



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

200482

(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
C 01 B 21/40

/22/ Přihlášeno 06 10 75
/21/ /PV 6757-75/
/32//31//33/ Právo přednosti
od 07 10 74 /7413164/ Nizozemsko

(40) Zveřejněno 31 12 79

(45) Vydáno 15 11 82

(72) Autor vynálezu TAUBERT FRIEDRICH CHRISTIAN a GROENENDAAL WILLEM, HAAG /NIZOZEMSKO/

(73) Majitel patentu SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ B. V., HAAG /NIZOZEMSKO/

(54) Způsob odstraňování kysličníků síry a zařízení k provádění tohoto způsobu

1

Vynález se týká způsobu odstraňování kysličníků síry z plynů nebo směsí plynů na tuhých akceptorech s periodickou regenerací těchto akceptorů, s následnou o sobě známou konverzí kysličníku siřičitého. Vynález se také týká zařízení pro čištění plynů obsahujících kysličníky síry a k převedení těchto kysličníků síry na kyselinu sírovou nebo elementární síru.

Kysličníky síry se mohou odstranit z plynů je obsahujících, jako jsou odpadní plyny z kotelen, zachycením na tuhých akceptorech. Nasycené akceptory se pak periodicky regenerují. Obsah kysličníku siřičitého v plynu, odcházejícím při regeneraci ze zařízení, v němž se tyto kysličníky síry zachycují, kolísá od nuly nebo prakticky nuly na počátku a na konci regenerace do maximální, uprostřed ležící hodnoty během regenerace. Při kombinovaném provozování zařízení pro konverzi kysličníku siřičitého s výše uvedeným zařízením vyvolává tato měnící se koncentrace kysličníku siřičitého v plynu odcházejícím z regenerace značné konstrukční obtíže, související s regulací provozu zařízení pro konverzi kysličníku siřičitého.

Například v zařízení pro získávání elementární síry, jímž obvykle je zařízení Clausova typu, vzniká síra z kysličníku siřičitého a sirovodíku alespoň zčásti v přítomnosti katalyzátoru podle reakčního vztahu:



Aby reakce proběhla co nejúplněji a aby se koncentrace sirovodíku a/nebo kysličníku siřičitého v odpadních plynech odcházejících z tohoto druhého zařízení udržovala na co nejnížší hodnotě, je velmi důležité, aby se sirovodík a kysličník siřičitý přiváděly ve stechiometrickém poměru. Při kolísající koncentraci kysličníku siřičitého, jak je výše popsána, buď musí koncentrace sirovodíku také příslušně kolísat nebo při neměnném přívodu sirovodíku

se musí použít přídavného zdroje kysličníku siřičitého, přičemž množství přidaného kysličníku siřičitého závisí na koncentraci kysličníku siřičitého v odpadním plynu, odcházejícím z regenerace.

Těmto nevýhodám se lze vyhnout, pokud se kysličníky síry odstraňují z plynů nebo směsí plynů způsobem podle vynálezu.

Způsob odstraňování kysličníků síry z plynů nebo směsí plynů zachycováním kysličníků síry na tuhých akceptorech s periodickou regenerací těchto akceptorů, v kombinaci s následnou, o sobě známou konverzí kysličníku siřičitého, přičemž zachycovací stupeň zahrnuje nejméně dva reakční stupně, kterých se střídavě používá pro zachycování kysličníků síry a následnou regeneraci nasycených akceptorů, čímž se získá odpadní plyn z regenerace o kolísajícím obsahu kysličníku siřičitého, a kde odpadní plyn z regenerace se chladí a odděluje od zkondenzované vody takto vzniklé, se podle vynálezu provádí tak, že se ochlazený odpadní plyn z regenerace odstraňuje, kdykoliv obsah kysličníku siřičitého je nulový nebo prakticky nulový a v ostatních obdobích se stlačuje a skladuje za tlaku v plynné formě v zásobníku, ze kterého se zavádí konstantní nebo skoro konstantní proud kysličníku siřičitého k dalšímu chemickému zpracování kysličníku siřičitého, přičemž v obdobích, kdy obsah kysličníku siřičitého v plynu odcházejícím z regenerace je nulový nebo prakticky nulový, se proud plynu obsahujícího kysličník siřičitý ze zásobníku popřípadě nasává, stlačuje a zavádí opět do zásobníku.

Tento způsob se účelně provádí v zařízení pro čištění plynů obsahujících kysličníky síry a k převedení těchto kysličníků síry na kyselinu sírovou nebo elementární síru, kteréžto zařízení zahrnuje zařízení pro pohlcování kysličníků síry na tuhém akceptoru, sestávající nejméně ze dvou reaktorů, dále zařízení pro poskytování konstantního proudu plynného kysličníku siřičitého a zařízení pro konverzi kysličníku siřičitého, které se vyznačuje tím, že zařízení pro poskytování konstantního proudu kysličníku siřičitého zahrnuje kompresor, chladič a zásobník plynu, tvořený tlakovou nádobou, přičemž sací strana kompresoru je přímo nebo nepřímo spojena s výpustí odpadního plynu, odcházejícího po regeneraci ze zařízení pro zachycování kysličníků síry a obsahujícího kysličník siřičitý, a výstupní strana kompresoru je spojena se vstupem do chladiče, zatímco vstup do zásobníku plynu tvořeného tlakovou nádobou je spojen s výstupem z chladiče a výpustí plynu ze zásobníku plynu tvořeného tlakovou nádobou je přímo nebo nepřímo spojena se vstupem do zařízení pro konverzi kysličníku siřičitého.

Zařízení pro konverzi kysličníku siřičitého může tedy sestávat ze zařízení na výrobu kyseliny sírové. V takovém zařízení, v němž se kysličník siřičitý nejprve katalyticky přemění v kysličník sírový a kysličník sírový se pak absorbuje ve zředěném nebo koncentrovanějším roztoku kyseliny sírové, je rovněž velmi nežádoucí, aby výchozí plynný proud měl kolísající obsah kysličníku siřičitého.

Vynález skýtá možnost provozovat zařízení, v němž se zachycují kysličníky síry, v kombinaci se zařízením pro konverzi kysličníku siřičitého vyrovnáním vysoce kolísajícího obsahu kysličníku siřičitého v odpadním plynu, odcházejícím z regenerace.

Vynález umožňuje provozovat zařízení, v němž se kysličníky síry zachycují z plynů nebo směsí plynů na tuhých akceptorech a pak se opět uvolňují regenerací těchto akceptorů, v kombinaci se zařízením pro konverzi kysličníku siřičitého, přičemž první zařízení zahrnuje nejméně dva reaktory, kterých se střídavě používá pro zachycování kysličníků síry a následnou regeneraci nasycených akceptorů, čímž se získá odpadní plyn, odcházející z regenerace, o kolísajícím obsahu kysličníku siřičitého, kterýžto způsob se vyznačuje tím, že k získání plynného proudu o konstantním nebo prakticky konstantním obsahu kysličníku siřičitého, přiváděním do zařízení pro konverzi kysličníku siřičitého, se odpadní plyn odcházející z regenerace po ochlazení a odstranění zkondenzované vody skladuje pod tlakem v zásobníku plynu, z něhož se kysličník siřičitý přivádí do uvedeného druhého zařízení. Ochlazený plyn,

odcházející z regenerace, se s výhodou stlačuje na tlak v rozmezí 0,1 až 1,0 MPa, zejména 0,2 až 0,6 MPa.

Způsob a zařízení podle vynálezu jsou dále detailně popsány zvláště s ohledem na možná výhodná provedení.

