PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:
2003 - 1478

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.[7]:
C 07 C 37/74
C 07 C 37/08

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **30.11.2001**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **06.12.2000**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **2000/10060503**

(33) Země priority: **DE**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **17.12.2003**
(Věstník č. 12/2003)

(86) PCT číslo: **PCT/EP01/14030**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO02/046132**

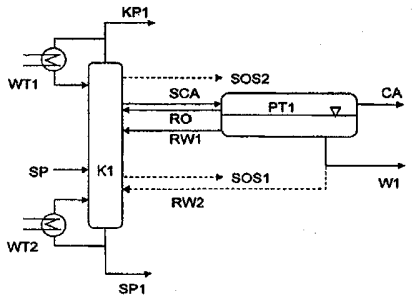
(71) Přihlašovatel:
INEOS PHENOL GMBH & CO. KG, Gladbeck, DE;

(72) Původce:
Korte Hermann-Josef, Haltern, DE;
Schwarz Christoph, Marl, DE;
Tanger Uwe, Bochum, DE;
Ullrich Jochen, Gladbeck, DE;
Weber Manfred, Haltern, DE;

(74) Zástupce:
Matějka Jan JUDr., Národní 32, Praha 1, 11000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Způsob destilačního zpracování směsí štěpných produktů, které vznikají při štěpení alkylarylhydroperoxidů, a zařízení k provádění tohoto způsobu



(57) Anotace:

Způsob destilačního zpracování směsí štěpných produktů vznikajících při štěpení alkylarylhydroperoxidů, zejména kumenhydroperoxidu, kdy se pouze v jediném destilačním kroku uvedená směs dělí do tří hlavních frakcí. Tímto způsobem je možné ze směsi štěpných produktů získané štěpením kumenhydroperoxidu separovat fenol a aceton. Je popsána destilační kolona pro destilační separaci směsí získaných štěpením kumenhydroparoxidu, jejíž rozměry jsou takové, že frakce surového acetonu obsahující alespoň 75 % hmotn. acetonu může být odebírána z hlavy kolony, frakce surového fenolu obsahující alespoň 75 % hmotn. fenolu může být odebírána z pata kolony a frakce, která obsahuje alespoň hydroxyaceton a kumen a/nebo α-methylstyren, může být odebírána z boku kolony.

CZ 2003 - 1478 A3

PV 2003 - 1478

10.10.03

Způsob destilačního zpracování směsí štěpných produktů, které vznikají při štěpení alkylarylhydroperoxidů, a zařízení k provádění tohoto způsobu

Oblast techniky

Vynález se týká zlepšeného způsobu destilačního zpracování směsí štěpných produktů, které vznikají při štěpení alkylarylhydroperoxidů. Vynález se zejména týká způsobu destilačního zpracování štěpného produktu, který vzniká při štěpení kumenhydroperoxidu.

Dosavadní stav techniky

Způsob kyselinou katalyzovaného štěpení kumenhydroperoxidu na fenol a aceton má dlouhodobě zvláštní průmyslový význam. Při tomto způsobu přípravy fenolu z kumenu Hockovým postupem se v prvním reakčním kroku, tj. v oxidačním kroku, kumen zoxiduje na kumenhydroperoxid (dále jen CHP) a CHP se následně zahustí při vakuové destilaci, tj. v zahušťovacím kroku, na 65 % hmotn. až 90 % hmotn. Ve druhém reakčním kroku, tj. štěpném kroku, se CHP štěpí na fenol a aceton působením kyseliny, zpravidla kyseliny sírové. Kromě fenolu a kumenu jsou produktem štěpení další sloučeniny, které mohou vznikat v reakčních krocích předcházejících štěpení a které se v průběhu štěpení nemění nebo se mění pouze částečně. Nejdůležitějšími sloučeninami, které mohou být kromě fenolu a acetonu přítomny v štěpném produktu jsou zejména α-methylstyren (dále jen AMS), kumen a acetofenon. Kromě toho mohou být ve štěpném produktu přítomna malá množství dimethyfenylkarbinolu (dále jen

DMPC), který se tvoří již v oxidačním kroku. Dalšími příměsemi jsou například sloučeniny jako je methylbenzofuran (dále jen MBF), hydroxyaceton, mesityloxid (dále jen MO) a karbonylové sloučeniny, jakými jsou (acet)aldehydy a 2-fenylpropionaldehyd. Po neutralizaci štěpného produktu a po odstranění veškeré vodné fáze se štěpný produkt zpracuje destilací.

Jsou známy různé způsoby zpracování štěpného produktu destilací (Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5. kompletně upravené vydání, sv. A19, 1991, VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim). V podstatě u všech těchto postupů se štěpný produkt nejprve neutralizuje vodným roztokem peroxidu vodíku, aminy, vodným fenolátovým louhem a/nebo se použije iontoměničová pryskyřice. Po separaci fází se organická část neutralizovaného štěpného produktu převede do první kolony, ve které se od zbytku štěpného produktu oddestiluje surový aceton, který může obsahovat vodu, hydroxyaceton, kumen a/nebo AMS. Na tento surový aceton se zpravidla působí alkálií v pračce a následně se provede další čištění destilací. Nicméně propírání se částečně provádí i v koloně. Produkt z paty první kolony se destiluje ve druhé koloně, z jejíž hlavy je odebírán zbytkový AMS a kumen, které se zpravidla zavádějí do hydrogenačního kroku, ve kterém se opět připravuje kumen. Vzájemnou separaci AMS a kumenu lze rovněž realizovat azeotropní destilací s vodou. Produkt, který zůstane v patě druhé kolony, se destiluje v koloně pro výrobu surového fenolu.

Výsledný surový fenol lze dále čistit extrakční destilací s vodou a/nebo za použití kyselinového iontoměniče a následné destilace. Při druhém jmenovaném způsobu se sloučeniny, které se obtížně oddělují od fenolu

destilací, například mesityloxid a hydroxyaceton, kondenzují za vzniku sloučenin s vyšší teplotou varu.

Podle DE-AS 1 105 878 (fenolová chemie) se neutralizovaný štěpný produkt, který se separuje od surového acetonu v koloně určené pro získání surového acetonu, rovněž přemístí do uhlovodíkové kolony, kde se v přítomnosti vody, uhlovodíků s nižší teplotou varu než fenol, jakými jsou například AMS a kumen, oddestiluje přes hlavu kolony. Organická fáze odebraná z paty kolony se zavede do hlavy následující kolony, ve které se od fenolu a produktů s vysokou teplotou varu, které vznikají v patě kolony, oddělí voda. Směs fenolu a produktů s vysokou teplotou varu se následně převede do kolony určené pro získání surového fenolu. Zbytky vznikající v této koloně a při destilaci čistého fenolu lze následně zavést do krakovací kolony, ve které se zbytky zpracují a jedna část fenolu se izoluje. Tyto izolované produkty lze opět zavést do uhlovodíkové kolony.

EP 0 032 255 (UOP) Popisuje způsob zpracování štěpného produktu, při kterém se organická část v podstatě neutralizovaného (pH přibližně 6) štěpného produktu opět propláchne vodou a následně se získaná organická část přemístí do kolony určené pro získání surového acetonu, ve které dojde k oddělení surového acetonu od zbývajícího štěpného produktu. Zbytek, který zůstane v patě kolony, se přímo přemístí do kumenové kolony v jejíž patě se produkuje surový fenol, který se zavádí do následné purifikační destilační kolony. Směs odebraná z hlavy kumenové kolony, která obsahuje v podstatě AMS, kumen a vodu, se přemístí do nádoby pro separaci fází, ve které dojde k separaci vodné fáze. Výsledná organická fáze se přemístí do promývací kolony, ve které se na organickou směs působí roztokem

hydroxidu sodného za účelem odstranění veškerého fenolového podílu ze směsi AMS a kumenu ve formě fenoxidu sodného. Směs AMS a kumenu, která je zbavena fenolu, se zavede do hlavy kolony určené pro hydrogenaci.

V US 4 262 150 (UOP) je použita stejná soustava kolony jako v EP 0 032 255 (UOP). Od EP 0 032 255 se liší pouze tím, že pro neutralizaci štěpného produktu je namísto jedné nebo více kombinací mixérů a zařízení roztok fázovou separaci použita extrakční kolona.

US 3 322 651 (UOP) Popisuje použití sloučenin dusíku, zejména aminů, při purifikaci fenolu získaného při štěpení CHP.

US 5 510 543 (GE) Popisuje způsob zpracování produktu štěpení CHP, při kterém se pH hodnota štěpného produktu nastaví v neutralizátoru přidáním báze, zejména roztoku hydroxidu sodného, na 4,0 až 4,9. V neutralizátoru se štěpný produkt rozdělí na vodnou a organickou fázi. Organická fáze se přemístí do kolony zakončené dělící kolonou, ve které se štěpný produkt separuje destilací na frakci bohatou na aceton a frakci bohatou na fenol. Frakce bohatá na fenol se odebere z paty kolony a zavede do kolony pro čištění fenolu, kde může podstoupit jednu nebo více dalších destilací. Frakce bohatá na aceton se odebere z hlavy kolony a zavede do acetonové kolony, přičemž do této frakce se před zavedením do kolony přidá zásada v množství, které nastaví pH hodnotu frakce přibližně na 9, čímž se neutralizují organické kyseliny, které jsou rovněž v této frakci přítomny. Směs odebraná z paty kolony, která obsahuje kromě vody rovněž uhlovodíky a soli organických kyselin, se přemístí do zařízení pro separaci fází, ve kterém se tato směs separuje na organickou a vodnou fázi.

Organickou fázi lze opět zpracovat za účelem získání kumenu.

