



FEDERÁLNÍ ÚŘAD  
PRO VYNÁLEZY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

267 710

(21) PV 9054-86.S  
(22) Přihlášeno 09 12 86

(40) Zveřejněno 12 07 89  
(45) Vydáno 02 07 90

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>  
C 01 B 17/80

(75)

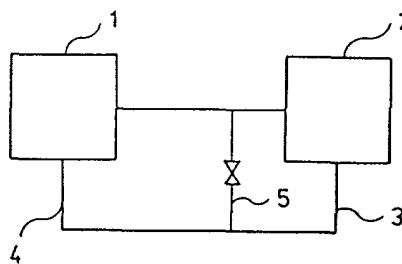
Autor vynálezu

ČERMÁK FRANTIŠEK, ing.,  
POŽIVIL JAROSLAV, ing. CSc.,  
BARTEL VLASTIMIL, ing.,  
JANKOVEC JAN, ing., PRAHA  
LUKEŠ JAROSLAV, ing., NERATOVICE,  
FOREJT ANTONÍN, ing., PRAHA

(54)

Zapojení strojně technologických aparátů  
při výrobě kyseliny sírové

(57) Zapojení strojně technologických aparátů při výrobě kyseliny sírové, u kterého je zdroj tepla spojen s alespoň jedním spotřebičem spojeným svým výstupem do zdroje tepla. Zdroj tepla je tvořen vloženým absorbérem se směšovačem vloženého absorbéru a/nebo koncovým absorbérem se směšovačem koncového absorbéru a/ nebo sušičovým absorbérem se směšovačem sušičového absorbéru. Spotřebič je tvořen alespoň jedním výměníkem tepla. Mezi vstup do spotřebiče a výstup ze spotřebiče ke zdroji tepla může být výhodně zapojen obtok.



Obr. 1

Vynález se týká zapojení strojné technologických aparátů při výrobě kyseliny sírové, kdy se řeší využívání odpadního tepla.

Nejvýznamnějším zdrojem tepla při výrobě kyseliny sírové jsou chemické reakce - spalování siřné suroviny, nejčastěji síry a oxidace oxidu siřičitého na oxid sírový. Teplo se uvolňuje i při různých fyzikálně-chemických procesech - při sušení vzduchu kyselinou sírovou, při absorpci oxidu sírového v kyselině sírové a při zředění kyseliny sírové. Konečně se teplo produkuje i při některých fyzikálních operacích, např. turbodmychadlo se ohřívá při kompresi vzduchu pro spalování síry. Jak je z výčtu zřejmé, uvolňuje se teplo na různých teplotních úrovních a při různých podmínkách z hlediska výkonu, stavu teplonosného media a koroze zařízení. Proto se stupeň využití tepla ve výrobních kyselině sírové liší a obsahuje obvykle 55-60% všeho uvolňovaného tepla. Toto využití tepla se obvykle realizuje ve formě vysokotlaké páry.

Reakční tepla spalování síry a oxidace  $\text{SO}_2$  se obvykle využívají k výrobě páry. Parní kotel se instaluje bezprostředně za pec na spalování síry, nejčastěji jako jeden konstrukční celek s pecí. Prazhý plyn obvykle dosahuje teploty  $900-1200^\circ\text{C}$  podle koncentrace  $\text{SO}_2$  v plynu a předehřátí vzduchu na spalování síry. V parním kotli je ochlazován na  $400-460^\circ\text{C}$  podle potřebné vstupní teploty plynu do kontaktního reaktoru. Reakční teplo oxidace  $\text{SO}_2$  se odebírá plynu za jednotlivými etážemi reaktoru. K chlazení reakčního plynu se používají další sekce parního kotle, přehříváky páry nebo ekonomizéry k předehřátí napájecí vody pro parní kotel, popř. výměníky k předehřátí vzduchu potřebného ke spalování síry a v systému vložené absorpce výměníky, ve kterých se ohřívá konverzní plyn před opětovným vstupem do kontaktního reaktoru. Uvolněné teplo se tedy opět využije k výrobě páry. Nevyužívá se však všechno, protože reakční plyn nelze ochladit pod teplotu, kdy nastává kondenzace kapiček kyseliny sírové, resp. olea a tudíž koroze zařízení. Teplota kondenzace kapalně fáze není podle technologických podmínek obvykle vyšší než  $110^\circ\text{C}$ . S ohledem na konstrukci a zapojení aparátů se plyn ochlazuje obvykle na  $140-220^\circ\text{C}$ . Zbytek reakčního tepla se zachycuje v absorpčních věžích a odvádí se kyselinou sírovou. V uzlu absorpce oxidu sírového a sušení vzduchu, popř. oxidu siřičitého, se kromě toho uvolňuje další teplo reakční, absorpční a zředovací.

