ČESKOSLOVENSKÁ SOCIALISTICKÁ REPUBLIKA
(19)

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

196380
(11) (B2)

(51) Int. Cl.[3]
C 01 B 7/03

(22) Přihlášeno 02 08 77
(21) (PV 5125-77)

(32) (31) (33) Právo přednosti od 04 08 76
(P 26 34 959.7)
Německá spolková republika

(40) Zveřejněno 29 06 79

(45) Vydáno 15 03 83

(72)
Autor vynálezu OPITZ WOLFGANG dr. a
HENNEN HANS, HÜRTH (NSR)

(73)
Majitel patentu HOECHST AKTIENGESELLSCHAFT, FRANKFURT/M. (NSR)

(54) Způsob kontinuálního získávání kyseliny solné

1

Vynález se týká způsobu kontinuálního zíkávání kyseliny solné s obsahem HCl mezi 20 a 36 %, který zůstává stejný, odstraňováním chlorovodíku ze spalných plynů, přičemž se horké spalné plyny prudce chladí již získanou kyselinou solnou. Všechny procentuální údaje se rozumí jako % hmotnostní, pokud výslovně není uvedeno něco jiného.

Německý patentový spis DE 1 228 232 popisuje způsob ničení tekutých chlorovaných uhlovodíkových zbytků s rozdílným obsahem chloru spalováním, při kterém se získávají spaliny prosté sazí a chloru, stejně jako kyselina solná. Spalné plyny opouštějí pec o teplotě asi 600 °C a ve spalinovém potrubí se prudce chladí vodou nebo asi 20% kyselinou solnou asi na 100 °C, přičemž dochází k částečné kondenzaci, popřípadě absorpci chlorovodíku obsaženého ve spalných plynech. Po ochlazení asi na 20 °C se vysráží asi 35% kyselina solná. Spalné plyny obsahující ještě chlorovodík se zkrápějí v absorpční věži s vodou nebo kyselinou solnou, přičemž se sráží další asi 35 kyselina solná. Vyprané spalné plyny se v dále zařazené věžové pračce ještě jednou propírají vodou, přičemž odchází asi 20% kyselina solná, která se používá částečně k

2

prudkému ochlazení spalných plynů a ke zkrápění absorpční věže.

Způsob podle německého patentu DE č. 1 228 232 však není vhodný ke kontinuálnímu získávání kyseliny solné s koncentrací kyseliny solné, která zůstává stejná, pokud se má odstraňovat chlorovodík ze spalných plynů, které vznikají při společném spalování odpadních plynů obsahujících chlorovodík a tekutých zbytků chlorovaných uhlovodíků. Potíž spočívá tedy v tom, že je velký rozsah kolísání při produkci odpadajících spalin obsahujících chlorovodík a tomu odpovídajícího také obsahu chlorovodíku ve spalných plynech. Další nedostatek je patrný ještě v srovnatelně vysokém obsahu HCl, například 0,25 % objemových v propraných spalinách.

Pro odstranění těchto nedostatků byl vyvinut způsob, který předpokládá úpravu horkých spalných plynů v okruhu prudkého chlazení s po sobě prováděným prvním a druhým cirkulačním propíráním, přičemž každý ze tří okruhů má v porovnání k produkci kyseliny solné velké zásobní nádrže pro kyselinu solnou, ve kterých kyselina solná pokaždé je uskladněna ve snížené koncentraci. Pokud je obsah HCl ve spalných plynech dočasně příliš vysoký a vypa-

dává kyselina solná s vyšší koncentrací, než je koncentrace požadovaná, tak se přimíchá kyselina solná nižší koncentrace z odpovídající zásobní nádrže, až se opět dosáhne požadovaný obsah HCl a znovu se může získávat kyselina solná, jako produkt. Naopak při přechodném příliš nízkém obsahu HCl ve spalných plynech se v zásobní nádrži okruhu prudkého chlazení hromadí kyselina solná vypadávající o koncentraci nižší, než je požadovaná a popřípadě se dokonce nechá přetékat do následující zásobní nádrže pro kyselinu solnou o slabší koncentraci, až obsah HCl ve spalných plynech opět stoupne a může se opět odebírat jako produkt nová kyselina solná. Při způsobu podle vynálezu obsahuje propraný odpadní plyn nakonec méně než 20 ppm chlorovodíku a chloru.