Dále byly vyvinuty postupy, u kterých s jednotlivé frakce získané při zpracování štěpného produktu destilací upravují specifickým způsobem. US 5 487 816 (UOP) Tedy popisuje způsob separace AMS ze směsi, která obsahuje fenol, AMS a vodu a která se získá z paty kolony určené pro získání surového acetonu. Kolona pro získání surového acetonu se v tomto případě obsluhuje tak, že se kumen odebírá ze štěpného produktu v hlavě kolony společně s acetonem. Směs obsahující AMS a fenol se v koloně separuje tak, že se v patě kolony produkuje převážně fenol, který může být dále zpracováván, a z hlavy kolony se odebírá směs AMS, vody a malého množství fenolu, která se kondenzuje a její pH hodnota se nastaví přidáním zásaditého reakčního činidla na hodnotu vyšší než 6. Tím se dosáhne v podstatě stavu, kdy je fenol přítomen téměř výhradně ve vodné fázi, zatímco AMS je přítomen v organické fázi, která obsahuje jako nečistoty pouze velmi malé množství fenolu. Obě fáze se vzájemně separují pomocí zařízení pro separaci fází. Organickou fázi lze zavést do hydrogenační kolony, zatímco vodnou fázi lze zavést zpět do kolony pro získání surového acetonu ve formě refluxu.

V US 4 370 205 (UOP) proud odebraný z paty kolony pro získání surového acetonu rovněž dále obsahuje, narozdíl od způsobu popsaného v US 5 487 816 (UOP), kumen. V porovnání s tímto stavem techniky byla navržena odlišná soustava kolon. Použily se v podstatě dvě kolony pracující za v podstatě stejných podmínek, u kterých byl produktem odebíraným z paty kolony převážně fenol, zatímco z hlavy kolony se odebíraly převážně AMS a kumen. Surový fenol odebíraný z paty první kolony se zaváděl do dalších

zpracovatelských kroků a surový fenol odebíraný z paty druhé kolony se zaváděl zpět do první kolony. Produkt odebíraný z hlavy druhé kolony se v promývací koloně ošetřil roztokem hydroxidu sodného. Produkt odebíraný z hlavy této kolony, který obsahuje AMS a kumen, může být zaváděn do hydrogenační kolony.

Podle US 4 251 325 (BP Chemicals) je zpracování frakce, která byla zbavena produktů s nízkou teplotou varu a acetonu, optimalizováno tak, že kumenová kolona pracuje způsobem, při kterém se z hlavy kolony odebírá směs obsahující kumen, AMS a hydroxyaceton, přičemž poslední jmenovaný je v podstatě zcela zbaven zbytkového surového fenolu a nemusí tak podstupovat složitou separaci během zpracování fenolu.

US 4 333 801 (UOP) Popisuje zpracování frakce, která obsahuje AMS, kumen, fenol, vodu a příměsi, jakou je například hydroxyaceton. Tento způsob se zaměřuje zejména na oddělení frakce AMS a kumenu, která má velmi nízkou koncentraci fenolu, z celkové frakce. Toho se dosahuje způsobem, kdy je kumenová kolona řízena tak, že se směs kumenu a AMS odebírá z hlavy kolony, nechá kondenzovat a zavádí do nádoby pro separaci fází. Zde se odstraní veškerá případná voda. Část organické fáze se zavede zpět do hlavy kolony ve formě refluxu. Další část organické fáze se zavede do promývacího zařízení, ve kterém se z fáze odstraní veškeré fenolové zbytky, které by mohly interferovat s hydrogenací a takto ošetřenou fázi lze následně zavést do hydrogenačního zařízení. Z bočního proudu kumenové kolony je odebrána frakce obsahující AMS a kumen a azeotropní směs vody a fenolu, přičemž tato frakce se nechá rovněž kondenzovat a převede do nádoby pro separaci fází. Vodná fáze, která může obsahovat fenol, se

vede do zpracovatelského kroku. Organická fáze, která obsahuje kumen, AMS a takové množství fenolu, které zůstane v organické fázi po dosažení fázové rovnováhy mezi organickou a vodnou fází, se odpaří a v tomto plynném stavu zavede zpět do kumenové kolony v místě ležícím nad místem odběru bočního proudu. Surová fenolová frakce se odebírá z paty kolony.

Další způsob je popsán v US 5 064 507 (Allied). U tohoto způsobu se štěpný produkt nejprve oddělí od surového acetonu v koloně pro získání surového acetonu. Produkt odebraný z paty kolony se převede do kumenové kolony, ze které se ze štěpného produktu izolují kumen a AMS. Kolona nicméně pracuje tak, že určitá část AMS ještě zůstane v produktu odebraném z paty kolony, protože je zapotřebí jako reakční partner nebo rozpouštědlo při dalším zpracování fenolu, které má odstranit MBF a další příměsi. Tento produkt odebraný z paty kolony je uveden do reakce s aminem, výhodně hexamethylendiaminem, v reaktoru, který má kontinuální tokové charakteristiky („plug flow") pro převedení karbonylových příměsí, například acetolu (hydroxyaceton, HA) nebo MO, na sloučeniny s vyšší teplotou varu. Takto ošetřený produkt se dále zpracovává destilací. Pro získání čistého fenolu jako finálního produktu musí být proud veden skrze další čtyři kolony a dvě reakční zóny.

US 5 131 984 (Allied) Popisuje destilační zpracování surového fenolu, který byl izolován z fáze tvořené převážně acetonem, kumenem a AMS. Tento surový fenol se zpracuje ve vakuové destilační koloně tak, že se plynná směs, která obsahuje fenol a podíly s nízkou teplotou varu, odebere z hlavy kolony. Tato směs se zavede do kondenzátoru, ve kterém převážná část plynné směsi zkondenzuje. Zkondenzovaná část směsi se zavede zpět do kolony a v tomto

případě je čistota fenolu odebraného ve formě produktu ovlivněna tím, jestli se kondenzát zavádí zpět do kolony přes hlavu kolony nebo v místě ležícím pod hlavou kolony. Plynná část, která mimo jiné obsahuje sloučenin s nízkou teplotou varu a kyseliny, se za účelem dalšího zpracování zavede například do další destilační kolony. Frakce obsahující fenol, kterou lze dále zpracovat, se z vakuové destilační kolony odebere přes odběrové místo v bočním proudu, které se nachází alespoň o jede teoretický stupeň pod hlavou kolony.

Podobný způsob je popsán v US 5 122 234 (Allied) s tím rozdílem, že se do kolony dále zavádí voda a z hlavy kolony se odebírá směs převážně tvořená vodou a fenolem, která se nechá částečně zkondenzovat a vrací zpět do kolony.

Všechny známé způsoby destilačního zpracování štěpného produktu jsou relativně složité, protože pro separaci hlavních složek štěpného produktu na tři hlavní frakce, tj. surový aceton, AMS/kumen a surový fenol, je zapotřebí dvou samostatných destilačních kolon. Navíc zpracování hlavních frakcí, jehož cílem je odstranění nežádoucích vedlejších produktů, například vody, vyžaduje větší přístrojové vybavení. Všechny v současnosti využívané způsoby mají relativně vysokou energetickou náročnost, zejména vysokou spotřebu páry. Vzhledem k tomu, že výroba fenolu představuje několik milionů tun ročně, mohou být i malé úspory nákladů na energii nebo kapitálových nákladů významné pro konkurenceschopnost tohoto procesu.

Cílem vynálezu je tedy poskytnutí destilačního způsobu zpracování produktu štěpení kumenhydroperoxidu, pomocí kterého lze při malé energetické náročnosti a nízkých požadavcích na vybavení vzájemně separovat hlavní produkty,

jakými jsou aceton, kumen/AMS a fenol, a současně je zbavit nežádoucích vedlejších produktů.

Podstata vynálezu

Překvapivě se zjistilo, že separací štěpného produktu destilací na tři hlavní frakce v jediném destilačním kroku lze účinně vzájemně separovat hlavní produkty při nižší energetické spotřebě a nižších požadavcích na vybavení, než je tomu u běžně využívaných způsobů, a rovněž se zjednoduší odstranění nežádoucích vedlejších produktů.

Vynález se tedy týká způsobu zpracování štěpného produktu získaného při štěpení alkylarylhydroperoxidů destilací, která zahrnuje separaci štěpného produktu do alespoň tří frakcí v jediném destilačním kroku.

Vynález se rovněž týká destilační kolony pro destilační separaci směsí získaných štěpením kumenhydroperoxidu, jejíž rozměry jsou takové, že frakce surového acetonu obsahující alespoň 75 % hmotn. acetonu může být odebírána z hlavy kolony, frakce surového fenolu obsahující alespoň 75 % hmotn. fenolu může být odebírána z paty kolony a frakce, která obsahuje alespoň hydroxyaceton a kumen a/nebo α-methylstyren, může být odebírána z boku kolony.

Vynález se rovněž týká způsobu přípravy fenolu a acetonu, který zahrnuje následující kroky:

- oxidaci kumenu na kumenhydroperoxid
- štěpení kumenhydroperoxidu
- destilační zpracování směsi vznikající při štěpení kumenhydroperoxidu, které zahrnuje izolaci této

směsi do alespoň tří frakcí v jediném destilačním kroku.

Vynález se rovněž týká fenolu, který se získá za použití způsobu podle vynálezu.

Vynález se rovněž týká acetonu, který se získá za použití způsobu podle vynálezu.

Výhodou způsobu podle vynálezu je to, že separační kroky zvolené pro destilaci podstatně zjednoduší další zpracování směsi štěpných produktů nebo jednotlivých frakcí, které se z této směsi štěpných produktů získají. Zejména kombinované odstranění hydroxyacetonu, AMS a kumenu ze zbytku směsi štěpných produktů obsahujícího fenol výrazně zjednoduší zpracování tohoto zbytku, protože se eliminují kroky, které se provádějí u běžných způsobů, kdy ve frakci bohaté na fenol zůstává hydroxyaceton, který se odstraňuje uvedením do reakce s fenolem, kdy se tvoří sloučeniny s vyšší teplotou varu než má fenol, které lze následně od fenolu oddělit destilací, a protože vyžaduje nižší spotřebu páry při separačních krocích.