Zásadní obrat ve zvyšování energetické účinnosti výroby kyseliny sírové představuje využívání odpadního tepla z absorpčních okruhů, jak řeší čs. AO č. 204517. Tím je možno zdvihnout stupeň využití tepla z obvyklých 55-60% na 80-90% všeho uvolňovaného tepla. U technologie vložené absorpce se nejvíce tepla uvolňuje ve vloženém absorberu, potom v koncovém, relativně málo tepla se uvolňuje v sušicovém, popř. v olejovém absorberu.

Využívání odpadního tepla absorpčních okruhů je podmíněno řešením celé řady problémů - instalací vhodných kompaktních výměníků (jako uzavřených chladičů), jejich zapojením tak, aby nebyl ohrožen technologický režim výroby kyseliny sírové, a aby se přitom minimalizovala teplosměnná plocha a dále existencí vhodného odběratele ohřáté vody. Pod pojmem kompaktní chladiče se rozumí uzavřené výměníky typu kapalina - kapalina, resp. kyselina sírová - voda. Dosud nejrozšířenější sprchové litinové chladiče, popř. vzduchové chladiče jsou nevhodné. V současné době jsou už kompaktní chladiče ekonomicky celkově výhodnější, i když se teplo nevyužívá a navíc zabírají méně místa. Z kompaktních chladičů se k ohřívání vody používají zejména deskové chladiče, trubkové chladiče s anodovou ochranou a trubičkové svazkové chladiče z teflonu. Používá se různě vysoká maximální přípustná teplota kyseliny 90 až  $160^\circ\text{C}$ .

Důležitou otázkou, která rozhoduje o ekonomické efektivnosti získávání oteplených vod z uzlu sušení a absorpce, jsou možnosti jejího dalšího využívání. Nejvýhodnější je, pokud je potřeba přímo v technologických zařízeních chemického kombinátu - např. v oblasti podnikové energetiky, ve výrobě stříže, apod. Poměrně rozšířené je její využívání k vytápění, ať už v chemickém podniku či celých měst. Rozšířené je rovněž vytápění skleníků.

Chlazení kyselin se podle AO č. 204517 provádí tak, že kyseliny ohřáté v absorpčních okruzích se vedou do vhodných výměníků tepla a dále na dochlazení do chladicí věže. Toto řešení má přes své nesporné výhody - umožňuje zásadně využívat odpadní teplo i z absorpčních okruhů při dostatečně vysokých teplotních hladinách - i určité nevýhody: teplo se nevyužije v maximální možné míře, jeho zbytek se odebírá v chladicí věži, kde odchází bez užitku do ovzduší. Chladicí věž vyžaduje jednak provozní náklady (doplňování odpařené chladicí vody, doplňování chemikálií na úpravu vody, spotřeba elektrické energie na přečerpávání vody) a jednak nemalé investiční náklady.

