíle vynálezu je dosaženo zařízením pro středněteplotní kapalinovou fluidní pyrolýzu, jehož podstata spočívá v tom, že reaktor je svým vstupem napojen na směšovací trysku, která je jedním svým vstupem napojena na zdroj vstupní suroviny a svým druhým vstupem je napojena na výstup ohříváče teplotnosné kapaliny, která tvoří zdroj tepla, kde ohříváč teplotnosné kapaliny je svým vstupem napojen na zásobník teplotnosné kapaliny, přičemž reaktor je svým výstupem napojen na vstup hydrocyklonu, který je opatřen výstupem plyné fáze, ve kterém jsou za sebou zapojeny dmychadlo, kondenzační systém a recipient kapalné fáze, přičemž hydrocyklon je dále opatřen separátorem uhlíkového zbytku pro rozdělení disperze uhlík-teplotnosná kapalina na výstupu separátoru, přičemž výstupu separátoru je přiřazeno oddělovací zařízení pro ukládání práškového uhlíku, a hydrocyklon je dále opatřen recirkulačním výstupem teplotnosné kapaliny, který je napojen na vstup zásobníku teplotnosné kapaliny, přičemž teplotnosná kapalina je tvořena kapalnou směsí silanů a silikonů.

Výhodou zařízení podle vynálezu je systém průtočného reaktoru, přes který proudí teplotnosné médium, využívá se maximálně styčná plocha mezi vstupní surovinou a teplotnosným médiem, eliminuje se nebo se výrazně zjednodušuje míchací a přepravní systém v reaktoru, umožňuje se recirkulace teplotnosného média a oddělení pyrolyzního zbytku tak, aby ze systému vynášel jen nezbytně nutné minimum tepelné energie. Současně se výrazně zvyšuje technologická bezpečnost zařízení i bezpečnost obsluhujícího personálu, protože zařízení obsahuje minimum pohyblivých částí a ostatní je možné velmi účinně tepelně izolovat od okolního prostředí.

55

Zařízení je tak energeticky a emisně inaktivní vzhledem k okolnímu prostředí.

Vynález je použitelný zejména pro středněteplotní kapalinovou fluidní pyrolýzu makromolekulárních a polymerních organických sloučenin.

Objasnění výkresu

Vynález je schematicky znázorněn na výkrese ve formě zapojení technologických prvků zařízení.

Příklad uskutečnění vynálezu

Vynález bude popsán na příkladu uskutečnění zařízení pro středněteplotní kapalinovou fluidní pyrolýzu s kapalnou teplotou fáze, které obsahuje ohřívač 1 teplotně odolné kapaliny, dále jen TNK. Příkladně je ohřívač 1 ve svém ohřívacím prostoru TNK opatřen neznázorněnými vnitřními ohřevnými keramickými tělesy.

Teplotně odolnou kapalinou je výhodně kapalná směs silanů a silikonů s teplotou stálosti do 700 °C, která je v rozsahu teplot 0 až 700 °C v kapalném stavu, která se nerozpouští v kapalných uhlovodících ani je neabsorbuje a má minimální schopnost absorpce plynných uhlovodíků. Dále má teplotně odolná kapalina velmi nízkou teplotnou roztažnost, nízkou závislost viskozity na teplotě a vysokou teplotnou kapacitu, je acidobazicky neutrální a nereaguje ani za zvýšených teplot s materiálem, ze kterých jsou sestaveny části zařízení podle tohoto vynálezu.

Ohřívač 1 je svým vstupem TNK, zde příkladně přes první procesní podávací čerpadlo 31, napojen na zásobník 2 TNK. Příkladně je zásobník 2 TNK opatřen dilatačními vložkami pro zlepšení parametrů při náběhu celého systému. Výstup TNK z ohřívače 1 je napojen na vstup druhého procesního podávacího čerpadla 32, které je příkladně tvořeno vřetenovým, zubovým nebo "rootsovým" čerpadlem. Výstup druhého procesního podávacího čerpadla 32 je napojen na první vstup směšovací trysky 5, na jejíž druhý vstup je napojen výstup dávkovacího čerpadla 4, které je příkladně tvořeno vřetenovým, zubovým nebo "rootsovým" čerpadlem.

Dávkovací čerpadlo 4 je svým vstupem napojeno na přívod 40 vstupní suroviny pro provedení středněteplotní kapalinové fluidní pyrolýzy, dále jen "vstupní surovina". V neznázorněném příkladu uskutečnění je ve vedení teplotně odolné kapaliny před nebo za ohřívačem 1 TNK zapojeno pouze jedno procesní podávací čerpadlo 31 nebo 32.