V dalším popisu se zařízení, v němž se kysličníky síry zachycují z plynů nebo směsí plynů na tuhých akceptorech a pak se opět uvolňují regenerací těchto akceptorů, označuje pro zjednodušení jako zachycovací zařízení nebo první zařízení. Obvykle toto zařízení zahrnuje nejméně dva reaktory (nebo pracovní prostory), kterých se střídavě používá pro zachycování, je však také možné použít tři nebo i více reaktorů nebo pracovních prostorů. Takového zařízení je možno použít k odstraňování kysličníků síry z kouřových plynů, aby tyto bylo možno vypouštět volně do ovzduší bez nebezpečí jeho znečištění. Akceptory, používané v zachycovacím zařízení, obvykle zahrnují kov a/nebo sloučeninu kovu, nanesené na nosiči. Obzvláště vhodný akceptor tohoto typu zahrnuje kysličník mědi, nanesený na nosič, tvořený kysličníkem hlinitým.

Zařízení pro konverzi kysličníku siřičitého se v dalším pro jednoduchost označuje jako druhé zařízení. Z výše uvedeného je zřejmé, že tímto druhým zařízením může být buď zařízení na výrobu kyseliny sírové nebo zařízení k získávání síry. Z dalšího popisu bude zřejmé, že zařízení k získávání síry je modifikací běžného Clausova zařízení, zejména pokud jde o katalytickou část takového běžného zařízení k získávání elementární síry.

Zařízení, v němž se získává konstantní nebo prakticky konstantní proud kysličníku siřičitého, se v dalším popisu pro jednoduchost označuje jako vyrovnávací zařízení.

Odpadní plyn, odcházející během regenerace během zachycovacího zařízení, má teplotu 325 až 500 °C; je žádoucí, aby se tento plyn nejprve ochladil na teplotu pod 100 °C. S výhodou se chlazení provádí ve dvou stupních, přičemž se plyn v prvním stupni ochladí na teplotu těsně nad rosným bodem při daném tlaku, čímž se vyrobí nízkotlaká pára, a pak ve druhém stupni se ochladí na teplotu hluboko pod rosným bodem, čímž vznikne kondenzační voda. Tento druhý stupeň se vhodně provádí v koloně, v níž se odpadní plyn z regenerace, obsahující kysličník siřičitý, ochladí protiproudě s vodou nebo vodným roztokem. Odpadní plyn z regenerace se například ochladí na teplotu 35 až 70 °C. Vzniklá kondenzační voda se může v další koloně zbavit vypuzením parou případně rozpuštěného kysličníku siřičitého, který se pak může vrátit k odpadnímu plynu z regenerace.

Používá-li se regeneračního plynu obsahujícího vodík, vzniká při regeneraci nasyceného akceptoru vodní pára. Mimoto se vodní pára výhodně též přidává k regeneračnímu plynu. Výše uvedené chlazení odpadního plynu odcházejícího z regenerace proto rovněž slouží k odstranění veškeré této přidané a vytvořené vodní páry a k dalšímu zvýšení koncentrace kysličníku siřičitého v odpadním plynu, odcházejícím z regenerace.

Po ochlazení se odpadní plyn z regenerace může stlačit jakýmkoliv vhodným kompresorem. S výhodou se odpadní plyn z regenerace po stlačení opět ochladí. Toto ochlazování se může provádět přímo nebo nepřímo, avšak stlačený odpadní plyn je možno nejvhodněji chladit způsobem, kterým se ochladil před stlačením, to jest protiprouděným stykem s vodou nebo vodným roztokem.

Je v samotné povaze pochodu, probíhajícího v zachycovacím zařízení, že v určitých okamžicích během tohoto pochodu je koncentrace kysličníku siřičitého v odcházejícím plynu nulová nebo prakticky nulová; v takovémto případě se do vyrovnávacího zařízení přivádí buď pára, popřípadě směs s plynnými složkami redukčního plynu používaného jako regenerační plyn, nebo směs páry a redukčního plynu. Aby bylo možno v těchto případech udržet kompresor v chodu, stlačuje se - u výhodného provedení způsobu podle vynálezu - odpadní plyn z regenerace po ochlazení v kompresoru, který je na své sací straně rovněž spojen se zásob-

níkem kysličníku siřičitého, z kteréhožto zásobníku se kysličník siřičitý odebírá v okamžicích, kdy obsah kysličníku siřičitého v odpadním plynu z regenerace je nulový nebo prakticky nulový. Tímto způsobem je možné dodávat uvedený odpadní plyn, po kondenzaci v něm přítomné vodní páry, jak výše uvedeno, v obdobích, kdy odpadní plyn z regenerace obsahuje vysokou koncentraci redukčního plynu, avšak žádný kysličník siřičitý, do vhodného spalovacího zařízení, například do spalovacího prostoru kotle, z něhož odcházejí spalné plyny. Jiným vhodným spalovacím zařízením pro tento odpadní plyn z regenerace je spalovací pec druhého zařízení.

Výše popsané provedení umožňuje zvolit malou velikost zásobníku na plyn, poněvadž objem plynu, který se skladuje, je menší. Je třeba, aby zařízení zahrnovalo vhodné regulační ústrojí, aby bylo zajištěno, že se ventily v potrubí otevřou a/nebo zavřou přesně tehdy, kdy je toto třeba. Tento požadavek není třeba blíže rozvádět, poněvadž jeho nutnost je odborníkovi zcela jasná. Podnět pro ovládání ventilů může být například odvozen z měření vodivosti odpadního plynu z regenerace, poněvadž jeho vodivost v přítomnosti vodíku prudce stoupá. Výhodou popsaného provedení dále je, že obsah zásobníku na plyn se důkladně promísí, takže se v něm nevyskytují rozdílné koncentrace a je možno z něho odebírat plynný proud s prakticky stálým obsahem kysličníku siřičitého pro použití v následném stupni. Z uvedeného plyne, že za předpokladu vhodného regulačního ústrojí k zajištění nepřetržitého míšení je kompresor schopen odebírat kysličník siřičitý ze zásobníku na plyn i v okamžicích, kdy obsah kysličníku siřičitého v odpadním plynu z regenerace není nulový nebo prakticky nulový. Za tímto účelem bude obvykle postačující, aby kompresor odebíral malý doplňkový proud, představující přibližně 1 až 10 % celkového objemu plynu, který se má stlačit.

Koncentrace kysličníku siřičitého v plynném proudě, odcházejícím ze zásobníku na plyn do druhého zařízení, je v rozmezí 7,5 až 95 objemových % podle regeneračního plynu, používaného v zachycovacím zařízení.

Zásobník na plyn, do něhož se přivádí stlačený plyn obsahující kysličník siřičitý, může mít konstantní objem nebo se v něm může udržovat konstantní tlak. V prvním případě se tlak v zásobníku na plyn bude měnit a poklesne pokaždé, když obsah kysličníku siřičitého v odpadním plynu z regenerace je nulový nebo prakticky nulový, zatímco kysličník siřičitý se plynule dodává do druhého zařízení ze zásobníku na plyn. Tak například, používá-li se tlaku přibližně 4 kg/cm^2 , bude se tlak v zásobníku na plyn měnit například v rozmezí 2,5 a 4 kg/cm^2 . V jaké míře tlak v zásobníku na plyn poklesne, je rovněž závislé na délce období, během nichž se do vyrovnávacího zařízení nepřivádí žádný kysličník siřičitý a na velikosti zásobníku na plyn. Ve druhém případě se mění objem zásobníku na plyn; tlak v něm se může udržovat konstantním změnou výše hladiny kapaliny v zásobníku. Vhodnou kapalinou pro tento účel je voda. Tento způsob však vyžaduje větší množství zařízení, takže je výhodnější způsob, při němž se používá zásobníku na plyn o konstantním objemu. Kysličník siřičitý, uskladněný v zásobníku na plyn, se tedy z něho může odvádět do druhého zařízení, kterým může být zařízení na výrobu kyseliny sírové nebo Clausovo zařízení nebo zařízení pro jakýkoliv jiný způsob, při němž je zapotřebí stálého proudu kysličníku siřičitého. Poněvadž výroba kyseliny sírové spočívá vždy na kysličníku siřičitém, není tento aspekt třeba dále rozvádět. Je-li druhým zařízením Clausovo zařízení, je nutno Clausovo zařízení přizpůsobit nebo popřípadě upravit, protože se obecně jako suroviny pro Clausovo zařízení používá sirovodík nebo plyny obsahující sirovodík.