Podle vynálezu se způsob kontinuálního získávání kyseliny solné s rovnoměrným obsahem HCl mezi 20 a 36% odstraňováním chlorovodíku ze spalných plynů, při kterém se horké spalné plynu prudce ochlazují s již získanou kyselinou solnou, provádí tak, že se horké spalné plyny obsahující 1 až 10 % objemových HCl, stejně jako vodní páru, které vznikají při společném spalování odpadních plynů obsahujících chlorovodík a tekutých zbytků na bázi chlorovaných uhlovodíků, prudce zchlazují zchlazenou kyselinou solnou o koncentraci chlorovodíku mezi 20 a 36 %, která odpovídá koncentraci získávané kyseliny solné, v zóně prudkého chlazení na teplotu pod rosným bodem kyseliny solné, směs plyn—kapalina se dělí v absorpční chladicí zóně na zchlazenou kyselinu solnou a ochlazené spalné plyny obsahující 0,1 až 1 % objemové HCl, kyselina solná se nechá odcházet do zásobníkové zóny, která pojme alespoň dvojnásobek hodinově získávaného množství kyseliny solné a odtud se odvádí zpět do cirkulace v zóně prudkého chlazení, přičemž se jako produkt kontinuálně odtahuje dodatkově vznikající množství kyseliny solné z okruhu prudkého chlazení a ochlazený spalný plyn obsahující 0,1 až 1 % objemové HCl se převádí z absorpční chladicí zóny do prvního propíracího okruhu a propírá 3 až 19%, s výhodou 5 až 15% kyselinou solnou vedenou do cirkulace ze zásobní zóny, která pojme alespoň dvojnásobek hodinově získávaného množství kyseliny solné a propraný spalný plyn obsahující ještě 0 až 0,1 % objemové HCl se vede z prvého pracího okruhu do druhého pracího okruhu, kde se propírá 0,5 až 2% kyselinou solnou, která se do okruhu zavádí ze zásobníkové zóny, obsahující několikanásobek hodinově získávaného množství kyseliny solné a do druhého pracího okruhu se přidává voda v množství potřebném k tomu, aby nedošlo k překročení požadované 0,5 a 2% koncentrace kyseliny solné.

Způsob podle vynálezu se může s výhodou dále vyznačovat tím, že

a) při dočasném překročení jmenovité hodnoty koncentrace kyseliny solné se do okruhu prudkého chlazení čerpá kyselina solná o nižší koncentraci, že zásobní zóny prvého pracího okruhu do zásobní zóny okruhu prudkého chlazení a teprve po opětovném dosažení potřebné koncentrace kyseliny solné se jako produkt odtahuje z okruhu prudkého chlazení,

b) při přechodném poklesu jmenovité hodnoty koncentrace kyseliny solné v okruhu prudkého chlazení se kyselina solná o nižší koncentraci hromadí v zásobní zóně okruhu prudkého chlazení a podle potřeby se nechává přetékat do zásobní zóny prvého pracího okruhu a teprve po opětovném dosažení požadované koncentrace kyseliny solné se jako produkt odtahuje z okruhu prudkého chlazení,

c) se kyselina solná o koncentraci 3 až 19 % HCl hromadí vždy podle potřeby v zásobníkové zóně prvního pracího okruhu a popřípadě se nechá přetékat do zásobníkové zóny druhého pracího okruhu nebo se kyselina solná s koncentrací 0,5 až 2 % HCl ze zásobníkové zóny druhého pracího okruhu čerpá do zásobníkové zóny prvého pracího okruhu,

d) se spalný plyn obsahující dusík, kyslík, kysličník uhličitý a vodní páru vede z druhého pracího okruhu přes vodou zkrápěné železné nebo měděné třísky, potom se zkrápí asi 1% louhem sodným zaváděným do okruhu a vypouští do atmosféry při obsahu chlorovodíku a chloru menším než 20 ppm,

e) zásobní zóna okruhu prudkého chlazení, stejně jako první a druhý prací okruh obsahují vždy desetinásobek až čtyřicetinásobek objemu hodinově získávaného množství kyseliny solné,

f) se koncentrace kyseliny solné sleduje pomocí záznamu její hustoty.