Směšovací tryska 5 je uzpůsobena pro míchání vstupní suroviny s TNK a je svým výstupem napojena na vstup reaktoru 6. Směšovací tryska 5 je příkladně tvořena Pitotovou trubicí pro nízkoviskózní vstupní suroviny, nebo tlakovou rozprašovací tryskou pro míchání disperze apod. Směšovací tryska 5 je výhodně instalována co nejblíže reaktoru 6 pro omezení štetné reakce vstupní suroviny v TNK mimo prostor reaktoru 6.

Reaktor 6 je ve znázorněném příkladu uskutečnění válcového typu a je opatřen s míchací vestavbou pro míchání směsi vstupní suroviny a TNK. Míchací vestavba reaktoru 6 slouží k pasivnímu míchání směsi vstupní suroviny s TNK a k dosažení Reynoldsova čísla odpovídajícího turbulentnímu proudění pro dosažení maximálního kontaktu mezi částicemi vstupní suroviny a TNK a tím k minimalizaci působení faktoru prostupu tepla. Míchací vestavba je s výhodou vytvořena jako vyjímatelná a obsahuje neznázorněnou míchací klec z tyčí s trojúhelníkovým průřezem ze stejného materiálu jako těleso reaktoru 6. Reaktor 6 je svým výstupem směsi vstupní suroviny a TNK napojen na vstup hydrocyklonu 7 pro oddělení dispergovaného uhlíkového zbytku ze směsi vstupní suroviny a TNK.

Hydrocyklon 7 je jedním svým výstupem napojen na vstup dmyhadla 11 pro udržování

pracovního tlaku v systému, pro odsávání plynné složky z hydrocyklonu 7 a pro úpravu procentového složení směsného plynu vznikajícího v reaktoru 6.

Dmychadlo 11 je svým výstupem napojeno na vstup kondenzačního systému 8 pro kondenzaci vzniklé plynné složky na složku kapalnou, která je následně zachycována recipientem 9 kapalné fáze, který je alespoň jedním svým vstupem napojen na alespoň jeden výstup kondenzačního systému 8. Recipient 9 kapalné fáze je opatřen neznázorněným systémem pro měření výšky hladiny, např. ultrazvukovým snímačem hladiny nebo optickým hladinoznakem, a dále je opatřen snímačem vnitřního tlaku, např. elektronickým a/nebo optickým manometrem, je opatřen vypouštěcím potrubím 15 oleje.

Kondenzační systém 8 je příkladně tvořen dvěma trubkovými kondenzátory s vodním chlazením se sklonem 45° , přičemž procesní strany kondenzátorů jsou uspořádány v sériovém zapojení a plášťové strany kondenzátorů jsou napojeny na neznázorněný vodní chladicí okruh. Kondenzační systém 8 je určen pro kondenzaci kapalné fáze (pyroolej) a plynné fáze (směs uhlovodíků C1-C8 a vodíku) a umožňuje rozdělení kapalné fáze na lehký a těžký olej.

Hydrocyklon 7 je dále opatřen separátorem 10 uhlíkového zbytku pro rozdělení disperze uhlíku-TNK. Separátor 10 je svým výstupem napojen na vstup oddělovacího zařízení 13, zde příkladně pásového lisu nebo dekantačních odstředivek v plynotěsném provedení s chlazeným pláštěm pro eliminaci samozápalnosti práškového uhlíku. Výstup oddělovacího zařízení 13 je opatřen neznázorněným zařízením pro ukládání práškového uhlíku do uzavíratelných kontejnerů. Hydrocyklon 7 příkladně obsahuje válcovou nádobu s kónickou spodní částí a s tangenciálně uspořádaným vstupem reakční směsi vstupní suroviny s TNK. Ve spodní části hydrocyklonu 7 je uspořádán separátor 10 ve formě vestavby ve vnitřním prostoru cyklony 7. Hydrocyklon 7 je dále přes cirkulační čerpadlo 14 napojen na vstup zásobníku 2 TNK.