V tomto ohledu existuje několik možností, které budou v dalším vysvětleny.

Může se stát, že objem kysličníku siřičitého, který se má přivést do Clausova zařízení za jednotku doby, je příliš malý vzhledem k celkové kapacitě zařízení pro získávání elementární síly a že uvedené zařízení má také zpracovat velká množství sirovodíku. V tomto případě se kysličník siřičitý může přivádět pomocí zvláštního hořáku do spalovací komory tepelné reakční zóny Clausova zařízení. Při výhodném provedení se kysličník siřičitý přivádí do tepelné reakční zóny prstencovým rozváděčem opatřeným výstupními otvory, které jsou upraveny tak, že se plyn obsahující kysličník siřičitý rozvádí kolem plamene, získaného částec-

ným spalováním sirovodíku. Částečné spalování sirovodíku se řídí tak, že popsaným přidáváním kyslíčnicku siřičitého se získá spalný plyn, u něhož je poměr sirovodíku ke kyslíčnicku siřičitému roven 2. V tomto případě je možno přidat takové množství kyslíčnicku siřičitého, aby množství přidaného kyslíčnicku siřičitého činilo vzhledem k množství kyslíčnicku siřičitého, vytvořenému částečným spálením sirovodíku, nejméně 25 molárních %. Je však výhodné přidat pouze takové množství kyslíčnicku siřičitého, aby množství přidaného kyslíčnicku siřičitého činilo nanejvýš 85 molárních % a s výhodou pouze 50 % celkového množství přítomného kyslíčnicku siřičitého. Je-li třeba, je nutno přidat další palivo do hořáku v tepelné zóně během částečného spalování, aby bylo zajištěno, že teplota v příslušné zóně je vyšší než 700 °C a s výhodou v rozmezí 900 až 1400 °C.

Je-li sirovodík k dispozici v takovém množství, že se požadovaného stechiometrického poměru sirovodíku ke kyslíčnicku siřičitému 2:1 dosáhne bez předchozího částečného spálení sirovodíku, je možno použít připraveného Clausova zařízení a směs sirovodíku a kyslíčnicku siřičitého se po zahřátí na požadovanou reakční teplotu přímo vede do první katalytické zóny druhého zařízení.

Výše popsaných způsobů se použije zejména tam, kde sirovodík je dostupný z jiného zdroje, jako je tomu například v rafinériích. Způsob podle vynálezu se však může jednoduše upravit pro ty případy, kde sirovodík není k dispozici, jako je tomu například v elektrárnách. V tomto případě bude nutné, aby alespoň část získaného kyslíčnicku siřičitého byla přeměněna na sirovodík, dříve než se může přeměnit na elementární síru v Clausově zařízení.

Při upraveném postupu se alespoň část kyslíčnicku siřičitého, který se má přivést do Clausova zařízení, katalyticky redukuje v přítomnosti redukčního plynu, dříve, než se přivede do druhého zařízení. S výhodou se dvě třetiny množství kyslíčnicku siřičitého, přivedeného do Clausova zařízení, redukuje, aby se splnily stechiometrické požadavky při reakci, probíhající v Clausově zařízení. Za tímto účelem se proud kyslíčnicku siřičitého může rozdělit ve dva proudy, z nichž první proud je třetinou celkového proudu a druhý proud tvoří dvě třetiny celkového proudu kyslíčnicku siřičitého; tento druhý proud se vede spolu s redukčním plynem přes redukční katalyzátor, aby se kyslíčnick siřičitý zredukoval na sirovodík, načež se oba proudy, popřípadě spojené, přivádějí do Clausova zařízení. Je však také možné vést celkový proud kyslíčnicku siřičitého přes katalyzátor a přidat pouze takové množství redukčního plynu, že se nanejvýš dvě třetiny veškerého množství kyslíčnicku siřičitého zredukuje na sirovodík, načež se celkový proud, který nyní obsahuje sirovodík a kyslíčnick siřičitý ve stechiometricky požadovaném poměru, přivádí do Clausova zařízení.

Při jiné obměně se kyslíčnick siřičitý, dříve, než se přivede do Clausova zařízení, nejprve zavádí do spalovací zóny s lehkými uhlovodíky a s nedostatečným množstvím kyslíku nebo plynu obsahujícího kyslík, následkem čehož vznikne ve volném plameni kromě kyslíčnicku uhličitého, vody, kyslíčnicku uhelnatého a vodíku také sirovodík. Poněvadž ne všechny vodík a kyslíčnick uhelnatý, vzniklý v této spalovací zóně, reaguje s přítomným kyslíčnickem siřičitým na sirovodík, je výhodné, když se v první katalytické zóně Clausova zařízení, kam se přivádí veškerý spalný plyn, obvykle po průchodu kondenzačním zařízením na síru, použije katalyzátoru druhu používaného pro katalytickou redukci kyslíčnicku siřičitého, jak je níže popsána, aby případný ještě přítomný vodík a kyslíčnick uhelnatý zreagoval s kyslíčnickem siřičitým, a rovněž pro konverzi případných vedlejších produktů, jako je karbonylsulfid a/nebo sirouhlík. Vhodná volba množství kyslíku a/nebo uhlovodíků, které se má přivést do spalovací zóny, umožňuje upravit poměr sirovodíku ke kyslíčnicku siřičitému v odpadním plynu z první katalytické zóny Clausova zařízení na hodnotu mezi dvěma třetinami a jednou třetinou.

Katalytická redukce nejméně části proudu kyslíčnicku siřičitého do Clausova zařízení se s výhodou provádí při teplotách nad 180 °C, s výhodou při teplotách v rozmezí 200 až 650 °C podle použitého katalyzátoru a redukčního činidla. Velmi dobrých výsledků se za použití vodíku a/nebo kyslíčnicku uhelnatého dosáhne při teplotách v rozmezí 220 až 450 °C, zatímco

při použití methanu jakožto redukčního činidla jsou výhodné teploty v rozmezí 450 do 600 °C.

Tlak, kterého se má použít při redukci, může být stejný jako tlak, při němž se proud kysličníku siřičitého získává z absorbentu. Rychlost, vztažená na jednotku prostoru a času, které se má použít při redukci, činí s výhodou 500 až 10 000 Nl kysličníku siřičitého na 1 litr katalyzátoru za hodinu.

Jak již bylo uvedeno, je možno jako redukčních plynů použít vodíku, kysličníku uhelnatého nebo nižších uhlovodíků, nebo plynů, které obsahují nejméně jednu z těchto složek. Vhodnými nižšími uhlovodíky jsou methan, ethan, propan a/nebo butan. Použitými redukčními činidly, obsahujícími vodík a/nebo kysličník uhelnatý, může být svítíplyn, syntézní plyn, vodní plyn apod. Vhodnými plyny obsahujícími vodík jsou dále odpadní plyn z katalytického reformního zařízení nebo plyn, získávaný ze zařízení pro zpracování nasycených surových plynů z ropy.

Plyn obsahující vodík obsahuje s výhodou nejméně 20 objemových % vodíku nebo ekvivalentní množství kysličníku uhelnatého a/nebo nižších uhlovodíků. Plyn obsahující vodík se používá v takovém množství, aby poměr vodíku ke kysličníku siřičitému byl 2:1 až 15:1, s výhodou 2:1 až 8:1.