Uvedené nedostatky odstraňuje zapojení strojné technologických aparátů při výrobě kyseliny sírové podle vynálezu, které spočívá v tom, že zdroj tepla je spojen s alespoň jedním spotřebičem spojeným svým výstupem se vstupem zdroje tepla. Mezi vstup do spotřebiče a výstup ze spotřebiče ke zdroji tepla je s výhodou zapojen obtok. Zdroj tepla je přitom tvořen výhodně vloženým absorbérem a směšovačem vloženého absorbéru a/ nebo sušičovým absorbérem a směšovačem sušičového absorbéru a/ nebo koncovým absorbérem a směšovačem koncového absorbéru. Zdroj tepla může být tvořen rovněž absorbérem se směšovačem vestavěným ve své dolní části.

Spotřebič je tvořen s výhodou nejméně jedním výměníkem tepla, které mohou být zapojeny za sebou nebo vedle sebe. Spotřebič je dále spojen s vedením ohřívání vody, kterou lze použít k vytápění měst, podniků, skleníků, k technologickým ohřevům, například ve výrobě stříže aj.

Výhodné provedení zapojení podle vynálezu je například toto:

Zdroj tepla tvořený vloženým absorbérem se směšovačem vloženého absorbéru je spojen s prvním spotřebičem tvořeným první baterií výměníků tepla (např. 3 a více) uspořádaných vedle sebe. První spotřebič je spojen dále s druhým a třetím spotřebičem, které jsou tvořeny další baterií výměníků tepla (jeden, dva nebo více) uspořádaných vedle sebe. První spotřebič, ve kterém se předává největší množství tepla je spojen s potrubím pro první ohřívanou vodu, druhý spotřebič s potrubím pro druhou ohřívanou vodu a třetí spotřebič s potrubím pro třetí ohřívanou vodu. První ohřívání má nejvyšší teplotu, a proto je určena zejména k vytápění města a popřípadě podniku. Druhá a třetí ohřívání s teplotou nižší se použije například pro zemědělské účely (vytápění skleníků), ve výrobě stříže apod.

Další zdroj tepla tvořený koncovým absorbérem a směšovačem koncového absorbéru ve kterých se uvolňuje méně tepla než ve vloženém absorbéru se směšovačem, je spojen se dvěma výměníky uspořádanými za sebou. Mezi vstup do druhého výměníku a obvod z druhého výměníku je zapojen obtok, přičemž první výměník je spojen s potrubím pro první ohřívanou vodu a druhý je spojen s vedením pro druhou ohřívanou vodu.

Další zdroj tepla je tvořen sušičovým absorbérem a směšovačem sušičového absorbéru, ve kterých se uvolňuje nejméně tepla a je spojen s výměníkem tepla spojeným s vedením druhé ohřívání vody, přičemž mezi vstup do výměníku a výstup z výměníku je zapojen obtok.

Počet spotřebičů, resp. výměníků tepla, jakož i jejich zapojení a počet zdrojů tepla se může podle potřeby měnit, např. podle velikosti výměníků, velikosti zdrojů

tepla a typu spotřebičů.

Zapojení podle vynálezu umožňuje v prvé řadě pružně využít veškeré teplo chlazených kyselin ve vazbě na různorodé uživatelské požadavky včetně různých teplotních hladin oteplené vody. Další výhoda spočívá v úspoře investičních a provozních nákladů (čiřená voda, chemikálie na úpravu vody, elektrická energie) na chladicí věž, ve které by se kyseliny dochlazovaly. Vedle přímé úspory na energetických zdrojích dochází k omezení znečišťování ovzduší, protože odpadá spalování tuhých či kapalných paliv, které jsou nejvýznamnějším zdrojem znečišťování ovzduší.

Zapojení podle vynálezu je dále blíže objasněno na výkresu a příkladu provedení. Ve výkresu znázorňuje obr. 1 obecné schema zapojení strojně technologických aparátů a obr. 2 zobrazuje konkrétní příklad zapojení několika zdrojů tepla a spotřebičů tvořených výměníky tepla.

