
Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8200309**

Nederland

⑲ **NL**

⑤4 **Werkwijze en inrichting voor het stomen van een dehydrogeneringskatalysator.**

⑤1 Int.Cl³: C07C 15/44, C07C 5/333, B01J 37/10.

⑦1 Aanvrager: Cosden Technology Inc. te Wilmington, Delaware, Ver. St. v. Am.

⑦4 Gem.: Ir. H.J.G. Lips c.s.
Haagsch Octrooibureau
Breitnerlaan 146
2596 HG 's-Gravenhage.

②1 Aanvraag Nr. 8200309.

②2 Ingediend 28 januari 1982.

③2 Voorrang vanaf 2 februari 1981.

③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).

③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 230692 .

⑥2 - -

④3 Ter inzage gelegd 1 september 1982.

De aan dit blad gehechte afdruk van de beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en) bevat afwijkingen ten opzichte van de oorspronkelijk ingediende stukken; deze laatste kunnen bij de Octrooiraad op verzoek worden ingezien.

Werkwijze en inrichting voor het stomen van een dehydrogeneringskatalysator.

De uitvinding heeft betrekking op katalytische dehydrogenering van alkylaromatische verbindingen voor het voortbrengen van vinylaromatische verbindingen. Meer in het bijzonder heeft de uitvinding betrekking op een werkwijze en inrichting voor het stomen van de dehydrogeneringskatalysator voor alkylaromatische verbindingen voor het elimineren van de koolstofhoudende afzettingen, die zich vormen gedurende de dehydrogenering van alkylaromatische verbindingen in een systeem, waarin de alkylaromatische voeding aan de dehydrogeneringszone wordt geleid in warmte-overdrachtsbetrekking met de effluënt van de dehydrogeneringszone alvorens te worden ingevoerd in de dehydrogeneringszone.

Vinylaromatische verbindingen zoals styreen, vinyltolueen, α -methylstyreen, divinylbenzeen en dergelijke zijn belangrijk als monomeren, waaruit bruikbare polymeren worden gevormd. Deze monomeren worden kenmerkend geproduceerd door katalytische dehydrogenatie van alkylaromatische verbindingen tot de corresponderende vinylaromatische verbindingen in aanwezigheid van stoom bij verhoogde temperaturen. Alvorens te worden ingevoerd in de dehydrogeneringszone, wordt de alkylaromatische voeding geleid in warmte-wisselingsrelatie met hete effluëntgassen, die afkomstig zijn van de dehydrogeneringszone.

Gedurende de dehydrogeneringsreactie accumuleren koolstofhoudende afzettingen of "cokes" op de katalysator. Deze afzettingen beïnvloeden de katalysatorwerking in nadelige zin. Wanneer de katalysatorwerking afneemt tot onrendabele niveau's, moet de katalysator worden vervangen. Koolstofafzettingen accumuleren tevens in de voeding/effluëntwarmtewisselaar. Ten slotte wordt de warmtewisselaar zo vervuild met de koolstofafzettingen, dat het nodig is om de dehydrogenatie-installatie af te sluiten, zodat de voeding/effluëntwarmtewisselaar uit dienst kan worden genomen en schoongemaakt. Als gevolg worden de kosten van het produceren van vinylaromatische monomeren verhoogd

8200309

zowel door de toegenomen operatiekosten, die toe te schrijven zijn aan de reinigingsoperatie, alsook door het verlies in produktiviteit van de uitrusting.

5 Teneinde de deactiverende koolstofafzettingen te elimineren en de levensduur van de katalysator te verlengen, zijn periodieke behandelingen van een katalysator met hete stoom uitgevoerd. Zo kan bijvoorbeeld een korte periode aan het begin van elke wisseling worden gebruikt voor het stomen van de katalysator.

10 Het periodiek stomen wordt kenmerkend uitgevoerd door de stroom van de alkylaromatische verbinding door de koolwaterstofinlaatleiding, die voert naar de dehydrogeneringsreactor, af te sluiten, terwijl de stroom van oververhitte stoom door de stoominlaatleiding, die
15 leidt naar de hydrogeneringsreactor, wordt gehandhaafd. Aan het einde van de gewenste stoombehandeling wordt de stroom van alkylaromatische verbinding hervat en de dehydrogeneringsreactie opnieuw gestart. Hoewel dergelijke periodieke stoombehandelingen doelmatig zijn voor het
20 verlengen van de levensduur van de katalysator in de dehydrogeneringszone, lossen dergelijke behandelingen niet het probleem op van de koolstofafzettingen in de warmtewisselaar.