Použitým katalyzátorem je výhodně katalyzátor, obsahující sulfidovaný kov šesté a/nebo osmé skupiny periodického systému prvků na anorganickém kyslíkatém nosiči. Kovem šesté skupiny, obsaženým v těchto katalyzátorech, je s výhodou molybden, wolfram a/nebo chrom, a kovem osmé skupiny s výhodou kov ze skupiny železa, jako například kobalt, nikl a/nebo železo. Použitým anorganickým kyslíkatým nosičem může být kysličník hlinitý, kysličník křemičitý, kysličník hořečnatý, kysličník boritý, kysličník zirkoničitý, kysličník thoričitý, nebo směs nejméně dvou těchto sloučenin. Velmi vhodnými redukčními katalyzátory pro uvedený účel jsou katalyzátory tvořené soustavou Ni/Mo/Al₂O₃, nebo soustavou Co/Mo/Al₂O₃, které se mohou před začátkem redukce sulfidovat známým postupem.

Vynález se rovněž týká zařízení, v němž se plyny, obsahující kysličníky síry, zbavují těchto kysličníků a oddělené kysličníky síry se pak přemění v kyselinu sírovou nebo elementární síru, kteréžto zařízení zahrnuje zařízení pro pohlcování kysličníků síry na tuhém akceptoru, které sestává nejméně ze dvou reaktorů, dále zařízení pro poskytování konstantního proudu plynného kysličníku siřičitého a zařízení pro konverzi kysličníku siřičitého, přičemž zařízení pro poskytování konstantního proudu kysličníku siřičitého zahrnuje kompresor, chladič a zásobník na plyn, tvořený tlakovou nádobou, sací strana kompresoru je přímo nebo nepřímo spojena s výpustí odpadního plynu, odcházejícího po regeneraci ze zařízení pro zachycování kysličníků síry a obsahujícího kysličník siřičitý, a výstupní strana kompresoru je spojena se vstupem do chladiče, zatímco vstup do zásobníku na plyn, tvořeného tlakovou nádobou, je spojen s výstupem z chladiče a výpustí plynu ze zásobníku na plyn, tvořeného tlakovou nádobou, je přímo nebo nepřímo spojen se vstupem do zařízení pro konverzi kysličníku siřičitého. Druhý výstup ze zásobníku na plyn, tvořeného tlakovou nádobou, je s výhodou spojen se sacím vstupem kompresoru.

Způsob podle vynálezu bude v dalším blíže objasněn s odvoláním na výkresy na obr. 1 až 4 a příklady provedení.

Na obr. 1 je znázorněno proudové schéma, představující zachycovací zařízení a druhé zařízení, která pracují kombinovaným způsobem, a kde plynný proud s proměnným obsahem kysličníku siřičitého se přeměňuje v plynný proud s konstantním obsahem kysličníku siřičitého ve vyrovnávacím zařízení;

na obr. 2 je znázorněna obměna proudového schématu zobrazeného na obr. 1, týkající se vyrovnávacího zařízení;

na obr. 3 je znázorněna obměna proudového schématu zobrazeného na obr. 1, týkající se druhého zařízení, a na obr. 4 je znázorněna obměna proudového schématu zobrazeného na obr. 1, týkajícího se druhého zařízení.

Proudové schéma, znázorněné na obr. 1, je rozděleno na tři části, část A zahrnující zachycovací zařízení, část B zahrnující vyrovnávací zařízení a část C zahrnující druhé zařízení, v tomto případě Clausovo zařízení.

Výše uvedená soustava je dokonale uzavřená, pokud jde o sloučeniny síry, a plyny vypouštěné komínem proto nijak neznečišťují ovzduší. Veškeré přiváděné sloučeniny síry, ve formě kysličníku siřičitého potrubím 1 a ve formě sirovodíku potrubím 27, se přemění v elementární síru, která se odebírá ze soustavy.

U obměny na obr. 2 je část B znázorněna v modifikované formě, pokud jde o tlakovou nádobu 19. Na obou těchto výkresech jsou odpovídající členy označeny stejnými vztahovými značkami.

Ačkoliv není zakresleno ani na obr. 1, ani na obr. 2, je zřejmé, že v obou případech musí být upraveno nutné regulační ústrojí pro uzavírání a/nebo otevírání ventilů, kde je toho třeba, v závislosti na obsahu kysličníku siřičitého v odpadním plynu, odcházejícím z regenerace.

Obměna vynálezu, znázorněná na obr. 3, je obzvláště vhodná pro ty případy, kdy není k dispozici nezávislý zdroj sirovodíku pro provoz Clausova zařízení. Upravená část C zde sestává z úseků C₁ a C₂, přičemž první úsek zahrnuje zařízení pro částečnou redukci a druhý úsek Clausovo zařízení. Při této obměně, jak je zakreslena na obr. 3, prochází veškerý proud plynu obsahujícího kysličník siřičitý ze zásobníku 19 na plyn trubkovým reaktorem 63, v němž se udržuje požadovaná redukční teplota pomocí páry a/nebo vroucí vody nebo jiného vhodného chladiva.

U obměny, znázorněné na obr. 4, zahrnuje úsek C₁ hořákovou komoru 71 a s ní spojenou reakční komoru 72 prostou katalyzátoru. Veškerý proud obsahující kysličník siřičitý, se přivádí do hořáku v hořákové komoře, přičemž se s kysličníkem siřičitým mísí vhodný uhlovodík, například butan.

P ř í k l a d 1

Kouřové plyny, obsahující 0,25 objemového % kysličníku siřičitého, se zpracují v zařízení, sestávajícím ze zachycovacího zařízení a ze zařízení pro dodávání konstantního proudu kysličníku siřičitého, jak je znázorněno na obr. 1, část A a B. Výsledný kysličník siřičitý se pak přemění na síru ve druhém zařízení, jak znázorněno na obr. 4.

Kouřové plyny, mající teplotu přibližně 390 °C, se přivádějí s prakticky atmosférickým tlakem potrubím 1 a mísí v objemovém poměru asi 65:1 s odpadním plynem ze spalovací pece 55, který se vrací potrubím 56. Teplota tohoto odpadního plynu je přibližně 490 °C a jeho obsah kysličníku siřičitého činí 1,83 obj. %. Současně se asi 5 % kouřových plynů, zpracovaných v reaktoru 2 nebo 2', vrací potrubím 7 do sací strany ventilátoru 6. Tento plyn má teplotu 425 °C a obsahuje přibližně 0,026 obj. % kysličníku siřičitého.

Zbytek zpracovaných odpadních plynů se vede do předehříváče 4 vzduchu pro kotel, odkud pocházejí kouřové plyny, načež se vypouští přes potrubí 2 do komína.

Po nasycení se akceptor regeneruje v reaktoru 2 nebo 2', jak je zakresleno u reaktoru 2'. Toto se provádí tak, že se potrubím 8 přivádí regenerační plyn, obsahující vodík a methan, a zředěný parou přiváděnou potrubím 9, o tlaku 150 kPa a o teplotě 330 °C. Touto regenerací se získá průměrně 29 500 normálních m³/h odpadního plynu o teplotě 425 °C s maximálním obsahem

kysličníku siřičitého 8,25 obj. %. Odpadní plyn z regenerace, získaný tímto způsobem, se vede potrubím 10 přes chladič 11 do kolony 12, kde se odpadní plyn ochladí na teplotu přibližně 40 °C. Takto získaný ochlazený odpadní plyn z regenerace se během období, kdy obsahuje převážně vodík a methan, vede potrubím 13, ventilem 24 a potrubím 25 do spalovací pece 55 a během ostatních období potrubím 13, ventilem 14 a potrubím 15 do kompresoru 16.