Způsob podle vynálezu je blíže objasněn na základě blokového schématu zřejmého z obrazce:

Horké spalné plyny obsahující chlorovodík a vstupující do chladicího zařízení **1** (zařízení pro prudké chlazení) o teplotě asi 1000 °C se prudce ochladí v absorpčním chladiči **2** a zásobní nádrži **3** tekutinou (kyselinou solnou) vedenou pomocí čerpadla **4** v okruhu, která proudí alespoň třemi tryskami **5** (zakreslena pouze jedna tryska) ležícími v jedné rovině do chladicího zařízení **1**, dokud se neochladí na teplotu ležící pod rosným bodem kyseliny solné, tedy asi na 60 °C. Dalším chlazením spalného plynu v absorpčním chladiči **2** se absorbuje převážná část chlorovodíku za vzniku dodatkové kyseliny solné. Množství kyseliny solné v okruhu tvořícím koncový kondenzační stupeň a chladicí plocha absorpčního chladiče **2** jsou navzájem určeny tak, že kapalina opouští absorpční chladič **2** s teplotou 15 až 20 °C, například 17 °C a tryskou **5** opět vstupuje do chladicího zařízení **1**. Tímto způsobem se může získat při parciálním

tlaku například 30% kyselina solná. Zásobní nádrž **3** slouží přechodně ke skladování asi 20 až 36 % kyseliny solné.

Na zapisovacím přístroji **30** hustoty okruhu prudkého chlazení se nastaví v zásobní nádrži **3** požadované rozmezí koncentrace kyseliny solné, například 29 až 30% HCl. Zapisovací přístroj **30** řídí ventil **7** tak, aby toto rozmezí koncentrace odpovídajícím přidáváním 3 až 19% a s výhodou 5 až 15% kyseliny solné z prvního pracího okruhu vedením **6** směrem nahoru nebylo překročeno. Současně zapisovací přístroj **30** otevírá uvnitř požadovaného rozmezí koncentrace ventil **8**, který ještě kromě toho automaticky řídí měřič výšky hladiny **9**. V důsledku toho nyní se může kontinuálním způsobem vznikající nová kyselina solná v koncentrované formě (například 29 až 30 % HCl) odebírat vedením **10** z okruhu prudkého chlazení, jak nepoklesne měřičem výšky hladiny **9** řízená minimální výška hladiny kyseliny solné v zásobní nádrži **3**.

Podíl spalných plynů nezkondenzovaný v absorpčním chladiči **2**, který sestává převážně z inertních plynů dusíku a kysličníku uhličitého, jakož i malých množství vodné páry, kyslíku a chlorovodíku se dostane o teplotě asi 30 °C vedením **11** přes odlučovač kapek **12** do prací věže **13** prvého pracího okruhu, kde se propráním 3 až 19%, s výhodou 5 až 15% ochlazenou kyselinou solnou provádí další ochlazení spalných plynů asi na 20 °C a obsah chlorovodíku ve spalných plynech dále klesá. Prací kapalina se přitom vede pomocí čerpadla **14** vedením **15**, zásobní nádrží **16**, pro přechodné uskladnění 3 až 19% a s výhodou 5 až 15% kyseliny solné, vedením **17** a prací věží **13** v okruhu. Vedení **6** je odvětveno od vedení **17** uzavíracím ventilem **7** pro zásobní nádrž **3**, čímž se její obsah může mísit se zředěnou kyselinou solnou. Mimoto přepadové potrubí **18** spojuje horní část zásobní nádrže **3** se zásobní nádrží **16** pro případ, že se v zásobní nádrži **3** shromáždí velké množství kyseliny solné, která má nižší koncentraci HCl než je požadovaná. Toto přepadající množství kyseliny solné o malé koncentraci nebo hustotě, například menší než 30 hmotnostních % HCl, se dostane tímto způsobem k dalšímu přechodnému uskladnění v zásobní nádrži **16** prvého pracího okruhu.