Podle obr. 1 je zdroj tepla 1 spojen s alespoň jedním spotřebičem 2 spojeným svým výstupem 3 se vstupem 4 do zdroje tepla 1. Mezi vstup do spotřebiče 2 a výstup ze spotřebiče 2 ke zdroji tepla 1 je zapojen obtok 5.

Podle obr. 2 je jeden zdroj tepla 1 (obr. 1) tvořen sušičovým absorbérem 6 a směšovačem sušičového absorbérů 7 a je spojen potrubím 8 s výměníkem tepla 9, který je spojen s vedením druhé ohřívané vody 10. Mezi vstup do výměníku 9 a výstup je zapojen obtok 11.

Druhý zdroj tepla je tvořen koncovým absorbérem 12 a směšovačem 13 koncového absorbérů a je spojen potrubím 14 se dvěma výměníky 15, 16, uspořádanými za sebou. Mezi vstup do druhého výměníku 16 a obvod z tohoto výměníku 16 je zapojen obtok 17. První výměník 15 je spojen s vedením první ohřívané vody 18 a druhý výměník 16 je spojen s vedením druhé ohřívané vody 10.

Třetí zdroj tepla je tvořen vloženým absorbérem 19 (obr. 2) se směšovačem 20 vloženého absorbérů a je spojen potrubím 21 se třemi výměníky tepla 22, 23, 24 uspořádanými vedle sebe. Tyto výměníky 22, 23, 24 jsou dále spojeny potrubím 25 se čtvrtým výměníkem 26, pátým výměníkem 27 a šestým výměníkem 28, uspořádanými vedle sebe. První tři výměníky 22, 23, 24 jsou spojeny s vedením první ohřívané vody 18, čtvrtý výměník 26 je spojen s vedením druhé ohřívané vody 10 a pátý a šestý výměník 27, 28 s vedením třetí ohřívané vody 29. Mezi potrubím 25 a výstupní potrubím 30 z výměníků 26, 27, 28 je zapojen obtok 31.

První ohřívaná voda s nejvyšší teplotou je vhodná pro vytápění měst. Druhá a třetí ohřívaná voda s teplotou nižší než má první ohřívaná voda se používá např. pro technologické ohřevy v chemickém kombinátu (výroba stříže apod.), pro zemědělské účely (vytápění skleníků aj.) apod.

#### Příklad

V daném příkladu se uvažuje výroba kyseliny sírové ze síry, která pracuje technologií dvojité konverze.

Technologický uzel sušení a absorpce je ve výrobě kyseliny sírové pracující technologií dvoustupňové oxidace tvořen sušičovým, vloženým, v případě výroby olea též oleovým a koncovým okruhem, ve kterých cirkuluje kyselina. Kyselina v absorbéru a směšovačích se ohřívá teplem slučovacím, teplem absorpčním a teplem zředovacím. V sušičovém okruhu cirkuluje 149 kg/s kyseliny, která se ohřívá na 63,5°C. Ve výměníku se musí z technologických důvodů ochladit na 53°C. V koncovém okruhu cirkuluje rovněž 149 kg/s kyseliny, která se ohřívá na 98 °C. V daném příkladu je třeba ji před vstupem do absorpční věže ochladit na 72°C. Ve vloženém absorpčním okruhu cirkuluje 296 kg/s

kyseliny. Ohřívá se teplem slučovacím, absorpčním a zředovacím na  $100^{\circ}\text{C}$ , potom se musí ochladit na  $65^{\circ}\text{C}$ . Teplo se kyselinám odebírá ve výměnících tepla, kde ohřívá vodu k dalšímu použití.

K chlazení kyselin se používá devět trubkových výměníků s jedním chodem v mezi-trubkovém prostoru a dvěma schody v trubkách. Mezitrubkovým prostorem proudí samospádem kyselina sírová, trubkami je čerpána chladicí voda. Výměníky jsou opatřeny anodovou ochranou proti korozi. Podle druhu použití a úrovně ohřevu se z důvodů koroze a technologických používá voda různé kvality.

