

## K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(11) (B1)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

(61)  
(23) Výstavní priorita  
(22) Přihlášeno 13 05 82  
(21) (PV 3467-82)

(51) Int. Cl.<sup>3</sup> B 01 D 5/00

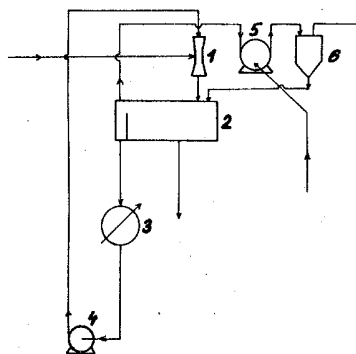
(40) Zveřejněno 31 08 84  
(45) Vydáno 01 10 86

(75)  
Autor vynálezu JANKOVEC JAN ing., PRAHA  
SLADKÝ JAN ing., NERATOVICE

(54) Způsob absorpce a kondenzace směsi par čpavku a organického rozpouštědla

Vynálezu může být využito v oboru krystalizace z organických rozpouštědel v úzké návaznosti na desorpci rozpouštědla čpavkem, např. při krystalizaci kaprolaktamu z trichlóretylénu.

Vynález se týká oboru absorpce a kondenzace směsi par čpavku a organického rozpouštědla za nízkých tlaků a řeší problém zvýšení účinnosti odsávání par za současného dosahování nízkých tlaků zejména u velkoprovozních zařízení. Podstatou vynálezu je využití absorpce čpavku ke zvýšení sacího efektu v proudovém směšovači působením čpavkové vody jako absorpčního roztoku v prvním stupni, přičemž ve druhém stupni jsou vytvořeny podmínky pro dosahování vysokých sacích výkonů zařízení i za nízkých pracovních tlaků.



234 140

Vynález se týká způsobu absorpce a kondenzace směsi par čpavku a organického rozpouštědla ve dvoustupňavém vakuovém systému.

Základní princip desorpce organického rozpouštědla čpavkem s následující absorpcí čpavku do vody spolu se samovolnou kondenzací rozpouštědla je chráněn čs. AO 161 608. Podobný desorpční postup, kde se používá čpavku jako nosného plynu, je předmětem čs. AO 161 611. Aby desorpce organického rozpouštědla čpavkem byla ekonomicky a provozně realizovatelná, je snahou volit takové pracovní podmínky, při nichž v závislosti na tenzi par komponent je poměr rozpouštědla k čpavku v parách co nejvyšší. Těmto podmínkám vyhovuje oblast nízkých tlaků, kde při desorpci se získává směs par s výrazně vysokým podílem par rozpouštědla, což na druhé straně umožňuje úměrné snížení množství použitého čpavku. I za těchto podmínek však při provozní realizaci narůstají v důsledku velkých objemů zpracovávaných plynů i rozměry běžných absorpčních zařízení,

což se současně projeví i na velikosti odsávacích zařízení. Další nevýhodou je i energetická náročnost při zajišťování pracovních tlaků v oblasti 10 kPa.

Výše uvedené nevýhody odstraňuje způsob absorpce a kondenzace směsi par čpavku a organického rozpouštědla jako trichlóretylénu a benzenu ve vakuových systémech v rozmezí teplot do 50 °C a tlaku 1 až 80 kPa za použití vody jako absorpčního roztoku ve dvou stupních dle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že první stupeň absorpce a kondenzace se provádí v proudovém samonasávacím směšovači v rozmezí tlaků 1 až 60 kPa působením čpavkové vody, načež po provedené kondenzaci organické složky za současného zvýšení absolutního tlaku v rozmezí hodnot o 5 až 30 kPa se vstupní část směsi plynů za tlaku 6 až 90 kPa odvede do odsávacího zařízení druhého stupně k současné absorpci a kondenzaci zbytkových podílů par do vody. Při použití samonasávacího proudového směšovače k provedení absorpce lze absorpce čpavku do vody využít k dosažení výhodných podmínek kondenzace organické složky a dosáhnout až řádového zvýšení sací mohutnosti zařízení ve srovnání s odsáváním směsi plynů, u které byl čpavek nahrazen vzduchem, případně inertním plynem, nebo když absorpce a kondenzace se provádí samovolně podle čs. AO 161 608.

