



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

255815

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.⁴

B 01 D 3/42

(22) Přihlášeno 30 04 85

(21) PV 3136-85

(40) Zveřejněno 13 08 87

(45) Vydáno 15 12 88

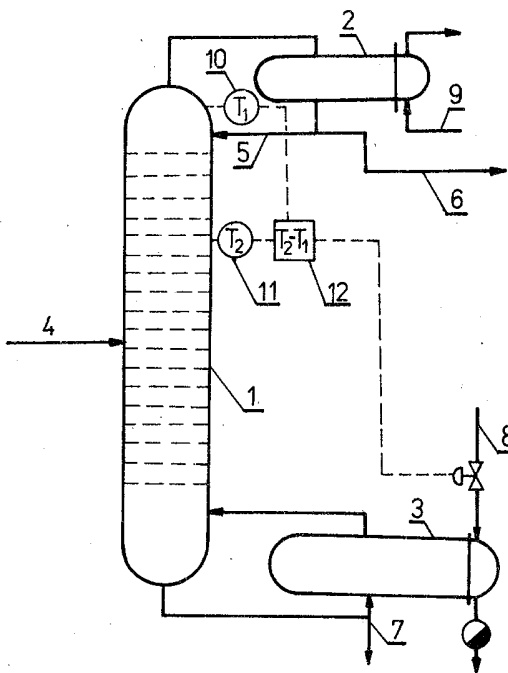
(75)

Autor vynálezu

MADRON FRANTIŠEK ing. CSc., ÚSTÍ nad Labem, CÍR JAROSLAV ing., HAMR,
KOČVARA LUDEK ing., VITVAR MILAN ing., LITVÍNOV

(54) Způsob řízení chodu destilační kolony

Účelem řešení je nalézt regulační nebo technologické opatření směřující ke stabilizaci obsahu těžkých složek v destilátu do 5 % hmot. při oddělování směsi propanu a butanu od těžších uhlovodíků. Cíle se dosáhne změnou množství tepla dodávaného do vařáku destilační kolony tak, aby se stabilizovala hodnota průměrného rozdílu teplot, připadající na jedno patro v oblasti mezi patrem s měřením teploty ve střední části obohacovací sekce destilační kolony a hlavou destilační kolony na konstantní hodnotě v rozmezí 1 až 2,5 °C/patro.



Vynález se týká způsobu řízení chodu destilační kolony pro oddělení směsi propanu od těžších uhlovodíků s předepsanou hodnotou koncentrace těžkých složek destilátu.

Při dělení směsí látek o různé těkavosti pomocí kontinuální destilace se často setkáváme s případem, kdy je třeba od směsi oddělit jednu nebo více lehkých (silně těkavých) složek, od složek zbývajících. Koncentrace těžkých složek v destilátu přitom nesmí přestoupit malou, předem zadanou hodnotu, obvykle do několika % hmot.

Ve snaze zamezit vzniku nekvalitního produktu se takováto destilace často řídí tak, aby byla z hlediska obsahu těžkých složek v destilátu značná rezerva proti maximální povolené hodnotě. Z hlediska ekonomiky destilace je však výhodné vyrábět destilát s co nejvyšším povoleným obsahem těžkých složek. Takováto destilace je energeticky méně náročná, neboť umožňuje pracovat s nižším refluxním poměrem. Kromě toho je cena těžkých složek často nižší než cena destilátu a je proto výhodné obsah těžkých složek v destilátu udržovat blízko maximální přípustné hodnoty. S popsaným problémem se setkáváme například při výrobě směsi propan-butanů ze zkapalněného refinérského plynu, kdy obsah pentanů a vyšších uhlovodíků z důvodů požadované dobré odpařivosti nesmí přestoupit několik procent.

Kolony pro popsaný způsob dělení se dosud řídí s využitím informace o teplotě na vybraném místě v koloně (nejčastěji ve vařáku nebo na některém patře ochuzovací části kolony). Současně se sleduje koncentrace těžkých složek v destilátu analyticky (laboratorně nebo automatickým analyzátozem).

Výše popsaný způsob regulace je vhodný pouze v případech, kdy vnější poruchy působící na proces jsou malé a působí pomalu. Nejdůležitější vnější poruchy jsou zejména kolísání tlaku v koloně (u tlakových destilací), změny v množství a vzájemném poměru mezi těžkými složkami a kolísání obsahu lehkých složek a inertů v destilované směsi. Všechny tyto vnější poruchy mají významný vliv na teplotní profil kolony bez ohledu na dosahovanou koncentraci těžkých složek v destilátu. V případě výskytu vnějších poruch je možno regulaci řešit také s pomocí automatického analyzátoru, nejčastěji procesního chromatografu, zapojeného přímo v regulačním okruhu. Toto řešení je však investičně značně náročné a spolehlivost přitom často není postačující.