V porovnání s běžnými postupy má způsob podle vynálezu podstatně příznivější energetickou vyváženost a v porovnání se způsoby, u kterých se hydroxyaceton odstraňuje z procesu uvedením do reakce s fenolem, má rovněž vyšší celkový výtěžek fenolu, vztaženo k obsahu fenolu ve směsi štěpných produktů. Běžný postup má relativně vysoké nároky na spotřebu energie. Kromě toho se výtěžek fenolu u běžných postupů snižuje v důsledku reakce s hydroxyacetonem, která odčerpává fenol. Navíc je třeba u běžných způsobů přidávat drahé chemikálie, například aminy, přičemž tyto chemikálie

nebo jejich reakční produkty musí být z procesu následně odstraněny, zpravidla náročným způsobem.

Způsob podle vynálezu, který tento problém eliminuje izolací hydroxyacetonu ze směsi štěpných produktů společně s kumenem, rovněž vyžaduje podstatně menší vybavení, protože separace směsi štěpných produktů do tří frakcí v jediném destilačním kroku snižuje nejen počet požadovaných destilačních kolon ale rovněž počet destilačních přístrojů, které jsou zapotřebí pro snížení obsahu různých vedlejších produktů v izolovaných frakcích.

V závislosti na způsobu provádění jednotlivých provozních kroků, tj. oxidace, štěpení s případným následným ohřevem a hydrogenací, lze výrazně snížit spotřebu páry v celém procesu na kilogram fenolu vyrobeného způsobem podle vynálezu, v porovnání s běžnými způsoby, u kterých spotřeba činí 3,2 kg páry na 1 kg fenolu (čerpáno z: Phenol/Acetone/Cumene, 96/97-2, Chem Systems, 303 South Broadway, New York 10591). Způsobem podle vynálezu lze výrazně snížit energetickou spotřebu při přípravě fenolu, který je v každém případě vhodný pro přípravu bisfenolu A. V závislosti na způsobu, kterým se jednotlivé výše uvedené provozní kroky provádí, lze rovněž výrazně zvýšit výtěžek fenolu, vztaženo k množství použitého kumenu, v porovnání se způsoby, u kterých HA reaguje s fenolem za vzniku sloučenin s vysokou teplotou varu.

Pro účely vynálezu je celkový počet pater v koloně definován jako stoprocentní separační potenciál nezávisle na počtu pater, čímž se umožní v případě kolon, které mají různé počty pater, specifikovat rozmezí, ve kterém se podobný separační potenciál nachází. Pata kolony, tj. oblast pod prvním patrem, má tedy 0% separační potenciál.

Hlava kolony, tj. oblast nad nejvyšším patrem, má podle této definice 100% separační potenciál. Podle této definice má tedy kolona s padesáti patry 30% separační potenciál v oblasti patnáctého patra.

Způsob podle vynálezu lze použít pro destilační zpracování směsí látek produkovaných jako směsi štěpných produktů při štěpení alkylarylhydroperoxidů, zejména při štěpení kumenhydroperoxidu na aceton a fenol. Směs štěpných produktů lze získat homogenní nebo heterogenní katalýzou. Výhodně se způsob podle vynálezu použije u směsi štěpných produktů, které se získají homogenním kyselinou katalyzovaným štěpením. Běžně používaným kyselinovým homogenním katalyzátorem je kyselina sírová. Alkylarylhydroperoxidy lze připravovat různými chemickým odborníkům známými způsoby. Nicméně výhodně se způsob podle vynálezu použije na směsi štěpných produktů, které pocházejí ze štěpení alkylarylhydroperoxidů, zejména ze štěpení kumenhydroperoxidu (CHP), které se získaly fenolovou syntézou podle Hocka [Hock, S. Lang, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 77B, 257(1944)]. Způsob podle vynálezu lze zjevně rovněž aplikovat na směsi štěpných produktů, které se získají způsoby odvozenými z Hockova postupu, zejména pokud jde o provozní kroky oxidace a štěpení.

V případě použití kyseliny jako katalyzátoru pro štěpení alkylarylhydroperoxidů, zejména CHP, se pH hodnota směsi štěpných produktů před destilačním zpracováním zpravidla nastaví na pH 3 až pH 10, výhodně na pH 4 až pH 7. Této pH hodnoty se dosáhne v daném oboru známým způsobem, což je přidání zásady do směsi štěpných produktů. Zásadou může být, v závislosti na provozních podmínkách, vedlejší produkt celého procesu, například fenoxidový louh, alkalický promývací roztok, který vniká například během

promývání acetonem, anorganická báze, například roztok hydroxidu sodného, hydroxid sodný, amoniak nebo hydroxid amonný, nebo organická báze, například amin nebo diamin, zejména hexamethylendiamin.

Hodnotu pH lze rovněž nastavit použitím iontoměničových pryskyřic před destilačním zpracováním. Tyto pryskyřice a jejich použití jsou odborníkům v daném oboru známy.

V důsledku štěpné reakce ale rovněž v důsledku přidání katalyzátoru nebo neutralizačního činidla směsi štěpných produktů zpravidla obsahují určité množství vody. Tuto vodu lze odstranit odborníkům v daném oboru známým způsobem před zavedením směsi štěpných produktů do způsobu podle vynálezu, přidáním další vody nebo odstraněním vodné fáze ze směsi štěpných produktů. Výhodně se vodná fáze odstraňuje ze směsi štěpných produktů v alespoň jednom zařízení pro separaci fází, například v dělící nádobě („coalescer"). Zvláště výhodné je, pokud má směs štěpných produktů, která má být zpracována destilací, za použití způsobu podle vynálezu, obsah vody 1 % hmotn. až 14 % hmotn., výhodně 6 % hmotn. až 10 % hmotn.

V důsledku neutralizace nebo díky použití provozních proudů obsahujících sůl může směs štěpných produktů obsahovat soli, zejména sodné soli, nebo organické amoniové soli. Zpravidla se tyto soli odstraní při oddělení vodné fáze, která je obsahuje, od organické části směsi štěpných produktů. Pro provádění způsobu podle vynálezu je výhodné (z důvodu omezení solných usazenin na tepelných výměnících a zanášení), pokud se směs štěpných produktů před destilačním zpracováním podle vynálezu ošetří v daném oboru

známým způsobem tak, aby obsah iontových solí poklesl pod 200 mg/l, výhodně pod 50 ml/l.

Způsob podle vynálezu, který bude popsán dále jako příklad destilačního zpracování směsi štěpných produktů produkované homogenní kyselinou katalyzovaným štěpením CHP, je pouze ilustrativním příkladem provádění způsobu podle vynálezu.

Tato směs štěpných produktů může v závislosti na způsobu provádění provozních kroků oxidace, štěpení s případným následným ohřevem, neutralizace a/nebo fázové separace na vodnou a organickou fázi, vedle vody a hlavních produktů, kterými jsou fenol a aceton, a výchozího materiálu, kterým je během oxidace nezreagovaný kumen, rovněž obsahovat různé vedlejší produkty, jakými jsou například α-methylstyren (AMS), acetofenon, hydroxyaceton (HA), fenylbuteny, 3-methylcyklopentan, dimethylfenylkarbinol (DMPC), methylbenzofuran (MBF), mesityloxid (MO) a další karbonylové sloučeniny, například hexanon, heptanon a 2-fenylpropionaldehyd. Výhodně směs štěpných produktů obsahuje alespoň 20 % hmotn. až 70 % hmotn. fenolu, 15 % hmotn. až 45 % hmotn. acetonu, 5 % hmotn. až 30 % hmotn. kumenu, 1 % hmotn. až 5 % hmotn. AMS a 200 mg/l až 5 % hmotn. HA.

Podle vynálezu se směs štěpných produktů rozdělí do alespoň tří frakcí v jediném destilačním kroku. Toho se výhodně dosáhne přenosem směsi štěpných produktů do destilačního zařízení, výhodně destilační kolony, jejíž rozměry jsou takové, že umožňují rozdělení směsi štěpných produktů do tří frakcí.

Zvláště výhodné je, pokud se směs štěpných produktů rozdělí do tří frakcí, takže alespoň jedna frakce obsahuje alespoň 75 %, výhodně 95 %, ketonu přítomného ve štěpném produktu před destilačním krokem. Pokud je použitou směsí štěpných produktů směs získaná štěpením CHP, potom je tímto ketonem aceton. Výhodně se získá alespoň jedna druhá frakce, která obsahuje alespoň 75 %, výhodně alespoň 95 %, substituovaného a/nebo nesubstituovaného fenolu přítomného ve štěpném produktu před destilačním krokem.

Třetí frakce získaná při destilačním zpracování směsi štěpných produktů způsobem podle vynálezu výhodně obsahuje alespoň 75 %, zvláště výhodně alespoň 95 %, benzenu substituovaného jednou, dvěma a/nebo třemi alkylovými skupinami přítomného ve štěpném produktu před destilačním krokem. V případě destilačního zpracování směsi štěpných produktů získané při štěpení CHP tato třetí frakce výhodně obsahuje alespoň 75 %, zvláště výhodně alespoň 95 %, kumenu přítomného ve štěpném produktu před destilačním krokem a alespoň 75 %, zvláště výhodně alespoň 95 %, α-methylstyrenu přítomného ve štěpném produktu před destilačním krokem.

První frakce, která obsahuje keton nebo aceton se výhodně odvádí z hlavy destilační kolony. Druhá frakce, která obsahuje substituovaný nebo nesubstituovaný fenol se výhodně odebírá z paty kolony. Třetí frakce, která obsahuje nezreagovaný benzen substituovaný jednou, dvěma nebo třemi alkylovými skupinami, který se použil při oxidaci, a při přípravě fenolu je tímto benzenem kumen, se odebírá z bočního proudu destilační kolony. Výhodně je místo odběru této třetí frakce umístěno nad místem, kterým se do kolony zavádí směs štěpných produktů a které se rovněž nachází na straně kolony.