Spalné plyny proprané v parní věži **13** se vedou vedením **19** přes odlučovač kapek **20** do prací věže **21** druhého pracího okruhu, která je vybavena v horní třetině kloboučkovými patry. Propírání se provádí 0,5 až 2% chladnou kyselinou solnou, čímž se spalné plyny ochladí asi na 18 °C a obsah chlorovodíku v nich dále poklesne. Propírací kapalina se přitom vede pomocí čerpadla **22** vedením **23**, zásobní nádrží **24** k přechodnému uskladnění 0,5 až 2% kyseliny solné, vedením **25** a prací věží **21** v okruhu.

Aby kloboučková patra prací věže **21** byla zakryta vodou a aby obsah chlorovodíku v propírací kapalině v druhém pracím okruhu nepřekračoval 2 %, přidává se čerstvá voda přiváděná přes hlavu prací věže **21**. Přidávání této čerstvé vody na kloboučková patra prací věže **21** se reguluje zapisovacím přístrojem **31** hustoty. Od vedení **25** je vedení **26** odvětveno uzavíracím ventilem **27** pro zásobní nádrž **16**, čímž se její obsah může dále ředit, pokud měřák výšky hladiny **28** otevře uzavírací ventil **27**. K tomu dochází, když se nedosahuje nastavené maximální výšky hladiny v zásobní nádrži **16**. Mimoto spojuje přepadové potrubí **29** z horní části zásobní nádrže **16** se zásobní nádrží **24** pro případ, že se v zásobní nádrži nahromadí velké množství zředěné kyseliny solné. Toto přepadající množství zředěné kyseliny solné se dostane tímto způsobem k dalšímu dočasnému uskladnění v zásobní nádrži **24** druhého pracího okruhu. Přebytečné množství 0,5 až 2% kyseliny solné odtéká přes přepážku **37** v zásobní nádrži **24** a nakonec do vedení **36**.

Spalné plyny proprané v prací věži **21** se vedou vedením **32** přes odlučovač **33** do sprchové věže **34**. V odlučovači **33**, který je vyplněn kovovými třískami (například železa nebo mědi) a svrchu zkrápěn vodou, se nepatrná množství chloru a chlorovodíku přítomná ještě ve spalných plynech chemicky vážou. Rozpuštěné chloridy kovů se vyplavují vedením **35** a vedením **36**.

Sprchová věž **34** se přes hlavu plní zředěným, asi 1% hydroxidem sodným, přičemž se odstraňují poslední zbytky chloru a chlorovodíku ze spalného plynu. Vyčištěný odpadní plyn (N_2, CO_2, O_2, H_2) opouští zařízení vedením **38**. Hydroxid sodný se čerpá odvodem **39** ze dna, přes zásobník **40**, vedení **42** a sprchovou věž **34** pomocí čerpadla **41** několikrát okruhem, dříve než se jako upotřebený louh vedením **43** odvádí a může sloužit k neutralizaci kyseliny solné odtékající vedením **36**.

Příklad

Ve spalovací komoře se spaluje 200 norm. m^3/h odpadního plynu obsahujícího chlorovodík s obsahem chloru 0,17 kg/norm. m^3 (složení v objemových %. ethylen: 7,8, ethan: 1,8, methan: 0,2, dichlorethan: 4,0, ethylchlorid: 2,0, HCl: 0,6, kyslík: 3,4, inerty [N_2, CO_2]: 81,0) společně s 226 kg/h tekutých zbytků na bázi chlorovaných uhlovodíků (C: 45,5 %, H: 6,5 %, Cl: 48 %). Rozprašování tekutých zbytků se provádí s 450 norm. m^3/h vzduchu a 90 kg/h vodní páry a spalování dodatkově s 1350 norm. m^3/h vzduchu.