Řešením popsaného problému se jeví způsob řízení chodu destilační kolony pro oddělení směsi propanu a butanu od těžkých uhlovodíků s předepsanou hodnotou koncentrace těžkých složek destilátů do 5 % hmot. podle předkládaného vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že změnou množství tepla dodávaného do vařáku destilační kolony se stabilizuje hodnota průměrného rozdílu teplot připadající na jedno patro v oblasti mezi patrem s měřením teploty ve střední části obohacovací sekce destilační kolony a hlavou destilační kolony na konstantní hodnotě v rozmezí 1 až 2,5 °C/patro.

Vynález umožňuje řídit kolonu na základě teplot v koloně, přičemž vlivy poruchových veličin na regulaci jsou v podstatné míře eliminovány.

Bylo zjištěno, že základní veličinou mající vliv na koncentraci těžkých složek v destilátu je rozdíl teploty na některém z pater obohacovací části kolony a teploty v hlavě kolony. Na základě simulačních výpočtů a provozních experimentů bylo zjištěno, že výše uvedený teplotní rozdíl do značné míry determinuje koncentraci těžkých složek v destilátu a je málo ovlivněn vnějšími poruchami, zejména kolísáním tlaku v koloně a poměry mezi těžkými složkami v nástřiku.

Absolutní hodnota teplotního rozdílu, která zaručuje správnou dělicí funkci destilační kolony, závisí na počtu pater mezi hlavou destilační kolony a patrem s měřenou teplotou ve střední části obohacovací sekce destilační kolony. Výpočtem a posléze experimentálně bylo zjištěno, že průměrný rozdíl teplot připadající na jedno patro v oblasti mezi patrem s měřenou teplotou ve střední části obohacovací sekce destilační kolony a hlavou destilační

kolony musí ležet v rozmezí 1 až 2,5 °C/patro. Exaktní hodnota potřebného průměrného teplotního rozdílu připadajícího na jedno patro, resp. celkový teplotní rozdíl musí být určen experimentálně, kdy optimalizujeme hodnotu celkového teplotního rozdílu, dokud není získán destilát o právě požadovaném složení.

Způsob podle vynálezu umožňuje minimalizovat provozní energetické a surovinové náklady při dodržování kvality produktu v úzkém rozmezí, které může být posunuto co nejvýše z hlediska povoleného obsahu těkavých složek v destilátu.

Způsob řízení destilační kolony podle vynálezu je schematicky znázorněn na přiloženém obr.

Destilační zařízení se skládá z vlastní destilační kolony 1, kondenzátoru 2, vařáku 3. Nástřikem 4 je destilační kolona 1 rozdělena na horní obohacovací a dolní obohacovací sekci. Páry odcházející z hlavy destilační kolony 1 kondenzují v kondenzátoru 2, kde se kondenzát dělí na destilát 6 a reflux 5. Kondenzátor 2 je chlazen chladicí vodou 9. Destilátní zbytek 7 se odebírá z vařáku 3, který je vytápěn vodní párou 8. Teplota v hlavě destilační kolony 1 - T_1 , je měřena teploměrem 10 a teplota ve střední části obohacovací sekce destilační kolony 1 - T_2 je měřena teploměrem 11. Blok 12 slouží k výpočtu rozdílu mezi teplotami T_2 na teploměru 11 a T_1 na teploměru 10 a může sloužit též jako signál pro regulaci.

Jak již bylo uvedeno, podstatou vynálezu je fixace teplotního rozdílu mezi teplotami T_2 a T_1 . Tohoto lze dosáhnout změnami množství tepla dodávaného do vařáku 3. Dále uvádíme dvě možné konkrétní varianty způsobu regulace kolony, které zabezpečují řízení destilační kolony 1 podle popsaného vynálezu.

V řadě případů jsou vnější poruchy nejvíce ovlivňující teplotu v hlavě destilační kolony 1 relativně pomalé. V tomto případě je možno stabilizovat teplotu T_2 a pouze periodicky kontrolovat, zda teplotní rozdíl $T_2 - T_1$ má požadovanou hodnotu. Jakmile se zjistí odchylka tohoto teplotního rozdílu od požadované hodnoty, je to známkou přítomnosti vnější poruchy a je třeba změnit požadovanou hodnotu teploty T_2 tak, aby se teplotní rozdíl $T_2 - T_1$ vrátil k původní hodnotě. Pro nízké hodnoty koncentrace těžkých složek v destilátu 6 platí, že zvýšení teplotního rozdílu se dosáhne zvětšením přívodu tepla do vařáku 3.