Systém pracuje tak, že je vyhříván teplotonosnou kapalinou (TNK), která se ze zásobníku 2 dopravuje prvním procesním podávacím čerpadlem 31 do ohříváče 1, ve kterém se TNK ohřívá na provozní teplotou, která je určena fyzikálně-chemickými vlastnostmi zpracovávané suroviny, tj. vstupní suroviny. Vstupní surovina je buď v kapalně formě nebo je jemně mletá a přidává se ve směšovací trysce 5 do TNK s určenou provozní teplotou. Systém pro mletí a ostatní přípravu případné tuhé vstupní suroviny zde není popsán, protože není předmětem této přihlášky. Z ohříváče 1 se ohřátá TNK dopravuje druhým procesním podávacím čerpadlem 32 do směšovací trysky 5, kde se mísí se vstupní surovinou a dále se směs dopravuje do reaktoru 6. Protože všechny prvky mají definovaný objem, je z důvodu přesného míchání kapalně vstupní suroviny nebo disperze vstupní suroviny do TNK výhodné použít objemové čerpadlo s definovaným objemem komory vztaženým na jednu otáčku akčního prvku čerpadla, např. na objem mezizubových prostor, objem mezi dvěma po sobě jdoucími závitů šneku nebo objem vymezený rootsovémi rotory apod. Jelikož při tepelné štěpné reakci vstupní suroviny dochází k vývoji plynné frakce, zde příkladně o objemu cca 60 % hmotn. původní vstupní suroviny, dochází ke zvyšování tlaku v reaktoru 6 a není potřeba využít přečerpávací zařízení pro přenos reakční směsi vstupní suroviny a TNK do hydrocyklonu 7. Z hydrocyklonu 7 se přes dmychadlo 11 odvádí vytvořená plynná fáze reakce do kondenzačního systému 8, kde kondenzuje a zachycuje se recipientem 9 kapalně fáze. Ve spodní části hydrocyklonu 7 se separuje tuhá fáze, která se vypouští na oddělovací zařízení 13 a ukládá se. Příkladně se separovaná tuhá fáze společně s částí TNK vypouští vlastním tlakem systému v periodických intervalech na pásový lis nebo na dekantační odstředivky v plynotěsném provedení s chlazeným pláštěm a ukládá se do uzavíratelných kontejnerů. Přebytková TNK i s případnými zbytky vstupní suroviny se cirkulačním čerpadlem 14 odsává ze spodní části hydrocyklonu 7 a dopravuje se na vstup zásobníku 2 TNK.

Vynález není omezen pouze na zde výslovně popsaná nebo na výkrese zobrazená uskutečnění, ale je v rámci odborných schopností odborníka použitelný i v jiných konfiguracích.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení pro středněteplotní kapalinovou fluidní pyrolýzu, zejména makromolekulárních a polymerních organických sloučenin, které obsahuje zdroj tepla napojený na reaktor (6), který je dále napojen na zdroj vstupní suroviny, přičemž reaktor (6) je dále napojen na odvod plyných i kapalných produktů pyrolýzy, **vyznačující se tím**, že reaktor (6) je svým vstupem napojen na směšovací trysku (5), která je jedním svým vstupem napojena na zdroj vstupní suroviny a druhým svým vstupem je napojena na výstup ohřívače (1) teplonosné kapaliny, která tvoří zdroj tepla, a ohřívač (1) teplonosné kapaliny je svým vstupem napojen na zásobník (2) teplonosné kapaliny, přičemž reaktor (6) je svým výstupem napojen na vstup hydrocyklonu (7), který je opatřen výstupem plyné fáze, ve kterém jsou za sebou zapojeny dmychadlo (11), kondenzační systém (8) a recipient (9) kapalně fáze s tím, že hydrocyklon (7) je dále opatřen separátorem (10) uhlíkového zbytku pro rozdělení disperze uhlík-teplonosná kapalina na výstupu separátoru (10), přičemž výstupu separátoru (10) je přiřazeno oddělovací zařízení (13) pro ukládání práškového uhlíku, a dále je hydrocyklon (7) opatřen recirkulačním výstupem teplonosné kapaliny, který je napojen na vstup zásobníku (2) teplonosné kapaliny, přičemž teplonosná kapalina je tvořena kapalnou směsí silanů a silikonů.

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že ohřívač (1) teplonosné kapaliny je opatřen vnitřními ohřevnými keramickými tělesy.

3. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že zásobník (2) teplonosné kapaliny je opatřen dilatačními vložkami pro zlepšení parametrů při náběhu celého systému.

4. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že mezi směšovací tryskou (5) a ohřívačem (1) teplonosné kapaliny a/nebo mezi ohřívačem (1) teplonosné kapaliny a zásobníkem (2) teplonosné kapaliny je ve vedení teplonosné kapaliny zapojeno alespoň jedno procesní podávací čerpadlo (31, 32).

5. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že reaktor (6) obsahuje válcovou nádobu s míchací vestavbou směsi vstupní suroviny a teplonosné kapaliny v reaktoru (6).

6. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že hydrocyklon (7) obsahuje válcovou nádobu s kónickou spodní částí a s tangenciálně uspořádaným vstupem reakční směsi vstupní suroviny s teplonosnou kapalinou, přičemž ve spodní části hydrocyklonu (7) je uspořádán separátor (10) ve formě vestavby vnitřního prostoru cyklony (7).

7. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že kondenzační systém (8) obsahuje dvojici v sérii zapojených vodních kondenzátorů se sklonem 45° a s rozdělením kapalně fáze na lehký a těžký olej.