První období tvoří přibližně 30 % celkového období regenerace a přestavování. Množství plynu, které prochází kompresorem 16 do kolony 17, je 3 500 normálních m³/h a jeho obsah kysličníku siřičitého kolísá v rozmezí 15 % až 75 %. Nejnižší koncentrace kysličníku siřičitého se naměří v okamžiku, kdy plyn prochází potrubím 15 a neobsahuje prakticky žádný kysličník siřičitý, což je bezprostředně před a po přestavení ventilů 14 a 24, zatímco nejvyšší koncentrace se naměří uprostřed období, během něhož se plyn vede potrubím 15. Během druhého období se přibližně 5 % veškerého plynného proudu přivádí potrubím 22 a ventilem 23 do kompresoru 16.

Během období, kdy ventil 14 je zavřen, se veškeré množství vrací ze zásobníku 19 na plyn potrubím 22. Vstupní tlak kompresoru je 115 kPa, výstupní tlak 400 kPa, teplota na vstupu přibližně 40 °C a teplota na výstupu přibližně 145 °C.

Aby objem zásobníku 19 na plyn mohl být co nejmenší, ochladí se plyn odcházející z kompresoru v koloně 17 na teplotu 40 °C, načež se vede do zásobníku na plyn potrubím 18. Množství plynného proudu, přiváděného do zásobníku 19 na plyn potrubím 18 činí 3 300 normálních m³/h, množství plynu, vedeného přes ventil 21 a potrubím 20 do hořákové komory 71 při konstantním tlaku 220 kPa, činí 2 200 normálních m³/h a jeho koncentrace kysličníku siřičitého kolísá v rozmezí 67 % až 72 %. Tlak v zásobníku na plyn se během provozu mění v rozmezí 260 kPa až 390 kPa. Tlaku 390 kPa se dosáhne v okamžiku, kdy ventil 14 je uzavřen, zatímco tlaku 260 kPa se dosáhne v okamžiku, kdy se ventil 14 opět otevře.

Poněvadž vodní pára se zkondenzuje v koloně 12 a také v koloně 17, je množství vody o teplotě přibližně 80 °C, odčerpávané čerpadlem 27 z kolony 12 potrubím 26 o 21,6 m³/h vyšší, než je množství vody, kterého se použije pro účely chlazení na teplotu přibližně 35 °C ve výměníku 29 tepla. Tento nadbytek horké vody, který obsahuje 0,85 hmot. % kysličníku siřičitého, se vede potrubím 32, ventilem 36 a potrubím 37 do vypuzovací kolony 38, kde se uvolní kysličník siřičitý nízkotlakou parou, přiváděnou v množství 750 kg/h potrubím 40. Uvolněný kysličník siřičitý se vrací potrubím 39 do kolony 12 a voda zbavená kysličníku siřičitého se odvádí potrubím 41 přes čerpadlo 42, ventil 43 a výměník 44 tepla. Větší část chladiwa se přivádí potrubím 28 do výměníku 29 tepla, kde se chladiwo ochladí výměnou tepla s vodou. Po ochlazení se část chladiwa vede potrubím 30 a 31 do kolony 12. Jiná část chladiwa se vede potrubím 32, ventilem 33 a potrubím 34 do kolony 17, kde se jím ochlazuje horký stlačený plyn obsahující kysličník siřičitý, jak výše uvedeno. Po provedeném ochlazení se toto chladiwo vrací potrubím 45, ventilem 46 a potrubím 50 do kolony 12.

Chladiwo, popřípadě přivedené do zásobníku 19 na plyn, tvořeného tlakovou nádobou, nebo v něm zkondenzované se vrací do kolony 12 potrubím 48, ventilem 49 a potrubím 50.

Potrubím 70 se přidává 750 normálních m³/hod. methanu k plynu bohatému kysličníkem siřičitým ze zásobníku na plyn, načež se tato plynná směs, spolu s potřebným množstvím vzduchu přiváděného potrubím 77, spaluje v hořákové komoře 71 tak, že teplota v hořáku je 1 290 °C a plyn odcházející z reakční komory 72 obsahuje 4,2 obj. % sirouhlíku, 3,6 obj. % kysličníku siřičitého a 1,8 obj. % vodíku a kysličníku uhelnatého kromě, mezi jiným, dusíku, kysličníku uhličitého a elementární síry. Z reakční komory 72, která se chladí vodou přiváděnou potrubím 73, se 55 % elementární síry, vzniklé ve spalných plynech, odstraní jako kapalná síra potrubím 75 při současné výrobě 8 100 kg/h páry, která se odvádí potrubím 74.

Uvedený odpadní plyn se vede potrubím 76 do dvou katalytických Clausových zón 58' a 58'', z nichž první je vyplněna katalyzátorem pro redukci kysličníku siřičitého, aby se dosáhlo prakticky úplné konverze vodíku a kysličníku uhelnatého, vzniklých v hořákové komoře

71. Druhá katalytická zóna obsahuje obvyklý Clausův katalyzátor. V těchto zónách se 80 % síru obsahujících složek, dosud přítomných v odpadním plynu, přemění v elementární síru, která se odstraní potrubím 59.

Plyn, odcházející z katalytických zón 58' a 58'', který stále ještě obsahuje sirouhlík, kysličník siřičitý a elementární síru, se vede potrubím 54 do spalovací pece 55, kde se spálí při teplotě 500 °C spolu s 1 300 normálních m³/h topného plynu a s nadbytkem vzduchu, takže veškeré zbývající, síru obsahující složky se přemění v kysličník siřičitý. Nadbytek vzduchu se přivádí potrubím 51, ventilátorem 52 a potrubím 53. Spalné plyny z pece 55 se vrací potrubím 56 do zachycovacího zařízení.

Jakýkoliv případný nadbytek redukčního plynu, kterého není třeba pro regeneraci, se rovněž může přivádět do spalovací pece potrubím 60 a použít jako topný plyn pro spalování. Jakékoliv další palivo, potřebné k tomuto účelu, se může přivádět potrubím 61.

Příklad 2

Kouřové plyny, obsahující 0,14 obj. % kysličníku siřičitého, se zpracují v zařízení zahrnujícím zachycovací zařízení a vyrovnávací zařízení, jak jsou znázorněny na obr. 2 jakožto části A a B. Vyrobený kysličník siřičitý se pak přemění v síru v zařízení znázorněném na obr. 3.

Kouřové plyny o teplotě přibližně 400 °C se přivádějí při prakticky atmosférickém tlaku potrubím 1 a mísí v objemovém poměru přibližně 100:1 s plynem, odcházejícím ze spalovací pece 55, který se vrací potrubím 56. Teplota tohoto plynu je přibližně 500 °C a jeho obsah kysličníku siřičitého činí 0,92 obj. %.

Současně se přibližně 5 % kouřových plynů, zpracovaných v reaktoru 2 nebo 2', vrací potrubím 7 do sací strany ventilátoru 6. Tento plyn má teplotu 420 °C a jeho obsah kysličníku siřičitého činí přibližně 0,015 obj. %.

Po nasycení se akceptor regeneruje v reaktoru 2 nebo 2', jak je to znázorněno u reaktoru 2'. Toto se provádí tak, že se potrubím 8 přivádí regenerační plyn zředěný parou a obsahující vodík, kysličník uhličitý a stopy methanu, kysličník uhelnatý a dusík, o tlaku 150 kPa a teplotě 300 °C. Touto regenerací se získá 9 700 normálních m³/h jako průměrné množství odcházejícího plynu s maximálním obsahem kysličníku siřičitého 8,35 obj. %, a s teplotou 420 °C. Takto získaný plyn, odcházející z regenerace, se odvádí potrubím 10 přes chladič 11 do kolony 12, kde se dále ochlazuje na 40 °C.