Způsob destilačního zpracování podle vynálezu se výhodně provádí tak, že teplota paty kolony dosahuje 140 °C až 200 °C, zvláště výhodně 170 °C až 190 °C. Teplota hlavy kolony se výhodně pohybuje v rozmezí od 30 °C do 90 °C, zvláště výhodně od 38 °C do 58 °C. Teplota uvnitř kolony v oblasti odběrového místa bočního proudu se výhodně pohybuje od 60 °C do 120 °C a zvláště výhodně od 65 °C do 90 °C.

Může být výhodné zpětné zavádění části získaných tří frakcí odebíraných z hlavy kolony, z paty kolony a/nebo z bočního proudu do destilační kolony ve formě refluxu.

Část odebíraná z paty kolony, která se zavádí zpět do destilační kolony, je výhodně ohřívána tepelným výměníkem, přičemž v tomto případě lze jako tepelné médium použít páru nebo provozní proud mající dostatečnou tepelnou energii. Recyklační poměr definovaný jako množství produktu odebraného z paty kolony a recyklovaného ve formě páry, které je vyděleno množstvím produktu odebraného z paty kolony a odváděného z destilační kolony, výhodně dosahuje hodnoty 0 až 10.

Reflux produktu odebíraného z hlavy kolony ve formě páry se výhodně kondenzuje pomocí tepelného výměníku a ve formě kapaliny vrací zpět do destilační kolony. Refluxní poměr definovaný jako množství produktu odebraného z hlavy kolony a recyklovaného ve formě kapaliny, které je vyděleno množstvím produktu odebraného z hlavy kolony a odváděného z destilační kolony, výhodně dosahuje hodnoty 0,2 až 20 a zvláště výhodně 2 až 4.

V případě frakce odebírané z bočního proudu, která může obsahovat vodu a může být rozdělena do dvou fází v zařízení pro fázovou separaci může být výhodná recyklace

organické části této frakce, vodné části této frakce nebo směsi organické a vodné části ve formě refluxu. Zvláště výhodné je, pokud se vodná část a organická část této frakce recyklují do destilační kolony samostatně. Refluxní poměr, vztažený k množství recyklované vody a množství odebrané vody, dosahuje výhodně 0,2 až 3 a zvláště výhodně 0,4 až 2. Voda, která se zavádí zpět do kolony, může být zaváděna v kapalné formě nebo v plynném stavu, přičemž výhodná je kapalná forma. Refluxní poměr vztažený k množství recyklované organické fáze a množství odebrané organické fáze dosahuje výhodně 0,1 až 10 a zvláště výhodně 0,5 až 5. Zbytek organické části této třetí frakce získané v zařízení pro separaci fází se odvádí k dalšímu zpracování, jako je tomu u frakce odebírané z hlavy a z paty destilační kolony. Zbytek vodné části třetí frakce získané ze zařízení pro separaci fází se odvádí k dalšímu zpracování nebo likviduje.

Nicméně rovněž může být výhodné zavádět část vody poskytnuté pro zpracování nebo pro likvidaci zpět do kolony v plynném stavu za použití tepelného výměníku. Matriál se výhodně zavádí do místa, které leží pod místem zavádění štěpného produktu do destilační kolony.

Další zpracování těchto tří frakcí získaných v prvním destilačním kroku se výhodně provádí jako destilační zpracování a může být prováděno způsobem, který byl již popsán v odstavci dosavadního stavu techniky. Zpracování lze provádět způsobem, který je konkrétně přizpůsoben složení jednotlivých frakcí. V závislosti na provádění způsobu podle vynálezu mohou být ve druhé a/nebo třetí frakci přítomny interferující příměsi, zejména hydroxyketony. Pokud jsou hydroxyketony, například hydroxyaceton, přítomny ve druhé frakci, potom lze tuto frakci oddělit,

například od fenolu, různými postupy popsanými v dosavadním stavu techniky.

U zvláště výhodného provedení způsobu podle vynálezu se toto provádí tak, aby třetí frakce podle vynálezu obsahovala alespoň 20 %, výhodně alespoň 50 % a zvláště výhodně alespoň 90 %, hydroxyketonů přítomných ve štěpném produktu před destilačním krokem. V případě destilačního zpracování směsi štěpných produktů získané štěpením CHP tato třetí frakce výhodně obsahuje alespoň 90 % hydroxyacetonu přítomného ve štěpném produktu před destilačním krokem.

Výhodou tohoto typu provádění způsobu podle vynálezu je skutečnost, že se hydroxyaceton, který je přítomen ve třetí frakci, akumuluje ve vodě této frakce. Hydroxyaceton převážně přechází do vodné fáze v zařízení pro separaci fází a může tak být jednoduše vyloučen z procesu společně s vodnou částí třetí frakce. Vodná fáze výhodně obsahuje alespoň 75 %, zvláště výhodně 95 % a ještě výhodněji 98 % hydroxyacetonu přítomného ve třetí frakci obsahující kumen a/nebo AMS.

Může být výhodné, pokud se směs štěpných produktů rozdělí ne do tří hlavních frakcí, jak bylo popsáno výše, ale alespoň do čtyř hlavních frakcí. Taková čtvrtá frakce může být odebírána z dalšího bočního proudu, který se nachází nad odběrovým místem bočního proudu, kterým se odebírá třetí frakce obsahující kumen, a současně pod hlavou kolony a /nebo může být odebírána z dalšího bočního proudu v místě, které se nachází pod místem zavádění směsi štěpných produktů do kolony a současně nad patou kolony, a obsahuje alespoň jednu organickou kyselinu. Jako organickou kyselinu může tato čtvrtá frakce například obsahovat

kyselinu octovou, kyselinu oxalovou, kyselinu mravenčí nebo kyselinu butyrovou nebo směs sestávající z alespoň jedné z těchto kyselin. Výhodně lze tyto frakce obsahující alespoň jednu kyselinu zavádět do destilační kolony před neutralizací. Výhodné může být poskytnutí množiny takových bočních odběrových míst, která budou schopna poskytovat frakce obsahující kyseliny s různými teplotami varu.

U dalšího zvláště výhodného typu provádění způsobu podle vynálezu se první frakce, která v případě CHP štěpení obsahuje alespoň 75 % acetonu přítomného ve směsi štěpných produktů před destilačním zpracováním, převede do acetonové kolony, výhodně v parném stavu a výhodně bokem kolony. U tohoto typu kolony je aceton zbavován nečistot v rozsahu, který splňuje požadavky kladené na čistý aceton (splňuje manganistanový test specifikovaný v ASTM D 1363-94). Příměsi přítomné v surovém acetonu před vstupem do acetonové kolony jsou v podstatě tvořeny acetaldehydem, což je sloučenina, která má nižší teplotu varu než aceton, a sloučeninami, které mají vyšší teplotu varu než aceton.

Aby došlo k odstranění nečistot, musí být acetonová kolona navržena tak, aby bylo možné čistý aceton převážně odebírat bočním odběrovým místem a frakce, ve které se shromažďuje acetaldehyd může být odebírána z hlavy kolony. Část této frakce může být zaváděna zpět, přímo do acetonové kolony, a v tomto případě lze použít tepelný výměník, který částečně nebo zcela zkondenzuje frakci bohatou na acetaldehyd. Refluxní poměr definovaný jako množství refluxu v hlavě kolony, které je vyděleno množstvím bočního proudu, se výhodně pohybuje v rozmezí 0,1 až 1000. Zvláště výhodné je, pokud se část nebo celá frakce bohatá na acetaldehyd převede do reakčního zařízení, ve kterém se uvede do kontaktu s reakčním činidlem, které má zásadité

vlastnosti, výhodně s roztokem hydroxidu sodného zvláště výhodně s 5% až 20% roztokem hydroxidu sodného, přičemž i v tomto případě lze použít tepelný výměník, pomocí něhož lze frakci bohatou na acetaldehyd částečně nebo zcela zkondenzovat. Teplota v tomto reakčním zařízení se výhodně pohybuje od 20 °C do 60 °C. Tlak v tomto reakčním zařízení dosahuje výhodně 0,01 MPa až 0,2 MPa. V tomto reakčním zařízení reaguje acetaldehyd díky zásadité katalýze v aldolové kondenzační reakci, a to buď sám se sebou za vzniku 3-hydroxybutyraldehydu (acetaldol) nebo s acetonem za vzniku hydroxypentanonu. Acetaldol a hydroxypentanon mají vyšší teplotu varu než aceton. Reakční směs se z tohoto reakčního zařízení zavádí bočním výstupem zpět do acetonové kolony. Další část produktu odebíraného z hlavy acetonové kolony lze přímo vyřadit z tohoto procesu a zavést do dalšího zpracovatelského nebo tepelného zařízení.

Z paty acetonové kolony se odebírá směs sloučenin, které mají vyšší teplotu varu než aceton. Tento produkt odebíraný z paty kolony může mimo jiné obsahovat malá množství kumenu a/nebo AMS, které se převádějí do acetonové kolony z první destilační kolony společně s první frakcí, a dále sloučeniny z reakčního zařízení, zejména roztok hydroxidu sodného nebo vodu a sekundární produkty acetaldehydu vznikající aldolovými kondenzačními reakcemi, například acetaldol. Výhodná může být recyklace částic produktu odebíraného z paty kolony v parném stavu. Výhodně se recyklační poměr pohybuje od 0,2 do 400. Zbytek produktu odebraného z paty kolony lze dále zpracovávat nebo použít. Jako zvláště výhodné se jeví izolování zbytků kumenu a/nebo AMS z produktu odebraného z paty kolony tím, že se tento produkt nebo jeho část zavede do kumenové kolony.

Acetonová kolona výhodně pracuje tak, že se v hlavě kolony nastaví teplota 30 °C až 60 °C a v patě kolony se výhodně nastaví teplota 40 °C až 110 °C a zvláště výhodně 50 °C až 80 °C. Teplota v acetonové koloně, v místě bočního odběru, kterým se odebírá čistý aceton, se výhodně pohybuje od 30 °C do 60 °C. Acetonová kolona má výhodně 10 až 120 teoretických pater. Boční odběrové místo, ze kterého se odebírá čistý aceton, se výhodně nachází v oblasti kolony, která má separační potenciál 80 % až 99 %, výhodně 90 % až 95 %. Surový aceton, tj. první frakce z první destilační kolony, se výhodně zavádí do oblasti acetonové kolony, která má separační potenciál 0 % až 30 %. Reakční směs se z reakčního zařízení výhodně zavádí do oblasti acetonové kolony, která má separační potenciál 0 % až 30 %.