Zvláště výhodných podmínek se dále dosahuje kombinací proudového samonasávacího směšovače s koncovým odsávacím zařízením, kdy využitím absorpce čpavku ke zvýšení sacího účinku v prvním stupni lze překvapivě snadno poměrně malým sacím zařízením typu vodoružné vývěvy ve druhém stupni dosáhnout vysokých výkonů v oblasti nízkých tlaků, které jsou vyžadovány úzkou návazností

na předcházející desorpci organického rozpouštědla z trichlór-etylénových nebo benzenových roztoků kaprolaktamu. Podmínkou správného funkčního využití navrhovaného aparaturního uspořádání je volba postupného snižování tlaku v jednotlivých stupních absorpce a kondenzace.

Zvýšení výkonu navrhovaného postupu, ve srovnání s běžným typem absorpce např. ve sprchové koloně, lze vysvětlit tím, že v systému volné kondenzace se uplatňuje za jinak stejných teplotních podmínek součet tenzí par nad hladinou čpavkové vody a organické složky, zatímco při použití proudového směšovače se uplatňuje pouze parciální tlak čpavkové vody a trichlóretylén nebo benzen jako odsávaná složka kondenzuje až při kompresi v difuzoru směšovače.

K dosažení vysokých výkonů i při nízkých tlacích na úrovni tenze páry absorpční kapaliny pak postačuje plynulé udržování nízké koncentrace čpavku v absorpčním okruhu čpavkové vody. Jelikož výhodné podmínky dosažení nízkých pracovních tlaků umožňují značně snížit hmotnostní poměr použitého čpavku k desorbovanému organickému rozpouštědлу, lze i tuto podmínku snadno splnit. Tlakový spád mezi prvním a druhým stupněm absorpce je pak výhodné volit tak, aby nebyl nižší než tenze par odsávaného a kondenzovaného rozpouštědla za daných teplotních podmínek, nejvýhodněji 5 až 30 kPa.

Ve druhém stupni v rozmezí tlaků 6 až 90 kPa po provedené absorpci čpavku a následné kondenzaci organické složky jsou vytvořeny z hlediska dosažení požadovaného snížení tlaku i při celkově vysokých výkonech zařízení příznivé podmínky tím, že koncové plyny představují jenom zlomek původního objemu plynů

a účinné odsávání lze zajistit relativně nenáročnou vodokružnou vývěvou i pro velkokapacitní provozní jednotku.

Výrazně horších výsledků se dosahuje při odsávání směsi organických par se vzduchem nebo inertním plynem, což lze zdůvodnit omezeným efektem absorpce a nutností odsávání značně vyššího objemu plynů při jinak stejných teplotních podmínkách. Úměrně k těmto vlivům stoupá pak energetická a aparaturní náročnost zařízení.

Výhodou uvedeného způsobu je, že umožňuje snadnou konstrukci proudového směšovače pro první stupeň odsávání, například ve tvaru Venturiho trubice tak, aby co nejvíce bylo využíváno absorpce a rychlosti reakce čpavku s vodou k dosažení sacího efektu s poměrně malými nároky na spotřebu energií.

Postup podle vynálezu je znázorněn na přiloženém obrázku. Do proudového směšovače 1 vede za tlaku 1 až 60 kPa směs par čpavku s trichlóretylénem nebo par čpavku s benzenem, přičemž čpavek je absorbován do cirkulující čpavkové vody s obsahem do 7 % hm. čpavku při teplotách v rozmezí 0 až 50 °C a kondenzující rozpouštědlo je proudem čpavkové vody odváděno do dělicí nádoby 2. Odvod směšovacího a kondenzačního tepla je zajišťován výměníkem 3 v cirkulačním okruhu s čerpadlem 4.