Odtud se ochlazený plyn z regenerace, získaný popsáním způsobem, odvádí během období, kdy obsahuje převážně vodík a kysličník uhličitý, přes ventil 24 potrubím 25 do spalovací pece 55, a během ostatních období přes ventil 14 potrubím 15 do kompresoru 16. První období tvoří přibližně 37,5 % z celkového období regenerace a přestavování. Množství plynu, které prochází kompresorem 16 do kolony 17, činí 1 610 normálních m³/h a jeho obsah kysličníku siřičitého je v rozmezí 10 % až 55 %.

Nejnižší koncentrace kysličníku siřičitého se naměří v okamžiku, kdy plyn prochází potrubím 15 a neobsahuje prakticky žádný kysličník siřičitý, což je bezprostředně před a po přestavení ventilů 14 a 24, zatímco nejvyšší koncentrace se dosáhne uprostřed období, během něhož se plyn vede potrubím 15. Během tohoto druhého období se přibližně 5 % veškerého plynného proudu přivádí do kompresoru potrubím 22 přes regulační ventil 23. Během období, kdy ventil 14 je uzavřen, se veškeré množství vrací potrubím 22 ze zásobníku 19 na plyn. Vstupní tlak kompresoru je 115 kPa, výstupní tlak je 0,4 MPa, teplota na vstupu přibližně 40 °C a teplota na výstupu přibližně 150 °C.

Plyn, odcházející z kompresoru se ochladí na teplotu 40°C v koloně 17 a pak se vede potrubím 18 do spodní části 19a zásobníku 19 na plyn.

Množství plynného proudu, přiváděného potrubím 18 do zásobníku na plyn, činí $1\,540$ normálních m^3/h , a množství plynu, vedeného za tlaku $3,5$ at přes ventil 21 potrubím 20 do reaktoru 63 pro katalytickou redukci kyslíčnicku siřičitého, činí 910 normálních m^3/h a jeho koncentrace kyslíčnicku siřičitého kolísá v rozmezí 43 až 47% . Aby se tlak v dolní části zásobníku na plyn udržel konstantní během období, kdy ventil 14 je uzavřen, přivádí se voda z horní části 19b potrubím 81, ústícím pod hladinu 80 kapaliny, přes ventil 82 a potrubí 83 do dolní části zásobníku v množství $258\text{ m}^3/\text{h}$; během období, kdy ventil 14 je otevřen, čerpá se voda z dolní části potrubím 48 přes čerpadlo 84, potrubí 85, ventil 86 a potrubí 87 do horní části v množství $158\text{ m}^3/\text{h}$. Poněvadž vodní pára zkondenzuje v koloně 12 a též v koloně 17, zbaví se nadbytek chladicí vody, nasycené kyslíčnickem siřičitým, vypuzením kyslíčnicku siřičitého a odstraní se, jak popsáno v příkladu 1.

Chladivo, případně přiváděné do dolní části nebo v ní kondenzující a zvyšující objem vody, cirkulující mezi horní a dolní částí, se vrací do kolony 12 potrubím 50 přes ventil 49.

$1\,300$ normálních m^3/h redukčního plynu o teplotě 300°C , obsahujícího jako aktivní složky převážně vodík a kyslíčnick uhlíkatý, se přidává potrubím 62 k plynu, přicházejícímu ze zásobníku 19 na plyn a poté vedenému do trubkového reaktoru 63.

Plynná směs prochází tímto reaktorem rychlostí 500 normálních l plynu/h/litr katalyzátoru, přičemž se dvě třetiny přítomného kyslíčnicku siřičitého přemění na sirovodík, z něhož 82% reagují dále s dosud přítomným kyslíčnickem siřičitým za vzniku elementární síry, která se odstraňuje v kapalně formě potrubím 59, dříve než se plynná směs přivádí potrubím 64 do Clausova zařízení 58 pro další konverzi. Katalyzátorem použitým v reaktoru 63 je sulfidovaný katalyzátor, tvořený soustavou $\text{Co/Mo/Al}_2\text{O}_3$. Během redukce kyslíčnicku siřičitého vzniká velké množství tepla, kterého se použije k přeměně napájecí vody do kotle, přiváděné potrubím 68, kterážto napájecí voda se po přehřátí v nádobě 66 přivádí potrubím 67 do reaktoru 63, ve vysokotlakou páru o tlaku 7 MPa .

Z reaktoru 63 se odvádí pára parovodem 65 a v nádobě 66 se zbaví stržené vody. Množství vyrobené suché páry, odcházející z nádoby 66 potrubím 69, činí $1\,370\text{ kg/h}$ 88% sloučenin síry, dosud přítomných v plynu, odcházejícím z redukčního reaktoru, kterýžto plyn mezi jiným dosud obsahuje $2,6$ obj. % sirovodíku a $1,3$ obj. % kyslíčnicku siřičitého, se přemění v elementární síru v Clausově zařízení 58. Plyn odcházející z tohoto Clausova zařízení, který mimo jiné obsahuje sirovodík, kyslíčnick siřičitý a elementární síru, se spaluje s nadbytkem vzduchu a palivovým plynem, jak je popsáno v příkladu 1, načež se vrací do zachycovacího zařízení.

Příklad 3

Kouřové plyny, obsahující $0,135$ obj. % kyslíčnicku siřičitého, se zpracují v zařízení zahrnujícím zachycovací zařízení a vyrovnávací zařízení, jak je znázorněno na obr. 1 jakožto části A a B, načež se přivádějí do zařízení na výrobu kyseliny sírové, jakožto druhého zařízení.

Kouřové plyny o teplotě přibližně 400°C se přivádějí potrubím 1 a mísí se v objemovém poměru přibližně $60:1$ s plynem, odcházejícím ze spalovací pece 55; teplota tohoto plynu je přibližně 500°C a jeho obsah kyslíčnicku siřičitého činí $0,83$ obj. %.

Po nasycení se akceptor regeneruje v reaktorech 2 anebo 2', jak je to znázorněno v reaktoru 2'. Toto se provádí tím, že se potrubím 8 přivádí regenerační plyn zředěný párou a získaný částečným spálením ropy se vzduchem a obsahující mezi jiným 20% ($\text{H}_2 + \text{CO}$), 41% ($\text{N}_2 + \text{CO}_2$) a 38% H_2O , o tlaku 150 kPa a teplotě 400°C . Touto regenerací se průměrně získá $9\,800$

normálních m^3/h plynu s maximálním obsahem kysličníku siřičitého 8,3 obj. % a o teplotě 420 °C.

Tento plyn, získaný regenerací se zpracuje ve vyrovnávacím zařízení způsobem popsaným v příkladu 1, přičemž však množství plynu jsou různá. Tak například množství plynu, které prochází kompresorem 16 a kolonou 17 do zásobníku 19 na plyn, činí 4 960 normálních m^3/h a jeho obsah kysličníku siřičitého kolísá v rozmezí od 5 % do 18 %.

Množství plynu, které prochází potrubím 20 ze zásobníku 19 na plyn, činí 3 125 normálních m^3/h a jeho obsah kysličníku siřičitého se mění v rozmezí 13,2 až 14,3 %. Tento plyn se vede do obvyklého zařízení pro výrobu kyseliny sírové katalytickou oxidací kysličníku siřičitého na kysličník sírový a absorpcí v roztoku kyseliny sírové.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob odstraňování kysličníků síry z plynů nebo směsí plynů zachycováním kysličníků síry na tuhých akceptorech s periodickou regenerací těchto akceptorů, v kombinaci s následnou o sobě známou konverzí kysličníku siřičitého, přičemž zachycovací stupeň zahrnuje nejméně dva reakční stupně, kterých se střídavě používá pro zachycování kysličníků síry a následnou regeneraci nasycených akceptorů, čímž se získá odpadní plyn z regenerace o kolísajícím obsahu kysličníku siřičitého, a kde odpadní plyn z regenerace se ochladí a odděluje od zkondenzované vody takto vzniklé, vyznačující se tím, že se ochlazený odpadní plyn z regenerace odstraňuje, kdykoliv obsah kysličníku siřičitého je nulový nebo prakticky nulový a v ostatních obdobích se stlačuje a skladuje za tlaku v plynné formě v zásobníku, ze kterého se zavádí konstantní nebo skoro konstantní proud kysličníku siřičitého k dalšímu chemickému zpracování kysličníku siřičitého, přičemž v obdobích, kdy obsah kysličníku siřičitého v plynu odcházejícím z regenerace je nulový nebo prakticky nulový, se proud plynu obsahující kysličník siřičitý ze zásobníku popřípadě nasává, stlačuje a zavádí opět do zásobníku.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že ochlazený plyn odcházející z regenerace se stlačuje na tlak v rozmezí 0,1 až 1,0 MPa, s výhodou 0,2 až 0,6 MPa.