Organická část třetí frakce ze zařízení pro separaci fází se převede do kumenové kolony. Tato kolona má výhodně rozměry, které umožňují sloučeniny s nižší teplotou varu než kumen a/nebo AMS, například vodu nebo acetaldol, odvádět z hlavy kolony a sloučeniny, které mají teplotu varu vyšší než AMS a kumen, odvádět z paty kolony, přičemž kumen a/nebo AMS lze odebírat z boku kolony. Výhodně se nejen část produktu odebraného z hlavy kolony ale i rovněž produkt odebraný z paty kolony vrací zpět do kolony. Zvláště výhodně jsou rozměry kumenové kolony a provozní parametry zvoleny tak, aby mohla být směs odebíraná z boku nebo z paty kolony zaváděna přímo do hydrogenačního zařízení.

Kumenová kolona výhodně pracuje tak, že v hlavě kolony je nastavena teplota 40 °C až 170 °C, v patě kolony je výhodně nastavena teplota 110 °C až 180 °C a v místě bočního odběrového místa, kterým je odebírán kumen a/nebo AMS, je výhodně nastavena teplota 110 °C až 180 °C.

Kumenová kolona má výhodně 10 až 90 teoretických pater. Boční odběrové místo, kterým se odebírá kumen a/nebo AMS, se výhodně nachází v oblasti kolony, která má separační potenciál 0 % až 50 %. Organická fáze třetí frakce odebrané z první destilační kolony se výhodně zavádí do oblasti kumenové kolony, která má separační potenciál 10 % až 80 %.

Rovněž je výhodné zvolení kumenové kolony, která má alespoň jedno další boční odběrové místo uspořádané nad bočním odběrovým místem, kterým je z kumenové kolony odebírán kumen a/nebo AMS, a současně pod hlavou kolony, přičemž tímto odběrovým místem může být odebírána alespoň jedna další frakce, která obsahuje alespoň mesityloxid, ketony a/nebo vodu. Poskytnutím jednoho nebo více takových dalších bočních odběrových míst lze dosáhnout toho, že produkt odebíraný z hlavy kumenové kolony může být v podstatě tvořen čistým acetonem, který je prostý mesityloxidu a který může být dále zpracováván, například zavedením do acetonové kolony.

Druhá frakce odebraná z paty první destilační kolony, tj. frakce surového fenolu, která má obsah hydroxyacetonu nižší než 500 mg/l, výhodně nižší než 100 mg/l a zvláště výhodně nižší než 100 mg/l, se zavede bočním vstupem do kolony, která bude dále označována jako kolona surového fenolu. Tato kolona má výhodně rozměry, které umožňují z hlavy kolony odebírat sloučeniny, které mají nižší teplotu varu než fenol, například zbytky kumenu, AMS nebo acetonu, a z paty kolony sloučeniny, které mají teplotu varu vyšší než fenol, přičemž fenol se odebírá z bočního odběrového místa. Výhodně se nejen část produktu odebraného z hlavy kolony ale i produkt odebraný z paty kolony surového fenolu recykluje zpět do kolony. Zvláště výhodně se rozměry kolony surového fenolu a provozní parametry nastaví tak, aby mohla

být fenolová frakce odváděná bočním odběrovým místem zaváděna do dalšího zařízení, kde proběhne čištění fenolu. V případě bočního odběrového místa může být rovněž výhodné recyklování části frakce odebrané z tohoto místa do kolony surového fenolu ve formě refluxu.

Kolona surového fenolu výhodně pracuje tak, že v hlavě kolony je nastavena teplota 120 °C až 200 °C, výhodně 130 °C až 180 °C. Teplota paty kolony se výhodně pohybuje od 120 °C do 220 °C. Teplota v místě bočního odběrového místa kolony surového fenolu, kterým se odebírá fenol, se výhodně pohybuje od 120 °C do 190 °C a zvláště výhodně od 140 °C do 190 °C. Kolona surového fenolu má výhodně 10 až 70 teoretických pater. Boční odběrové místo, kterým se odebírá fenol, se výhodně nachází v oblasti kolony, která má separační potenciál 30 % až 90 %. Druhá frakce z první destilační kolony, tj. surový fenol, se výhodně zavádí do oblasti kolony surového fenolu, která má separační potenciál 0 % až 80 %.

Jako výhodná se jeví recyklace produktu odebraného z hlavy kolony surového fenolu do první destilační kolony. Toto je užitečné, zejména pokud produkt odebraný z hlavy surového fenolu obsahuje relativně velké množství kumenu, AMS a/nebo acetonu. Produkt odebraný z paty kolony surového fenolu obsahující sloučeniny mající vyšší teplotu varu než fenol mohou být zavedeny do dalších destilačních a/nebo krakovacích zařízení, kde dochází ke zvýšení koncentrace těchto sloučenin.

I přes výhodu krakování, kterou je izolace hodnotných sloučenin, například AMS nebo fenolu, a tedy zvyšování celkového výtěžku uvedeného procesu, může být výhodné toto krakování sloučenin s vysokou teplotou varu vypustit,

protože požadavky zařízení a energetická spotřeba nemusí vždy kompenzovat zvýšení celkového výtěžku.

Výhodně se produkt odebíraný z paty kolony surového fenolu převádí do další destilační kolony, která je označena jako kolona sloučenin s vyšší teplotou varu. Produkt odebíraný z paty kolony surového fenolu se výhodně zavádí bočním vstupem do kolony sloučenin s vyšší teplotou varu. Tato kolona má výhodně rozměry, které umožňují odebírat z hlavy kolony sloučeniny s teplotou varu ležící v oblasti teploty varu fenolu, což jsou například zbytky fenolu, kumenu, AMS nebo acetonu, a z paty kolony sloučeniny, které mají teplotu varu výrazně vyšší než fenol. Výhodně se nejenom část produktu odebraného z hlavy kolony ale rovněž produktu odebraného z paty kolony sloučenin s vyšší teplotou varu recykluje zpět do kolony. Refluxní poměr produktu odebraného z hlavy kolony je výhodně 0,5 až 20. Produkt odebraný z paty kolony lze výhodně použít pro krakování nebo pro tepelné zpracování. Produkt odebraný z hlavy kolony sloučenin s vyšší teplotou varu se výhodně zavádí zpět do kolony surového fenolu.

Kolona sloučenin s vyšší teplotou varu výhodně pracuje tak, že se v hlavě kolony nastaví teplota 90 °C až 180 °C. Teplota paty kolony se výhodně pohybuje od 120 °C do 220 °C. Kolona sloučenin s vyšší teplotou varu má výhodně 5 až 70 teoretických pater. Produkt odebíraný z paty kolony surového fenolu se výhodně zavádí do oblasti kolony sloučenin s vyšší teplotou varu, která má separační potenciál 40 % až 100 %.

Fenolová frakce odebíraná z bočního odběrového místa kolony surového fenolu může být za účelem dalšího zpracování zaváděna do destilační kolony. Výhodně se tato

fenolová frakce nejprve zpracuje v reaktoru. Zpracování výhodně sestává z ošetření kyselinovým katalyzátorem, při kterém jsou nežádoucí vedlejší produkty převedeny na sloučeniny, jejichž teplota varu je vyšší nebo nižší než teplota varu fenolu. Zvláště výhodné je, pokud se jako kyselinové katalyzátory použijí kyselinové iontoměniče.

Za účelem dalšího destilačního zpracování fenolové frakce odebrané z kolony surového fenolu se tato frakce v předem zpracovaném nebo nezpracovaném stavu zavede do destilační kolony, která bude dále označována jako kolona čistého fenolu. Tato kolona má rozměry, které umožní odebírat z hlavy sloučeniny mající nižší teplotu varu než fenoly kumenu, AMS, acetonu a/nebo vody, a z paty kolony sloučeniny, které mají teplotu varu vyšší než fenol, přičemž fenol lze odebírat z bočního odběrového místa. Výhodně se do kolony recykluje nejen část produktu odebraného z hlavy ale rovněž část produktu odebraného z paty kolony surového fenolu. Refluxní poměr definovaný jako množství refluxu v hlavě, které je vyděleno množstvím v bočním proudu, je výhodně 0,1 až 1000. Recyklační poměr pro produkt odebíraný z paty kolony je výhodně 0,1 až 40. Zvláště výhodně má kolona čistého fenolu rozměry a provozní parametry nastaveny tak, aby se z bočního odběrového místa odebírala fenolová frakce s obsahem příměsí nižším než 0,01 % hmotn. a výhodně nižším než 0,005 % hmotn. Tento čistý fenol lze zavádět do skladovacích zásobníků nebo jej přímo použít.

Kolona čistého fenolu výhodně pracuje tak, že se teplota v hlavě kolony nastaví na 100 °C až 190 °C. Teplota paty kolony se výhodně pohybuje v rozmezí 120 °C až 210 °C. Teplota v koloně čistého fenolu v místě bočního odběrového místa, z něhož je čistý fenol odebírán, se výhodně pohybuje

v rozmezí od 100 °C do 190 °C. Kolona čistého fenolu má výhodně 10 až 70 teoretických pater. Boční odběrové místo, ze kterého se čistý fenol odebírá, se nachází v oblasti kolony, která má separační potenciál 80 % až 95 %. Fenolová frakce z kolony surového fenolu se výhodně zavádí do oblasti kolony čistého fenolu, která má separační potenciál 10 % až 80 %, ale nikoliv do oblasti kolony, která má stejný separační potenciál jako oblast, z níž je surový fenol odváděn.