200 norm. m^3/h nasazovaného odpadního plynu a 226 kg/h tekutých zbytků obsahuje 142 kg/h (převážně vázaného) chloru a po-

skytuje po spálení 146 kg/h chlorovodíku. m Spalovací komoru opouští 2250 norm. m^3/h spalných plynů obsahujících chlorovodík, o složení:

	Norm. m^3/h		Objemová %
inerty (N_2, CO_2)	1845		82
HCl	90	(= 146 kg)	4
vodní pára	293		13
kyslík	22		1
celkem	2250		100

a vstupuje do chladicího zařízení **1** o teplotě asi 1000 °C. Současně se do chladicího zařízení zavádí 100 norm. m^3/h dusíku pro ochranu ocelového kompenzátoru příslušejícího k chladicímu zařízení před korozí. Spalné plyny se v chladicím zařízení **1** prudce chladí s 20 norm. m^3/h (23 020 kg/h) 30 % hmotnost. kyseliny solné o teplotě 17 °C na teplotu 60 °C a přestávají být ve styku s touto kyselinou solnou ohřátou na 47 °C. V dále zařazeném absorpčním chladiči **2** se plyny chladí na 30 °C a kyselina solná na 17 °C. Přitom kondenzuje převážná část vodní páry, a to 176 kg/h H_2O. Kromě toho se absorbuje 128 kg/h chlorovodíku v kyselině solné, takže absorpční chladič **2** opouští 23 324 kg/h 30,16% kyseliny solné do zásobní nádrže **3** (objem 12 m^3). Aby se opět získala přesně 30% kyselina solná, přivádí se 182 kg/h 10% kyseliny solné z prvního pracího okruhu vedením **6** do zásobní nádrže **3**. Z takto přítomných 23 506 kg/h 30% kyseliny solné se odvádí 486 kg/h vedením **10** k použití, zatímco opět 23 020 kg/h (20 norm. m^3/h) proudí v oběhu přes trysky **5** o teplotě 17 °C do chladicího zařízení **1**.

Nezkondenzovaný podíl spalných plynů, který opustil absorpční chladič **2** vedením **11**, má složení:

	Norm. m^3/h		Objemová %
inerty (N_2, CO_2)	1945		94,8
HCl	11	(= 18 kg)	0,5
vodní pára	74	(= 59 kg)	3,6
kyslík	22		1,1
celkem	2052		100,0

V prvním pracím okruhu (**13** až **17**) se přečerpává 10 norm. m^3/h 10% kyseliny solné o teplotě 16 °C. Tím zde kondenzuje ze spalných plynů ochlazených na 20 °C 25 kg/h vodní páry a 16 kg/h HCl. Aby se koncentrace kyseliny solné v zásobní nádrži **16** udržela na 10 % (objem: 12 m^3), přidává se z druhého pracího okruhu vedením **26** 140,5 kg/h 1% kyseliny solné. Pro první prací okruh to znamená jednak přírůstek celkem 182 kg/h 10% HCl, jednak odvedení stejného množství vedením **6** do zařízení v okruhu přudkého chlazení.

Nezkondenzovaný podíl propraných spalných plynů, který opouští prací věž **13** vedením **19**, má toto složení:

	Norm. m^3/h	kg/h
inerty (N_2, CO_2)	1945	
HCl	—	1,5
vodní pára	42	34
kyslík	22	

V druhém pracím okruhu (**21** až **25**) se přečerpává 10 norm. m^3/h 1% kyseliny solné o teplotě 15 °C. Tím zde kondenzují ze spalných plynů ochlazených na 18 °C další 4 kg/h vodní páry a 1,4 kg/h HCl. Aby se koncentrace kyseliny solné v zásobní nádrži **24** (objem: 12 m^3) udržela na 1 % a především pro vyrovnání vedením **26** odebraných 140,5 kg/h 1% kyseliny solné, přivádí se na hlavu prací věže **21** 135,1 kg/h čerstvé vody, takže se vyrovnává přírůstek v druhém pracím okruhu.

Nezkondenzovaný podíl dvakrát propraných spalin, které opouštějí prací věž **21** vedením **32**, má toto složení:

	Norm. m^3/h	kg/h
inerty (N_2, CO_2)	1945	
HCl	—	< 0,1
vodní pára	37	30
kyslík	22	

V okruhu louhu sodného (**34**, **39** až **42**) se přečerpává 10 norm. m^3/h 1% NaOH. Přes hlavu sprchové věže **34** vybavené v horní části kloboučkovými patry se dávkuje 100 litrů za hodinu 1% NaOH, zatímco vedením **43** se odstraňuje stejné množství upotřebeného louhu sodného ze zásobníku **40**. Odpadní plyny (2004 norm. m^3/h) odcházející vedením **38** do atmosféry obsahují 1945 norm. m^3/h inertů (CO_2, N_2), 22 norm. m^3/h kyslíku, 37 norm. m^3/h vodní páry a méně než 20 ppm HCl a Cl_2.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob kontinuálního získávání kyseliny solné s rovnoměrným obsahem HCl mezi 20 a 36 % odstraňováním chlorovodíku ze spalných plynů, při kterém se horké spalné plyny prudce ochlazují s již získanou kyselinou solnou, vyznačující se tím, že se horké spalné plyny obsahující 1 až 10 procent objemových HCl, stejně jako vodní páru, které vznikají při společném spalování odpadních plynů obsahujících chlorovodík a tekutých zbytků na bázi chlorovaných uhlovodíků, prudce ochlazují zchlazenou kyselinou solnou o koncentraci chlorovodíku mezi 20 až 36 %, která odpovídá koncentraci získávané kyseliny solné, v zóně prudkého chlazení na teplotu pod rosným bodem kyseliny solné, směs plyn—kapalina se dělí v absorpční chladicí zóně na zchlazenou kyselinu solnou a ochlazené spalné plyny obsahující 0,1 až 1 % objemové HCl, kyselina solná se nechá odcházet do zásobníkové zóny, která pojme alespoň dvojnásobek hodinově získávaného množství kyseliny solné a odtud se odvádí zpět do cirkulace v zóně prudkého chlazení, přičemž se jako produkt kontinuálně odtahuje dodatkově vznikající množství kyseliny solné z okruhu prudkého chlazení a ochlazený spalný plyn obsahující 0,1 až 1 % objemové HCl se převádí z absorpční chladicí zóny do prvního propíracího okruhu a propírá se 3 až 19%, s výhodou 5 až 15% kyselinou solnou vedenou do cirkulace ze zásobní zóny, která pojme alespoň dvojnásobek hodinově získávaného množství kyseliny solné a propraný spalný plyn obsahující ještě 0 až 0,1 % objemové HCl se vede z prvého pracího okruhu do druhého pracího okruhu, kde se propírá 0,5 až 2 % kyselinou solnou, která se do okruhu zavádí ze zásobníkové zóny, obsahující alespoň dvojnásobek hodinově získávaného množství kyseliny solné, a do druhého pracího okruhu se přidává voda, v množství potřebném k tomu, aby nedošlo k překročení požadované 0,5 až 2% koncentrace kyseliny solné.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že při dočasném překročení jmenovité hodnoty koncentrace kyseliny solné se do okruhu prudkého chlazení čerpá kyselina solná v nižší koncentraci, ze zásobní zóny prvého pracího okruhu do zásobní zóny okruhu prudkého chlazení a teprve po opětovném dosažení potřebné koncentrace kyseliny solné se jako produkt odtahuje z okruhu prudkého chlazení.

3. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že při přechodném poklesu jmenovité hodnoty koncentrace kyseliny solné v okruhu prudkého chlazení se kyselina solná o nižší koncentraci hromadí v zásobní zóně okruhu prudkého chlazení a podle potřeby se nechává přetékat do zásobní zóny prvého pracího okruhu a teprve po opětovném dosažení požadované koncentrace kyseliny solné se jako produkt odtahuje z okruhu prudkého chlazení.