Nepatrné množství inertů spolu s odpovídajícím množstvím čpavku a rozpouštědla je odsáváno rotační vodní vývěvou 5, odkud plynná fáze je odváděna ke koncové absorpci odplynů 6 a kapalná fáze, jako provozní voda vývěvy, je vedena zpětně do okruhu proudového směšovače.

### Příklad 1

234 140

Byla sledována sací účinnost proudového směšovače při nasávání inertního plynu dusíku a čpavku, sycených při 20 °C parami benzenu. Při tlaku 43 kPa ve směšovací komoře a teplotě vody 15 °C bylo u směsi par čpavku a benzenu dosaženo sací mohutnosti 3 243 litrů za hodinu, zatímco při odsávání směsi par benzenu a dusíku bylo dosaženo výkonu za jinak stejných podmínek pouze 173 litrů za hodinu.

### Příklad 2

V probublávací koloně byl čpavek jako nosný plyn sycen parami trichlóretylénu desorpcí z roztoku kaprolaktamu s trichlóretylénem při tlaku 25 kPa a teplotě 30 °C. Při použití horní hranice koncentrace čpavkové vody s obsahem 7 % hm. čpavku bylo dosaženo výkonu 179 litrů za hodinu, zatímco při použití vzduchu jako nosného plynu poklesl sací výkon na 74 litrů za hodinu.

### Příklad 3

Ve dvoustupňovém absorpčním a kondenzačním systému proudového směšovače a vodokružné vývěvy, v návaznosti na desorpci trichlóretylénu z kaprolaktamových roztoků, bylo v prvním stupni za tlaku 6,7 kPa a teploty 40 °C odsáváno 373 litrů za hodinu směsi par čpavku a trichlóretylénu proudovým směšovačem při hmotnostním poměru složek 1 : 13,5, načež ve druhém stupni při teplotě 30 °C a tlaku 20 kPa byl zbytek nezabsorbovaných a nezkondenzovaných plynů odsáván vodokružnou vývěvou. Při odsávání směsi vzduchu a trichlóretylénu jinak za stejných podmínek bylo dosaženo tlaku 20 kPa v prvním stupni absorpce a celkového sacího výkonu 40 litrů za hodinu, přičemž hmotnostní poměr čpavku k trichlóretylénu

poklesl na hodnotu 1 : 2,0. Při nahrazení prvního stupně absorpce volnou absorpcí a kondenzací složek bylo dosaženo nejvyšších hodnot tlaku 25 kPa, což odpovídá za dané teploty součtu tenzí par složek.

Výše popsaný postup podle vynálezu je možno využít zejména ve vakuových systémech v návaznosti na desorpci rozpouštědla expanzí a působením proudu plynného čpavku. Jelikož absorpce a kondenzace směsi par čpavku a organického rozpouštědla navazuje úzce na desorpční systémy krystalizace kaprolaktamu z organických rozpouštědel, přizpůsobuje se regenerace rozpouštědla pracovním podmínkám krystalizace za nízkých tlaků a získávání čpavku ve vodných roztocích pro další zpracování.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

234 140

1. Způsob absorpce a kondenzace směsi par čpavku a organického rozpouštědla jako trichlóretylénu a benzenu ve vakuových systémech v rozmezí teplot do 50 °C a tlaku 1 až 90 kPa za použití vody jako absorpčního roztoku ve dvou stupních, vyznačený tím, že první stupeň absorpce a kondenzace se provádí v proudovém samonasávacím směšovači v rozmezí tlaků 1 až 60 kPa působením čpavkové vody, načež po provedené kondenzaci organické složky za současného zvýšení absolutního tlaku v rozmezí hodnot o 5 až 30 kPa se vstupní část směsi plynu za tlaku 6 až 90 kPa odvede do odsávacího zařízení druhého stupně k současné absorpci a kondenzaci zbytkových podílů par do vody.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že voda jako absorpční roztok procházející odsávacím zařízením druhého stupně se vede do prvního stupně absorpce, přičemž konečný obsah čpavku v roztoku vystupujícím z prvního stupně nepřesáhne 7 % hmotnostních.

1 výkres