Výhodná může být recyklace produktu odebíraného z hlavy kolony čistého fenolu do kolony surového fenolu. Toto je použitelné zejména vzhledem k tomu, že produkt odebíraný z hlavy kolony čistého fenolu často obsahuje kumen, AMS a/nebo aceton. Produkt odebíraný z paty kolony čistého fenolu, který obsahuje sloučeniny mající vyšší teplotu varu než fenol, lze rovněž zavádět zpět do kolony surového fenolu nebo za účelem další koncentrace sloučenin s vyšší teplotou varu do další destilační kolony a/nebo krakovacího zařízení.

Způsob podle vynálezu lze provádět při tlaku 0,005 MPa až 0,2 MPa. V závislosti na nastaveném tlaku, při kterém probíhají jednotlivé provozní kroky, se musí zvolit teploty těchto provozních kroků.

Způsob podle vynálezu lze použít při způsobu přípravy fenolu a acetonu podle vynálezu, který zahrnuje následující kroky:

- oxidaci kumenu na kumenhydroperoxid
- štěpení kumenhydroperoxidu
- destilační zpracování směsi štěpných produktů produkované při štěpení kumenhydroperoxidu

a který zahrnuje rozdělení směsi štěpných produktů na alespoň tři frakce v jediném destilačním kroku. Tímto způsobem podle vynálezu lze fenol vyrábět velmi efektivním způsobem, myšleno ve smyslu nízké spotřeby energie.

Způsob destilačního zpracování směsi štěpných produktů vznikající při štěpení alkylarylhydroperoxidu, a zejména při štěpení CHP podle vynálezu, se výhodně provádí v destilační koloně podle vynálezu pro destilační separaci směsí štěpných produktů získaných při štěpení kumenhydroperoxidu, přičemž rozměry této kolony jsou takové, že umožňují odebírat frakci surového acetonu obsahující alespoň 75 % hmotn. acetonu z hlavy kolony, frakci surového fenolu obsahující alespoň 75 % hmotn. fenolu z paty kolony a frakci, která obsahuje alespoň hydroxyaceton a kumen a/nebo α-methylstyren, z boku kolony.

Destilační kolona podle vynálezu má výhodně 20 až 200 teoretických pater, zvláště výhodně 30 až 70 teoretických pater. Celkový počet pater přítomných v destilační koloně je definován pro účely vynálezu, nezávisle na reálném počtu pater, jako stoprocentní separační potenciál, což umožňuje v případě kolon, které mají různé počty pater, specifikovat oblast, která má podobný separační potenciál. Pata kolony, tj. oblast pod prvním patrem, má tedy separační potenciál 0 %. Hlava kolony, tj. oblast nad nejvyšším patrem, má podle této definice separační potenciál 100 %.

Destilační kolona podle vynálezu má alespoň jeden případný vstup, který se výhodně nachází v oblasti destilační kolony se separačním potenciálem 20 % až 50 %.

Destilační kolona podle vynálezu má rovněž alespoň jedno odběrové místo, kterým může být z kolony odebírána

frakce obsahující alespoň jeden hydroxyketon, kterým je v případě štěpení CHP hydroxyaceton, a benzen substituovaný jednou nebo více alkylovými skupinami, kterým je v případě štěpení CHP kumen a/nebo α-methylstyren. Výhodně je toto boční odběrové místo instalováno v oblasti destilační kolony, která má separační potenciál 15 % až 95 %, výhodně 60 % až 90 %, takže boční odběrové místo je, v případě, že má kolona podle vynálezu 50 teoretických pater, výhodně umístěno mezi 30. a 45. patrem.

Je výhodné, pokud má destilační kolona podle vynálezu alespoň jedno další boční odběrové místo, kterým lze odebírat frakci obsahující alespoň jednu organickou kyselinu. Tato frakce může jako organickou kyselinu obsahovat například kyselinu octovou, kyselinu oxalovou, kyselinu mravenčí nebo kyselinu butyrovou nebo směs sestávající z alespoň jedné z těchto kyselin. Místo pro odběr kyseliny se může nacházet pod a/nebo nad vstupem a/nebo pod a/nebo nad bočním odběrovým místem.

Příkladná provedení způsobu podle vynálezu a zařízení podle vynálezu jsou popsána na obr. 1 a obr. 2, nicméně je třeba upozornit, že mají pouze ilustrativní charakter a nikterak neomezují rozsah vynálezu, který je jednoznačně vymezen přiloženými patentovými nároky.

Obr. 1 znázorňuje formou diagramu jedno provedení destilační kolony podle vynálezu. Destilační kolona K1 podle vynálezu má boční vstup, do kterého může být za účelem destilačního zpracování zaváděna směs SP štěpných produktů. Z hlavy a z paty kolony může být odebírán produkt KP1 odebíraný z hlavy kolony, respektive produkt

SP1 z paty kolony. Destilační kolona podle vynálezu má v každém případě refluxní systémy, pomocí kterých lze vracet produkt odebraný z paty kolony a/nebo produkt odebíraný z hlavy kolony zpět do kolony, a to celé odebrané množství nebo jeho část. V těchto refluxních systémech jsou instalovány tepelné výměníky WT1 a WT2, pomocí kterých je možné dodávat tepelnou energii do produktu odebraného z paty kolony nebo produktu odebraného z hlavy kolony a recyklovaných ve formě refluxu nebo ji z těchto produktů odvádět. Pokud se v destilační koloně podle vynálezu destiluje směs štěpných produktů vznikající při štěpení CHP, potom je produkt odebíraný z hlavy kolony bohatý na aceton a produkt odebíraný z paty kolony je tvořen převážně fenolem a sloučeninami majícími teplotu varu vyšší než fenol.

Destilační kolona podle vynálezu má dále boční odběrové místo, kterým může být z kolony odebírána frakce, která má teplotu varu ležící mezi teplotou varu produktu odebíraného z hlavy kolony a teplotou varu produktu odebíraného z paty kolony. Pokud se v destilační koloně podle vynálezu destiluje směs štěpných produktů získaná při štěpení CHP, potom je tímto bočním odběrovým místem z kolony odebírána směs, která může obsahovat alespoň kumen, AMS a/nebo vodu. Tato směs je potrubím SCA dopravována do zařízení PT1 pro separaci fází, například do dekantéru. Část organické fáze vznikající v tomto zařízení pro separaci fází lze vrátit potrubím RO zpět do destilační kolony. Zbývající část organické fáze lze vést k dalšímu zpracování potrubím CA. Část vodné fáze lze rovněž zavádět zpět do destilační kolony K1 přes potrubí RW1, přičemž výhodně se tato vodná fáze vrací do kolony v kapalném stavu. Zbývající část vodné fáze může být vedena potrubím

W1 k místu jejího následného použití nebo dalšího zpracování.

Případně může být další část vodné fáze zaváděna zpět do destilační kolony K1 potrubím RW2 v parném nebo kapalném stavu, přičemž tato vodná fáze se výhodně zavádí do místa ležícího pod vstupem, kterým je zaváděna směs SP štěpných produktů. Destilační kolona K1 může být případně opatřena alespoň jedním dalším bočním odběrovým místem SOS1 a SOS2. Boční odběrové místo SOS1 se výhodně nachází mezi vstupem pro směs SP štěpných produktů a patou kolony. Boční odběrové místo SOS2 se výhodně nachází mezi bočním odběrovým místem, na které je napojeno potrubí SCA, a hlavou kolony. Frakce, které obsahují alespoň jednu organickou kyselinu, mohou být z kolony odváděny bočními odběrovými místy SOS1 a SOS2.

Obr. 2 znázorňuje formou diagramu celkový způsob destilačního zpracování směsí štěpných produktů získávaných štěpením alkylarylhydroperoxidů, například destilací směsi štěpných produktů získané při štěpení CHP. Tento reprezentativní diagram neobsahuje znázornění různých refluxů do kolony, které by zhoršovaly přehlednost diagramu. Diagram neukazuje ani tepelné okruhy, tj. výměnu tepelné energie mezi jednotlivými frakcemi nebo provozními proudy.

Směs SP štěpných produktů je zaváděna za účelem destilace do destilační kolony K1. Směs štěpných produktů může být již určitým způsobem zpracována, například lze předem nastavit její pH hodnotu a/nebo odstranit veškerou vodnou fázi. V destilační koloně K1 se směs štěpných produktů rozdělí do tří frakcí. Produkt KP1 odebíraný z hlavy kolony je frakcí bohatou na aceton. Frakce odebíraná

z boku destilační kolony K1 potrubím SCA je bohatá na kumen, AMS a/nebo vodu. Produkt SP1 odebíraný z paty destilační kolony K1 je bohatý na fenol.

Produkt KP1 odebíraný z hlavy kolony se zavádí do boku acetonové kolony K2, kde je rozdělen do frakce RA čistého acetonu, která je odebírána z bočního odběrového místa ležícího pod hlavou kolony, do frakce AA obsahující aldehyd a sloučeniny a nízkou teplotou varu, která se odebírá z hlavy kolony, a do frakce SP2 z paty kolony, která obsahuje sloučeniny mající teplotu varu vyšší než aceton. Frakce AA obsahující aldehyd a sloučeniny a nízkou teplotou varu se částečně zavádí do promývačky W, do které se současně zavádí báze B, nebo je odváděna z procesu potrubím KP2. Produkt odebíraný z promývačky W se vrací zpět do acetonové kolony K2. Frakce čistého acetonu RA je odváděna potrubím k dalšímu použití nebo uskladnění. Frakci SP2 z paty kolony lze zavádět například k dalšímu zpracování, jakým je například běžné zpracování odpadních vod, potrubím AB. Část zpracovaného produktu z paty kolony lze odvádět potrubím AB2 do boku kolony K3.

Do kolony K3 je potrubím CA dále zaváděna organická část frakce odváděné potrubím SCA z boku destilační kolony K1. Tato organická část se získá v zařízení PT1 pro separaci fází, do něhož je zaváděna boční frakce destilační kolony K1. Část organické části boční frakce je potrubím RO zaváděna zpět do destilační kolony K1. Vodnou část této boční frakce získanou v zařízení PT1 pro separaci fází lze buď odvádět z procesu jako provozní vodu W1 a/nebo ji lze recyklovat celou nebo její část do destilační kolony K1 refluxem RW.