Výměníky jsou v daném případě zapojeny tak, aby se teplo produkované v absorbérech a směšovačích využilo v maximální možné míře a přitom se vyhovělo potřebám odběratelů ohřáté vody.

Kyselina, která se ohřívá v sušičovém absorbéru 6 a ve směšovači sušičového absorbéru 7 se vede podle vynálezu do výměníku 2, kde svým teplem ohřívá druhou ohřívá-nou vodu. Z výměníku postupuje ochlazená kyselina do předlohy sušičového absorbéru odkud se čerpá do sušičového absorbéru 6.

Kyselina, která se ohřívá v koncovém absorbéru 12 a ve směšovači koncového absorbé-ru 13 se vede podle vynálezu do výměníku 15, kde ohřívá demineralizovanou vodu do vedení první ohřívá-né vody a dále do výměníku 16, kde ohřívá druhou vodu. Výměním 16 postupuje ochlazená kyselina do předlohy koncového absorbéru, odkud se čerpá do koncového absorbéru 12.

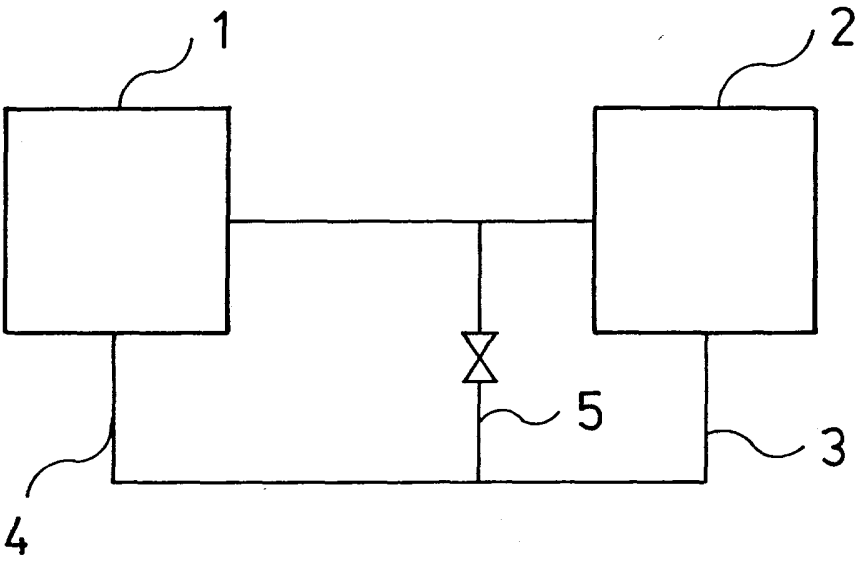
Kyselina, která se ohřívá ve vloženém absorbéru 19 a ve směšovači vloženého absorbéru 20 se vede podle vynálezu do tří paralelních výměníků 22, 23, 24, kde ohřívá demineralizovanou první vodu. Kyselina z výměníků 22, 23, 24 postupuje dále do tří paralelních výměníků 26, 27, 28. Ve výměníku 26 ohřívá svým teplem druhou vodu, ve výměnících 27 a 28 třetí vodu. Z výměníků se kyselina vede do předlohy vloženého absorbéru, odkud se čerpá do vloženého absorbéru 19.

Pro údaje uvedené v příkladě se ohřívá první voda (například k vytápění města) cca na  $81^{\circ}\text{C}$ , druhá voda s výhodou pro zemědělské účely cca na  $51^{\circ}\text{C}$ , třetí voda například pro výrobu stříže cca na  $54^{\circ}\text{C}$ . V letním období se získá okolo 12 MW tepla pro první vodu (kolem 10 MW v zimě), kolem 6,8 MW pro druhou vodu (zhruba 8,1 MW v zimě) a cca 5,3 MW pro třetí vodu (kolem 6 MW v zimě), celkem okolo 24,1 MW.