Druhý způsob regulace předpokládá, že teplotní rozdíl $T_2 - T_1$ je vyhodnocován kontinuálně a jeho odchylka od požadované hodnoty slouží jako signál pro regulační zásah. Je však třeba poznamenat, že oba popsané způsoby regulace nijak neomezují podstatu vlastního vynálezu, který není vázán na technické zabezpečení regulace. Lze jej realizovat i s minimálními požadavky na automatickou regulaci, kdy obsluha vyhodnocuje hodnotu teplotního rozdílu a stabilizuje ji změnami v přívodu tepla do vařáku 3.

Důležitá je volba patra v obohacovací sekci destilační kolony 1, na kterém se měří teplota T_2 . Toto patro by mělo být voleno tak, aby změna teplotního rozdílu $T_2 - T_1$ byla pro danou změnu koncentrace těžkých složek v destilátu 6 maximální. V prvním přiblížení je možno doporučit, aby teplota T_2 byla měřena na patře v polovině obohacovací sekce destilační kolony 1. Je však vhodné umístění tohoto patra dále optimalizovat, s použitím simulačních výpočtů nebo pokusy na reálné koloně.

P ř í k l a d provedení

Směs obsahující 1 % hmot. etanu, 16 % hmot. propanu, 34 % hmot. butanu a 49 % hmot. vyšších uhlovodíků byla dělena na jednoduché destilační koloně 1, která měla 37 úpater. Nástrík 4 byl umístěn na 18 patře číslované ze shora. Destilát 6 nesmí obsahovat více než 3 % hmot. pentanu a vyšších uhlovodíků. Destilační zbytek 7 je využíván jako absorbent při vypírání těžších uhlovodíků ze směsi inertních plynů a uhlovodíků (tak zvaného zbytkového plynu).

Při dosavadním způsobu řízení destilační kolony 1 byla stabilizována teplota na 34. patře na hodnotě 125°C . Regulace byla automatická, akční veličinou byl průtok vodní páry 8 do vařáku 3. Průměrná hodnota dosahované koncentrace pentanů v destilátu 6 byla $0,8\%$ hmot., přičemž skutečná koncentrace kolísala v rozmezí $0,2$ až $4,8\%$ hmot. Koncentrace butanů v destilačním zbytku 7 kolísala v rozmezí $0,3$ až $5,2\%$ hmot. při průměrné hodnotě $2,1\%$ hmot.

Před provozováním destilační kolony 1 způsobem podle vynálezu bylo nejprve výpočtem zjištěno, že je třeba stabilizovat průměrný teplotní rozdíl vztažený na jedno patro mezi 10. patrem a hlavou destilační kolony 1 na hodnotě $1,2^{\circ}\text{C/patro}$, což znamená celkový teplotní rozdíl 12°C . Na průmyslové destilační koloně 1 pak byla tato hodnota podle kvality destilátu experimentálně upřesněna na $1,5^{\circ}\text{C/patro}$, což znamená celkový teplotní rozdíl 15°C . Žadného teplotního rozdílu bylo dosaženo pomocí změn dávkování vodní páry 8 do vařáku 3. Průměrná hodnota koncentrace pentanů v destilátu 6 byla $2,2\%$ hmot., přičemž hodnoty kolísaly v rozmezí $1,9$ až $2,6\%$ hmot.

Zmenšení rozptylu kvality destilátu 6 umožnilo jeho výrobu s trvale vyšší průměrnou koncentrací pentanů, což zvýšilo jeho výtěžek. Dalším přínosem je, že se uvedeným způsobem stabilizovala koncentrace butanů v destilačním zbytku 7 na hodnotě menší než je $0,5\%$ hmot., což je výhodné z hlediska využití destilačního zbytku jako absorbentu uhlovodíků (nižší ztráty butanu ve zbytkovém plynu). Uvedeným způsobem se totiž minimalizuje tenze butanů nad absorbentem a tím se minimalizují i jeho ztráty v tzv. zbytkovém plynu.

P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

Způsob řízení chodu destilační kolony pro oddělení směsi propanu a butanu od těžších uhlovodíků s předepsanou hodnotou koncentrace těžkých složek destilátu do 5% hmot. vyznačený tím, že změnou množství tepla dodávaného do vařáku destilační kolony se stabilizuje hodnota průměrného rozdílu teplot připadající na jedno patro v oblasti mezi patrem s měřením teploty ve střední části obohacovací sekce destilační kolony a hlavou destilační kolony na konstantní hodnotě v rozmezí 1 až $2,5^{\circ}\text{C/patro}$.

1 výkres