V koloně K3 se destiluje organická část boční frakce z destilační kolony K1, která obsahuje kumen a/nebo AMS, způsobem, při kterém se z bočního odběrového místa kolony K3 získá frakce CAH, která obsahuje kumen a AMS a je vhodná pro přímé zavedení do zařízení, kde probíhá hydrogenace AMS na kumen. Sloučeniny s teplotou varu vyšší než AMS nebo nižší než kumen se z celkového procesu odebírají jako produkt KP3 odebíraný z hlavy kolony nebo jako produkt SP3 odebíraný z paty kolony. Nad bočním odběrovým místem pro odběr frakce CAH a současně pod hlavou kolony K3 může být nainstalováno alespoň jedno boční odběrové místo KM, skrze které lze odebírat frakce obsahující alespoň mesityloxid a/nebo ketony, zejména ketony jiné než je aceton.

Produkt SP1 odebíraný z paty destilační kolony K1, který je bohatý na fenol, se zavádí do boční části kolony K4 surového fenolu. Surový fenol odbíraný z boku této kolony se dále zpracovává v reaktoru HR, který může například obsahovat kyselinový katalyzátor ve fixním loži, a následně je veden do kolony K5 čistého fenolu. Produkt KP4 odbíraný z hlavy kolony K4 surového fenolu se vede zpět do destilační kolony K1. Produkt SP4 odebíraný z paty kolony K4 surového fenolu se zavádí do kolony K6. U této kolony se sloučeniny s vysokou teplotou varu, například dehet, odebírají z procesu jako produkt SP6 odbíraný z paty kolony a odvádějí k dalšímu využití. Produkt KP6 odbíraný z hlavy kolony je zaváděn zpět, do kolony K4 surového fenolu.

Surový fenol, který se zpracuje v reaktoru HR, a převede do kolony K5 čistého fenolu, kde se rozdělí na čistý fenol RPH, který se odvádí z boku kolony K5 čistého fenolu a následně využívá nebo skladuje, frakci s vyšší teplotou varu, která se odebírá z kolony K5 čistého fenolu jako produkt SP5 odebíraný z paty kolony a recykluje do

kolony K4 surového fenolu, a frakci s nižší teplotou varu, která se z kolony K5 čistého fenolu odvádí jako produkt KP5 odebíraný z hlavy kolony a která se rovněž zavádí zpět do kolny K4 surového fenolu.

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

Směs štěpných produktů, která mimo jiné obsahovala 48 % hmotn. fenolu, 10 % hmotn. kumenu, 3 % hmotn. AMS, 27 % hmotn. acetonu, 0,03 % hmotn. acetaldehydu, 0,1 % hmotn. acetofenonu, 0,1 % hmotn. hydroxyacetonu a 9 % hmotn. vody, se zavedla do destilační kolony znázorněné na obr. 1 a obr. 2, která měla 90 pater, a to v místě, které odpovídalo 40. patru kolony.

Teplota v kolně se nastavila tak, že teplota v hlavě kolony dosahovala 47 °C, teplota v patě kolony dosahovala 179 °C a teplota v bočním odběrovém místě se pohybovala mezi 88 °C a 89 °C. Tlak v patě destilační kolony odpovídal atmosférickému tlaku. Část produktu odebíraného z hlavy kolony, který obsahoval mimo jiné 99 dílů acetonu a 0,1 dílů acetaldehydu, se přemístila do acetonové kolony mající 40 pater, přičemž výška vstupu do acetonové kolony odpovídala 8. patru.

Teplota v acetonové koloně se nastavila tak, že teplota v hlavě kolony dosahovala 42 °C a teplota v patě kolony dosahovala 65 °C. V bočním odběrovém místě, které bylo instalováno ve výšce odpovídající 35. patru a ze kterého se odebíral čistý aceton s obsahem nečistot nižším než 0,25 % hmotn., byla nastavena teplota 42,5 °C. Produkt

odebíraný z hlavy kolony s obsahem acetaldehydu 100 mg/l se kondenzoval a vedl do pračky, do které bylo rovněž zaváděno 10 g 5% roztoku hydroxidu sodného na 1 kg produktu odebíraného z hlavy kolony. Teplota v pračce byla 56 °C. Směs odebíraná z pračky měla obsah acetaldehydu nižší než 20 mg/l.

Produkt odebíraný z paty acetonové kolony, který mimo jiné obsahoval kumen, AMS a vodu, se přemístil do kumenové kolony.

Frakce odebraná z bočního odběrového místa první destilační kolony se přemístila do separační nádoby. V této separační nádobě se vodná fáze, která mimo jiné obsahovala 98 % hmotn. vody a 1,3 % hmotn. hydroxyacetonu, oddělila od organické fáze, která mimo jiné obsahovala 65 % hmotn. kumenu, 30 % hmotn. AMS, 2 % hmotn. fenolu a 0,2 % hmotn. vody. Po separaci fází se více než 95 % hydroxyacetonu přítomného v odebrané frakci nacházelo ve vodné fázi. Část vodné fáze se likvidovala jako odpad. Zbytek vodné fáze se vracel zpět do destilační kolony.

Organická fáze oddělená v separační nádobě od vodné fáze měla obsah hydroxyacetonu nižší než 1000 mg/l. Tato organická fáze se částečně vracela do první destilační kolony. Zbytek organické fáze se vedl bočním vstupem do kumenové kolony, která měla 60 pater, přičemž vstup byl nainstalován ve výšce, která odpovídala 25. patru. Kumenová kolna pracovala tak, že teplota v hlavě kolony dosahovala 56 °C a teplota v patě kolony dosahovala 140 °C. Bočním odběrovým místem, které leželo ve výšce odpovídající 14. patru a jehož teplota dosahovala 138 °C, se oddestilovala směl AMS a kumenu, která obsahovala méně než 2 % hmotn. příměsí. Frakce s nižší a vyšší teplotou varu

odebírané z hlavy, respektive z paty kumenové kolony, byly odstraňovány jako odpad.

Produkt odebíraný z paty první destilační kolony, který obsahoval mimo jiné 94 % hmotn. fenolu a 1,6 % hmotn. acetofenonu, se zaváděl do boku kolony surového fenolu obsahující 70 pater, a to ve výšce, která odpovídala 26. patru. Tato kolona pracovala tak, že teplota v hlavě kolony dosahovala 176 °C a teplota v patě kolony dosahovala 203 °C. Frakce odebraná z hlavy kolony surového fenolu se vracela zpět do první destilační kolony. Frakce produkovaná v patě kolony surového fenolu se převáděla do další kolony, tj. do kolony sloučenin s vyšší teplotou varu, kde se tyto sloučeniny koncentrovaly. Produkt této 50patrové kolony získaný z hlavy kolony při 154 °C představoval frakci, která mimo jiné obsahovala 95 % hmotn. fenolu a 5 % hmotn. acetofenonu. Tato frakce se zaváděla zpět do kolony surového fenolu. Produkt odebíraný z paty kolony sloučenin s vyšší teplotou varu, který se získal při teplotě 203 °C, sestával z dehtu s obsahem fenolu nižším než 5 % hmotn. Proud surového fenolu se odebíral z kolony surového fenolu ve výšce, která odpovídala 55. patru při teplotě 181 °C.

Tento proud surového fenolu obsahoval 99 % hmotn. fenolu. Jako příměsi byly v tomto proudu surového fenolu mimo jiné obsaženy 2-methylbenzofuran, AMS, mesityloxid, malé množství hydroxyacetonu a stopová množství dalších příměsí. Tento proud surového fenolu se vedl skrze reaktor, který obsahoval jako katalyzátor 120 m^3 kyselinové iontoměničové pryskyřice Amberlyst 15. Takto zpracovaný surový fenol se vedl bočním vstupem do 20. patra 45patrové kolony čistého fenolu. Tato kolona, která pracovala za sníženého tlaku, měla teplotu v hlavě kolony 139 °C a teplotu v patě kolony 142 °C. Čistý fenol s obsahem příměsí

nižším než 100 mg/l se odebíral z boku fenolové kolony v místě, které odpovídalo výšce 40. patra při teplotě 140 °C. Frakce odebíraná z hlavy kolony čistého fenolu se vracela zpět do kolony surového fenolu vstupem ležícím pod hlavou této kolony. Frakce odebíraná z paty kolony čistého fenolu se vedla zpět do kolony surového fenolu vstupem, který ležel nad patou kolony.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Způsob destilačního zpracování směsí štěpných produktů produkovaných štěpením alkylarylhydroperoxidů, **vyznačující se tím**, že zahrnuje dělení směsi štěpných produktů do alespoň tří frakcí v jediném destilačním kroku.

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že jedna z frakcí obsahuje alespoň 75 % ketonu přítomného ve štěpném produktu před destilačním krokem.

3. Způsob podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že ketonem je aceton.

4. Způsob podle alespoň jednoho z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že jedna z frakcí obsahuje alespoň 75 % substituovaného a/nebo nesubstituovaného fenolu přítomného ve štěpném produktu před destilačním krokem.

5. Způsob podle alespoň jednoho z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že jedna z frakcí obsahuje alespoň 75 % kumenu přítomného ve štěpném produktu před destilačním krokem a/nebo 75 % α-methylstyrenu přítomného ve štěpném produktu před destilačním krokem.

6. Způsob podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že tato frakce, která obsahuje vodu, kumen a/nebo AMS, obsahuje alespoň 20 % hydroxyacetonu přítomného ve štěpném produktu před destilačním krokem.

7. Způsob podle alespoň jednoho z nároků 5 nebo 6, **vyznačující se tím**, že frakce obsahující alespoň 75 % kumenu přítomného ve štěpném produktu před destilačním krokem a/nebo 75 % α-methylstyrenu přítomného ve štěpném produktu před destilačním krokem se rozdělí v zařízení pro fázovou separaci na vodnou fázi a organickou fázi.