Het probleem van de cokesaccumulatie is
25 in het bijzonder ernstig bij de dehydrogenatie van ethyltolueen voor het voortbrengen van vinyltolueen. Wanneer ethyltolueen, dat kleine hoeveelheden vinyltolueen afkomstig van gerecirculeerd ethyltolueen, wordt gevoerd door de warmtewisselaar, is het nodig om de wisselaar
30 met intervallen van 1 tot 2 maanden te reinigen, terwijl, wanneer de koolwaterstofvoeding in hoofdzaak ethylbenzeen bevat, de warmtewisselaar in bedrijf kan worden gehouden gedurende een jaar of meer, alvorens het reinigen noodzakelijk wordt.

35 Het is daarom een doel van de uitvinding om een verbeterde werkwijze en inrichting te verschaffen voor de katalytische dehydrogenering van alkylaromatische verbindingen voor het voortbrengen van vinylaromatische verbindingen, waarbij de alkylaromatische voeding naar
40 de dehydrogeneringsreactor wordt geleid in warmtewisselings-

8200309

betrekking met de effluëntgassen, afgenomen van de dehydrogeneringsreactor, alvorens te worden ingevoerd in de dehydrogeneringsreactor.

5 Een verder doel van de uitvinding is het verschaffen van een verbeterde werkwijze en inrichting voor het stomen van de dehydrogeneringskatalysator en uitrusting bij de katalytische dehydrogenering van alkylaromatische verbindingen voor het voortbrengen van vinylaromatische verbindingen.

10 Het is tevens een doel van de uitvinding om een werkwijze en inrichting te verschaffen voor de katalytische dehydrogenering van alkylaromatische verbindingen voor het voortbrengen van vinylaromatische verbindingen, waarbij de produktie-uitrusting kan lopen gedurende een langere periode, alvorens deze moet
15 worden afgesloten voor reiniging.

Nog een ander doel van de uitvinding is het verschaffen van een werkwijze en inrichting van het hierboven beschreven soort, waarbij de opbouw van koolstof-
20 achtige afzettingen in de warmtewisselaar is geëlimineerd.

Nog een verder doel van de uitvinding is het verschaffen van een inrichting voor katalytische dehydrogenering van alkylaromatische verbindingen voor het voortbrengen van vinylaromatische verbindingen, waarbij
25 de voeding/effluëntwarmtewisselaar minder onderhevig is aan vervuiling.

Een additioneel doel van de uitvinding is het verschaffen van een werkwijze en inrichting, die een meer economische produktie mogelijk maakt van
30 vinylaromatische verbindingen uit alkylaromatische verbindingen door katalytische dehydrogenering.

Nog een verder doel van de uitvinding is het verschaffen van een werkwijze en inrichting voor de katalytische dehydrogenering van alkylaromatische ver-
35 bindingen voor het voortbrengen van vinylaromatische verbindingen, waarbij de uitschakelingstijd wordt gereduceerd en de produktiviteit van de produktie-uitrusting wordt verhoogd.

Het is een bijzonder doel van de uitvinding
40 om een werkwijze en inrichting te verschaffen, die

8200309

in het bijzonder toepasbaar is op de katalytische dehydrogenering van ethyltolueen voor het voortbrengen van vinyltolueen.