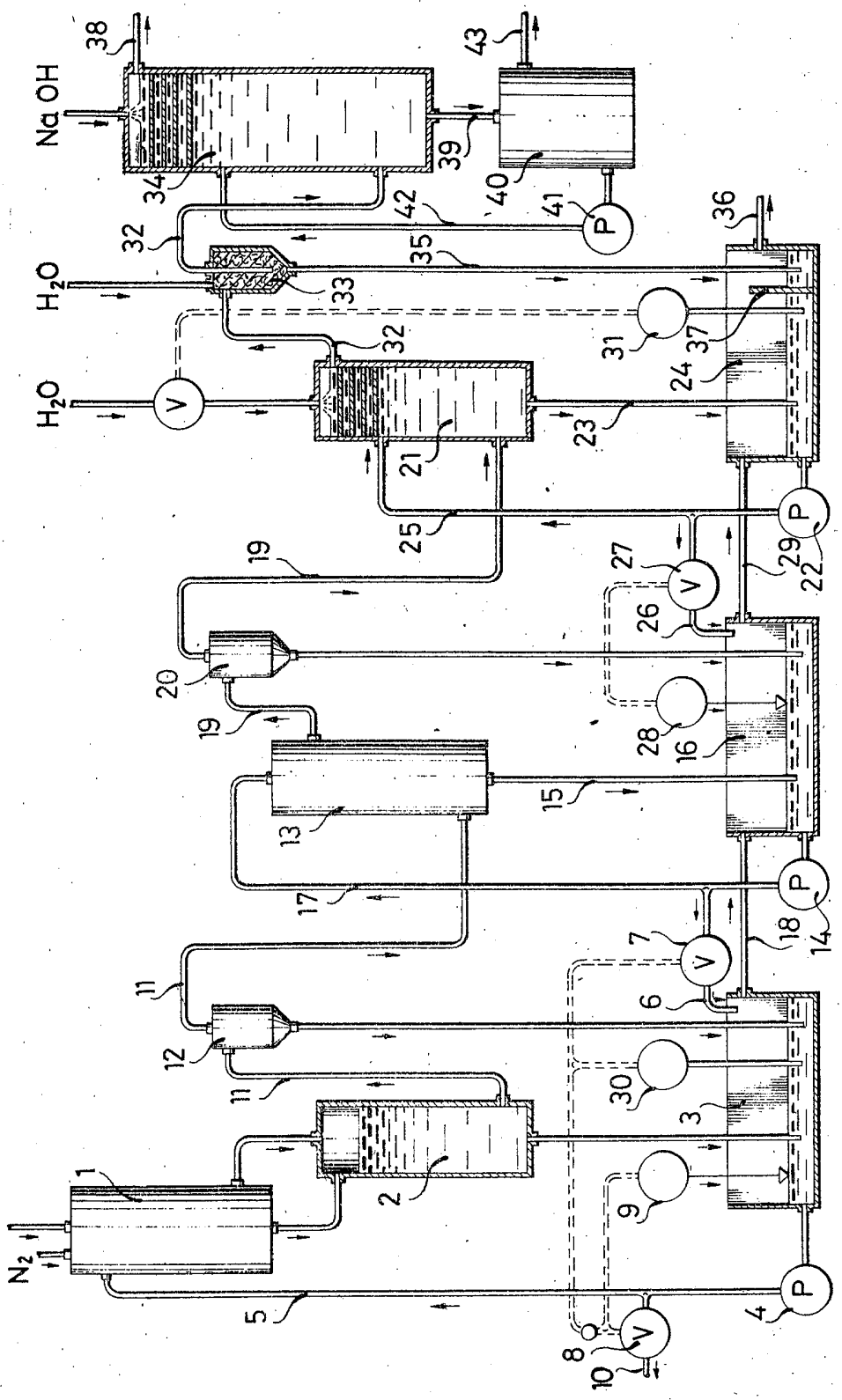
4. Způsob podle bodů 1 až 3 vyznačující se tím, že se kyselina solná o koncentraci 3 až 19 % HCl hromadí vždy podle potřeby v zásobníkové zóně prvního pracího okruhu a popřípadě se nechá přetékat do zásobníkové zóny druhého pracího okruhu nebo se kyselina solná s koncentrací 0,5 až 2 % HCl ze zásobníkové zóny druhého pracího okruhu čerpá do zásobníkové zóny prvého pracího okruhu.

5. Způsob podle bodů 1 až 4, vyznačující se tím, že se spalný plyn obsahující dusík, kyslík, kysličník uhličitý a vodní páru vede z druhého pracího okruhu přes vodou zkrápěné železné nebo měděné třísky, potom se zkrápí asi 1% louhem sodným zaváděným do okruhu a vypouští do atmosféry při obsahu chlorovodíku a chloru menším než 20 ppm.

6. Způsob podle bodů 1 až 5 vyznačující se tím, že zásobní zóna okruhu prudkého chlazení, stejně jako první a druhý prací okruh obsahují vždy desetinásobek až čtyřicetinásobek objemu hodinově získávaného množství kyseliny solné.

1 list výkresů

Severografia, n. p., závod 7, Most


NaOH
H2O
H2O
N2
P
V