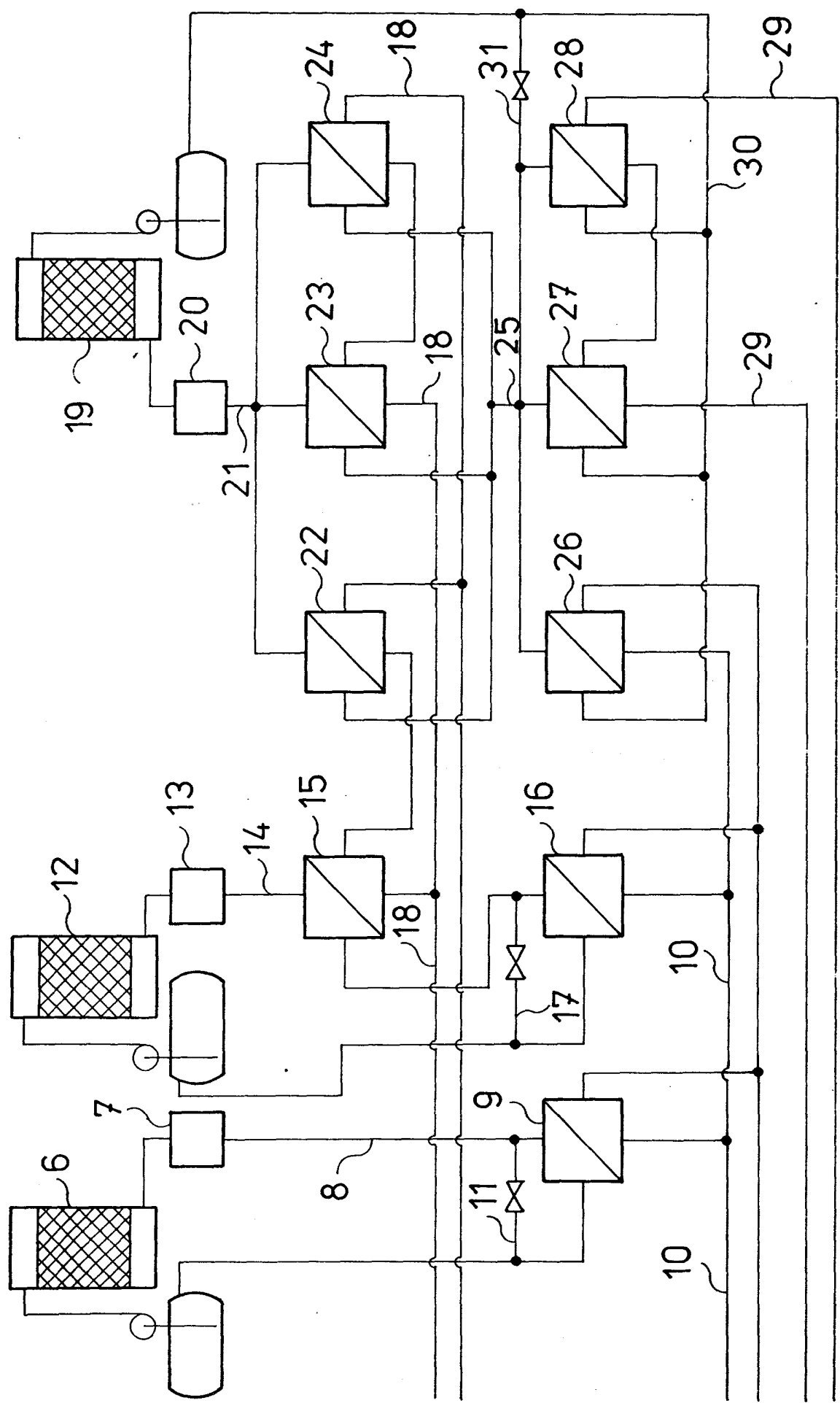
CS 267 710 B1

## PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zapojení strojně technologických aparátů při výrobě kyseliny sírové vyznačené tím, že zdroj tepla (1) je spojen s alespoň jedním spotřebičem (2) spojeným svým výstupem (3) se vstupem (4) do zdroje tepla (1).
2. Zapojení podle bodu 1 vyznačené tím, že zdroj tepla (1) je tvořen sušičovým absorbérem (6) a směšovačem sušičového absorbérů (7).
3. Zapojení podle bodů 1 nebo 1 a 2, že zdroj tepla (1) je tvořen koncovým absorbérem (12) a směšovačem (13) koncového absorbérů.
4. Zapojení podle kteréhokoli z předchozích bodů vyznačené tím, že zdroj tepla (1) je tvořen vloženým absorbérem (19) a směšovačem (20) vloženého absorbérů.
5. Zapojení podle kteréhokoli z předchozích bodů vyznačené tím, že zdroj tepla je tvořen absorbérem, který má ve své dolní části vestavěný směšovač.
6. Zapojení podle bodů 1 až 5 vyznačené tím, že spotřebič (2) je tvořen nejméně jedním výměníkem tepla.
7. Zapojení podle bodů 1 až 6 vyznačené tím, že spotřebič (2) je tvořen alespoň dvěma za sebou zapojenými výměníky.
8. Zapojení podle bodů 1 až 7 vyznačené tím, že spotřebič (2) je tvořen alespoň dvěma výměníky uspořádanými vedle sebe.
9. Zapojení podle bodů 1 až 8 vyznačené tím, že mezi vstup do spotřebiče (2) a výstup ze spotřebiče (2) ke zdroji tepla (1) je zapojen obtok (5).
10. Zapojení podle bodů 1 až 9 vyznačené tím, že spotřebič (2) je spojen s vedením ohřívání vody (10, 18, 29).