3. Způsob podle bodu 1 nebo 2, vyznačující se tím, že plyn odcházející z regenerace se opět ochladí před skladováním v zásobníku plynu.

4. Způsob podle některého z bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že se pro stlačování nasává doplňkový proud kysličníku siřičitého ze zásobníku plynu, kterýžto doplňkový proud představuje asi 1 až 10 % celkového objemu plynu, který se má stlačit.

5. Způsob podle některého z bodů 1 až 4, vyznačující se tím, že plyn, odcházející z regenerace, se po stlačení přivádí do zásobníku plynu o konstantním objemu.

6. Způsob podle některého z bodů 1 až 4, vyznačující se tím, že plyn, odcházející z regenerace, se po stlačení přivádí do zásobníku plynu, v němž se udržuje konstantní tlak.

7. Způsob podle bodu 6, vyznačující se tím, že tlak se udržuje konstantním změnou hladiny kapaliny v zásobníku plynu.

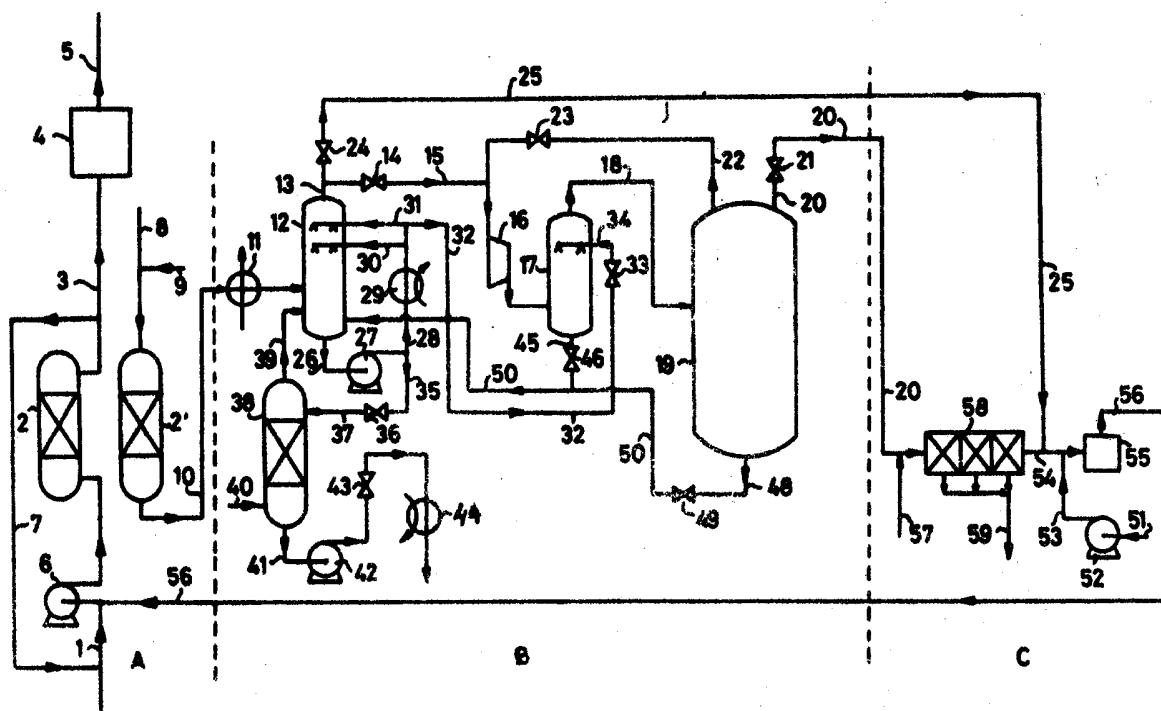
8. Způsob podle bodu 7, vyznačující se tím, že zásobník plynu zahrnuje dva oddělené prostory, mezi nimiž cirkuluje kapalina k udržení tlaku v jednom z těchto prostorů na konstantní hodnotě.

9. Způsob podle některého z bodů 1 až 8, vyznačující se tím, že se ochlazený plyn, odcházející z regenerace, ve kterém obsah kysličníku siřičitého je nulový nebo skoro nulový, odstraňuje spalováním.

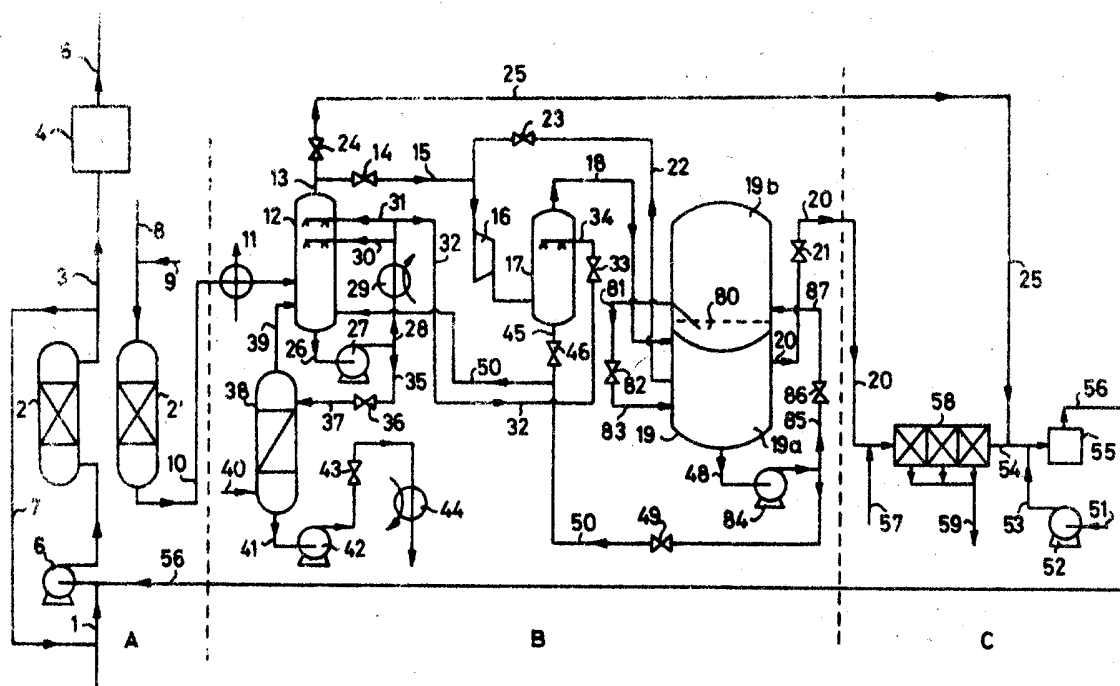
10. Zařízení k provádění způsobu podle bodů 1 až 9, pro čištění plynů obsahujících kysličníky síry a k převedení těchto kysličníků síry na kyselinu sírovou nebo elementární síru, kteréžto zařízení zahrnuje zařízení pro pohlcování kysličníků síry na tuhém akceptoru, sestávající nejméně ze dvou reaktorů, dále zařízení pro poskytování konstantního proudu plynného kysličníku siřičitého, a zařízení pro konverzi kysličníku siřičitého, vyznačující se tím, že zařízení pro poskytování konstantního proudu kysličníku siřičitého zahrnuje kompresor, chladič a zásobník plynu tvořený tlakovou nádobou, přičemž sací strana kompresoru je přímo nebo nepřímo spojena s výpustí odpadního plynu, odcházejícího po regeneraci ze zařízení pro zachycování kysličníků síry a obsahujícího kysličník siřičitý, a výstupní strana kompresoru je spojena se vstupem do chladiče, zatímco vstup do zásobníku plynu tvořeného tlakovou nádobou je spojen s výstupem z chladiče a výpust plynu ze zásobníku plynu tvořeného tlakovou nádobou, je přímo nebo nepřímo spojena se vstupem do zařízení pro konverzi kysličníku siřičitého.