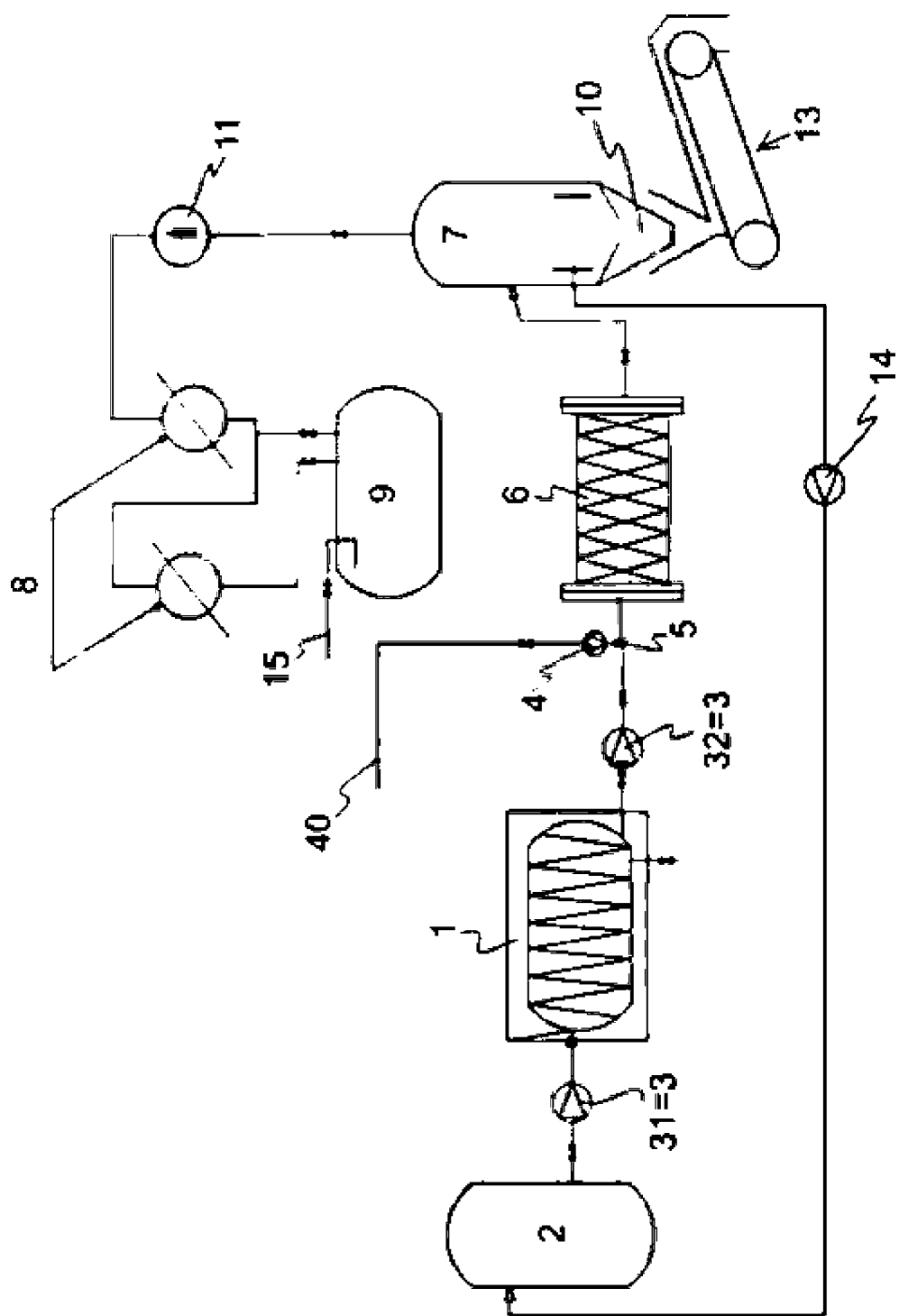
8. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že recipient (9) kapalně fáze je opatřen snímačem hladiny a dále je opatřen snímačem vnitřního tlaku a vypouštěcím potrubím (15) oleje.

I výkres

Seznam vztahových značek:

- 1 ohřívač teplonosné kapaliny
- 2 zásobník teplonosné kapaliny
- 31 první procesní podávací čerpadlo
- 32 druhé procesní podávací čerpadlo
- 4 dávkovací čerpadlo vstupní suroviny

- 40 přívod vstupní suroviny
- 5 směšovací tryska
- 6 reaktor
- 7 hydrocyklon
- 8 kondenzační systém
- 9 recipient kapalné fáze
- 10 separátor uhlíku
- 11 dmychadlo
- 13 oddělovací zařízení
- 14 cirkulační čerpadlo teplotonosné kapaliny
- 15 vypouštěcí potrubí oleje



Obr. 1