8. Způsob podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že se alespoň část organické fáze vrací zpět do destilačního kroku.

9. Způsob podle nároku 7 nebo 8, **vyznačující se tím**, že se alespoň část organické fáze vede do destilační kolony (kumenové kolony), ve které se organická fáze dělí tak, že se z hlavy kolony odebírají sloučeniny, které mají nižší teplotu varu než kumen nebo α-methylstyren, z paty kolony se odebírají sloučeniny, které mají vyšší teplotu než kumen nebo α-methylstyren a kumen a/nebo α-methylstyren se odebírají bočním odběrovým místem.

10. Způsob podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že se organická fáze dělí v kumenové koloně tak, že se alespoň jedním dalším bočním odběrovým místem, které se nachází nad

bočním odběrovým místem pro odběr kumenu a/nebo α-methylstyrenu a současně pod hlavou kolony, odvádí další frakce, která obsahuje alespoň mesityloxid, ketony a/nebo vodu.

11. Způsob podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že se alespoň část vodné fáze vrací zpět do destilačního kroku v kapalném a/nebo parném stavu.

12. Způsob podle nároku 7 nebo 11, **vyznačující se tím**, že vodná fáze obsahuje 75 % hydroxyacetonu přítomného ve frakci obsahující kumen a/nebo α-methylstyren.

13. Způsob podle alespoň jednoho z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že směs štěpných produktů má před destilačním zpracováním koncentraci fenolu dosahující 20 % hmotn. až 70 % hmotn.

14. Způsob podle alespoň jednoho z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že směs štěpných produktů má před destilačním zpracováním koncentraci hydroxyacetonu dosahující 200 mg/l až 5 % hmotn.

15. Destilační kolona pro destilační separaci směsí štěpných produktů získaných při štěpení kumenhydroxyperoxidu, **vyznačující se tím**, že má rozměry, které umožňují z hlavy kolony odebírat frakci surového acetonu obsahující

alespoň 75 % hmotn. acetonu, z paty kolony odebírat frakci surového fenolu obsahující alespoň 60 % hmotn. fenolu a z boku kolony alespoň jednu frakci, která obsahuje alespoň vodu, kumen a /nebo α-methylstyren.

16. Destilační kolona podle nároku 15, **vyznačující se tím**, že má rozměry, které umožňují z paty kolony odebírat frakci obsahující fenol a alespoň 75 % hydroxyacetonu obsaženého ve směsi štěpných produktů.

17. Destilační kolona podle nároku 15, **vyznačující se tím**, že kolona má rozměry, které umožňují odebírat alespoň z jednoho bočního odběrového místa kolony frakci obsahující kumen a/nebo α-methylstyren a alespoň 75 % hydroxyacetonu přítomného ve směsi štěpných produktů.

18. Destilační kolona podle nároku 17, **vyznačující se tím**, že kolona je opatřena bočním odběrovým místem, kterým lze odebírat frakci obsahující alespoň hydroxyaceton a kumen a/nebo α-methylstyren a které leží v oblasti kolony mající separační potenciál 15 % až 95 %.

19. Destilační kolona podle jednoho z nároků 15 až 18, **vyznačující se tím**, že má 20 až 200 teoretických pater.

20. Destilační kolona podle jednoho z nároků 15 až 19, **vyznačující se tím**, že má alespoň jedno boční odběrové

místo, kterým lze odebírat frakci obsahující alespoň jednu organickou kyselinu.

21. Způsob přípravy fenolu a acetonu, **vyznačující se tím**, že zahrnuje

- oxidaci kumenu na kumenhydroperoxid
- štěpení kumenhydroperoxidu
- destilační zpracování směsi vznikající při štěpení kumenhydroperoxidu,

které zahrnuje izolaci této směsi do alespoň tří frakcí v jediném destilačním kroku.

22. Fenol připravitelný způsobem podle alespoň jednoho z nároků 1 až 14.

23. Aceton připravitelný způsobem podle alespoň jednoho z nároků 1 až 14.

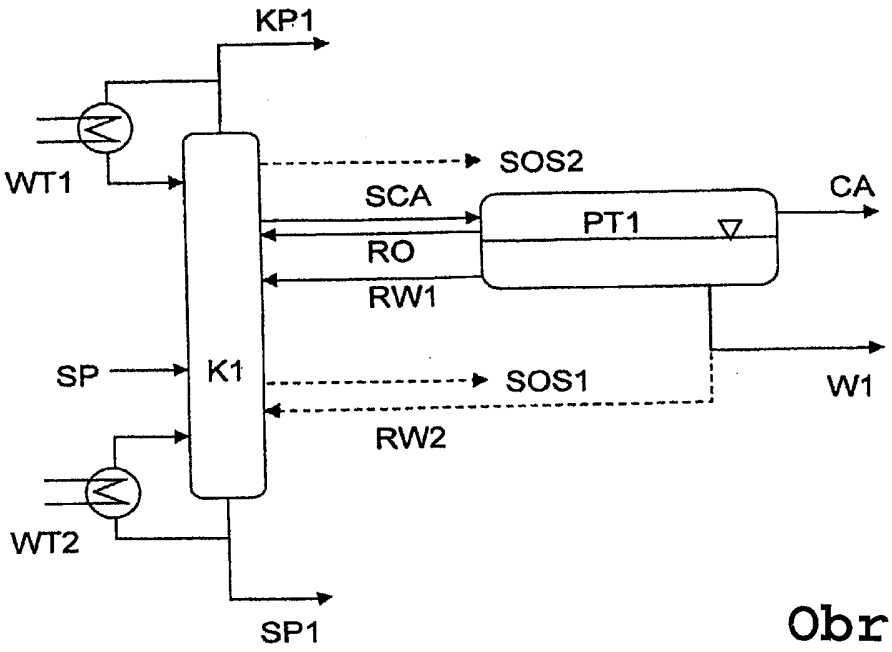
Seznam vztahových značek

K1 - destilační kolona
SP - směs štěpných produktů
KP1 - produkt odebíraný z hlavy kolony
SP1 - produkt odebíraný z paty kolony
WT1 - tepelný výměník
WT2 - tepelný výměník
SCA - potrubí
PT1 - zařízení pro separaci fází
RO - potrubí
CA - potrubí
RW1 - potrubí
W1 - potrubí
RW2 - potrubí
SOS1 - boční odběrové místo
SOS2 - boční odběrové místo
K2 - acetonová kolona
RA - frakce čistého acetonu
AA - frakce obsahující aldehyd a sloučeniny a nízkou teplotou varu
SP2 - frakce z paty kolony
W - promývačka
B - báze
KP2 - potrubí
AB - potrubí
AB2 - potrubí
K3 - kolona
W1 - provozní voda
RW - reflux
CAH - frakce

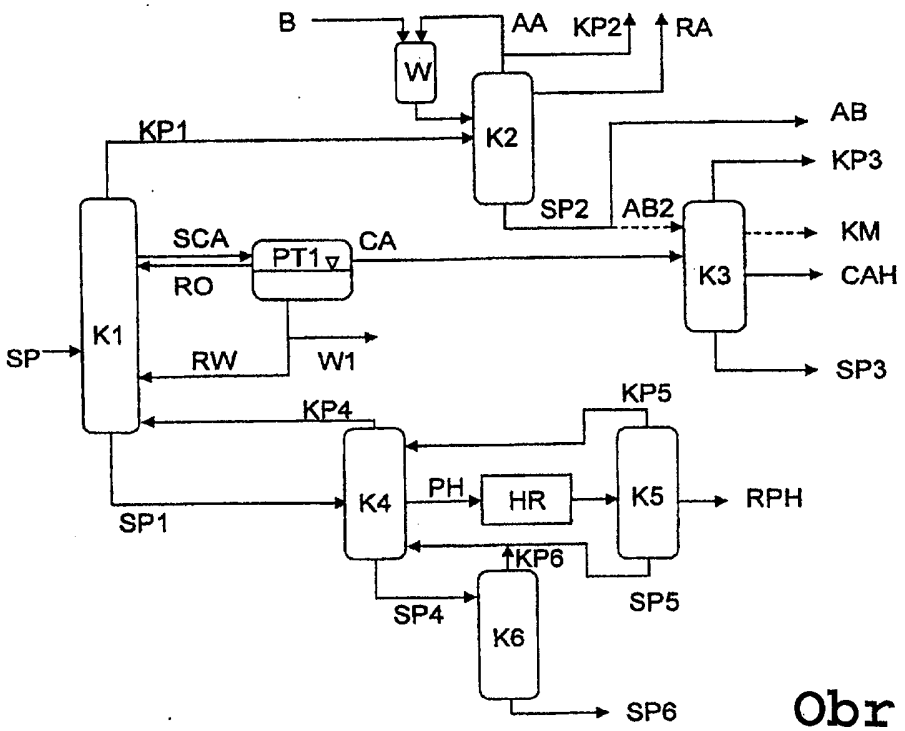
Seznam vztahových značek - pokračování

KP3 - produkt odebíraný z hlavy kolony
SP3 - produkt odebíraný z paty kolony
KM - boční odběrové místo
K4 - kolona surového fenolu
HR - reaktor
K5 - kolona čistého fenolu
KP4 - produkt odebíraný z hlavy kolony
SP4 - produkt odebíraný z paty kolony
K6 - kolona
KP6 - produkt odebíraný z hlavy kolony
SP6 - produkt odebíraný z paty kolony
RPH - čistý fenol
KP5 - produkt odebíraný z hlavy kolony
SP5 - produkt odebíraný z paty kolony

PV 2003-1478
10.10.03



Obr. 1


B
AA
KP2
RA
W
K2
KP1
AB
KP3
SP2
AB2
KM
SCA
PT1
CA
K3
CAH
RO
K1
SP
RW
W1
SP3
KP5
KP4
K4
PH
HR
K5
RPH
SP1
KP6
SP5
SP4
K6
SP6

Obr. 2