11. Zařízení podle bodu 10, vyznačující se tím, že druhá výpust ze zásobníku plynu tvořeného tlakovou nádobou je spojena se sacím vstupem kompresoru.

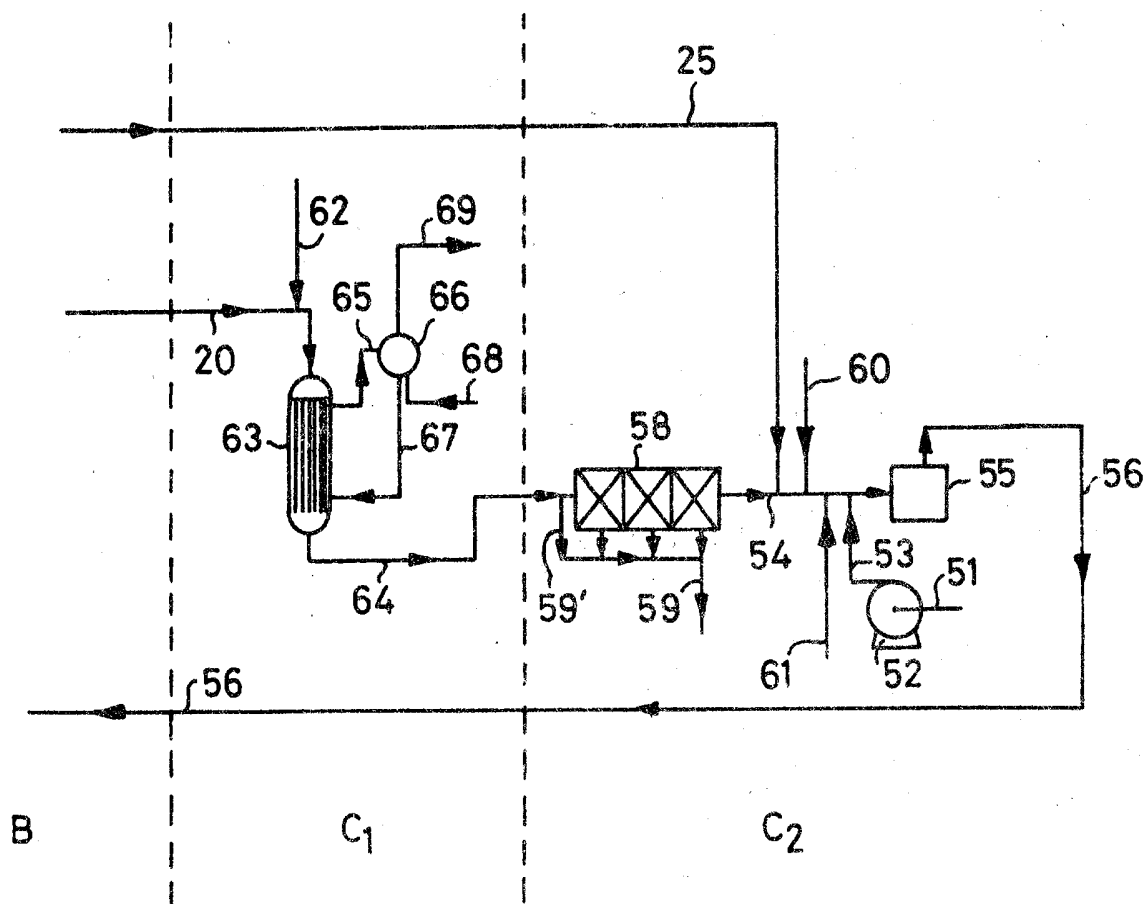
4 listy výkresů



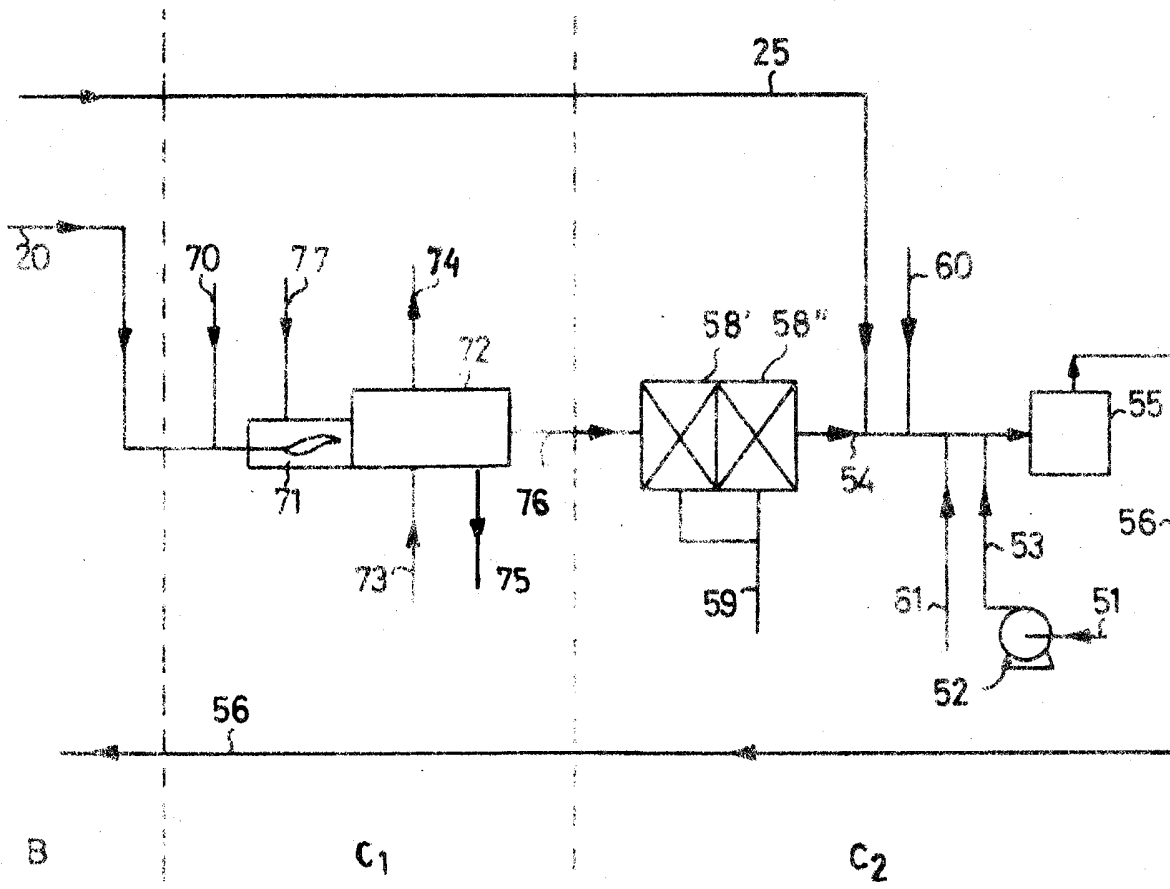
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4