11. Zapojení podle bodu 1 vyznačené tím, že zdroj tepla (1) tvořený vloženým absorbérem (19) a směšovačem (20) vloženého absorbérů je spojen s prvním spotřebičem tvořeným baterií výměníku tepla, tvořenou například třemi výměníky tepla (22, 23, 24) uspořádanými vedle sebe, spojeným jednak s druhým spotřebičem tvořeným druhou baterií výměníku tepla obsahující například jeden výměník tepla (26) a jednak se třetím spotřebičem tvořeným třetí baterií výměníku tepla sestávající s výhodou ze dvou výměníku tepla (27, 28) uspořádanými vedle sebe, přičemž první spotřebič je spojen s vedením první ohřívání vody (18), druhý spotřebič je spojen s vedením druhé ohřívání vody (10) a třetí spotřebič je spojen s vedením třetí ohřívání vody (29) a mezi výstup z prvního spotřebiče a výstupy z druhého a třetího spotřebiče je zapojen obtok (31).
12. Zapojení podle bodu 1 nebo 1 a 11 vyznačené tím, že zdroj tepla (1) tvořený koncovým absorbérem (12) a směšovačem (13) koncového absorbérů je spojen se dvěma výměníky (15, 16) uspořádanými za sebou, mezi vstup do druhého výměníku (16) a odvod z druhého výměníku (16) je zapojen obtok (17), přičemž první výměník (15) je spojen s vedením první ohřívání vody (18) a druhý je spojen s vedením druhé ohřívání vody (10).
13. Zapojení podle bodu 1 nebo 1, 11 a 12 vyznačené tím, že zdroj tepla (1) tvořený sušičovým absorbérem (6) a směšovačem (7) sušičového absorbérů je spojen s výměníkem (9) spojeným s vedením druhé ohřívání vody (10), přičemž mezi vstup do výměníku (9) a výstup z výměníku (9) je zapojen obtok (11).



Obr. 1



Obr. 2