Deze en andere doeleinden van de uitvinding worden bereikt door het verschaffen van een werkwijze voor het stomen van de dehydrogeneringskatalysator voor het elimineren van de koolstofachtige afzettingen, gevormd gedurende de katalytische dehydrogenering van alkyларomatische verbindingen voor het voortbrengen van vinylaromatische verbindingen, waarbij de genoemde dehydrogenering wordt uitgevoerd door de genoemde katalysator in contact te brengen in een dehydrogeneringszone bij een verhoogde temperatuur voldoende voor het induceren van dehydrogenatie met oververhitte stoom en een stroom alkyларomatische verbinding, totdat overmatige hoeveelheden koolstofachtige afzettingen worden opgebouwd op de katalysator, en waarbij de stroom alkyларomatische verbinding naar de dehydrogeneringszone eerst stroomt door een warmtewisselaar in warmtewisselingsbetrekking met effluëntgassen, afgenomen van de dehydrogeneringszone, welke werkwijze omvat het onderbreken van de stroom alkyларomatische verbinding door de warmtewisselaar naar de dehydrogeneringszone en het leiden van oververhitte stoom door de genoemde warmtewisselaar naar de dehydrogeneringszone in plaats van de onderbroken stroom van alkyларomatische verbinding.

De doeleinden van de uitvinding worden tevens bereikt door het verschaffen van een inrichting voor het voortbrengen van vinylaromatische verbindingen door katalytische dehydrogenering van alkyларomatische verbindingen, welke inrichting omvat een reactiezone-orgaan, bevattende een bed van dehydrogeneringskatalysator voor alkyларomatische verbindingen, een orgaan voor het invoeren van oververhitte stoom in het genoemde reactiezone-orgaan, een orgaan voor het invoeren van een stroom van alkyларomatische verbinding in het reactiezone-orgaan, een orgaan voor het onttrekken van effluëntgassen aan het genoemde reactiezone-orgaan, een warmtewisselingsorgaan voor het doorleiden van de genoemde stroom van alkyларomatische verbinding in

8200309

warmtewisselingsbetrekking met effluëntgassen, onttrokken aan het genoemde reactiezone-orgaan voorafgaand aan het invoeren van de alkylaromatische verbinding in het reactiezone-orgaan, een orgaan voor het selectief onderbreken van de stroom van alkylaromatische verbinding door het genoemde warmtewisselingsorgaan naar het reactiezone-orgaan, en een orgaan voor het doorleiden van oververhitte stoom door het genoemde warmtewisselingsorgaan naar het reactiezone-orgaan in plaats van de onderbroken stroom van alkylaromatische verbinding.

Bij verdere aspecten van de uitvinding wordt de stroom oververhitte stoom door de stoominlaatleiding in de reactiezone gedeeltelijk of geheel afgeleid door de voeding/effluëntwarmtewisselaar; de temperatuur van de oververhitte stoom loopt daarbij tussen ongeveer 700 en 760°C; en de doorgang van stoom door de voeding/effluëntwarmtewisselaar wordt op periodieke intervallen herhaald teneinde opbouw van koolstofachtige afzettingen in de warmtewisselaar te voorkomen.

De uitvinding zal thans in meer details worden uiteengezet onder verwijzing naar de tekening, waarin een schematische weergave van een installatie voor het voortbrengen van vinylaromatische verbindingen door katalytische dehydrogenering van de corresponderende alkylaromatische verbindingen volgens de uitvinding is gegeven.

De uitvinding zal in het verdere worden beschreven onder verwijzing naar een systeem voor het voortbrengen van vinyltolueen door katalytische dehydrogenering van ethyltolueen. Het zal evenwel duidelijk zijn, dat de werkwijze en de inrichting van de uitvinding evenzeer toepasbaar zijn op de produktie van andere vinylaromatische monomeren zoals styreen, α -methylstyreen, divinylbenzeen en dergelijke. Het valt volledig binnen het kader der techniek de operationele parameters naar nodig in te stellen, teneinde een systeem aan te passen aan andere vinylaromatische monomeren.

In de enkele figuur van de tekening is een systeem weergegeven voor het voortbrengen van vinyltolueen. Tolueen en ethyleen worden ingevoerd resp.

8200309

via de leidingen 2 en 4 in een alkyleringsreactor 6, waar het toluen wordt gealkyleerd voor het voortbrengen van ethyltoluen. Het resulterende ethyltoluen wordt van de alkyleringsreactor 6 via leiding 8 getransporteerd naar een verdamper 10, waar het in warmtewisselingsbetrekking met stoom van leiding 12 wordt geleid en verdampt. De ethyltolueendampen gaan vervolgens via leiding 14 naar een voeding/effluëntwarmtewisselaar 16, waar de dampen verder worden verhit door deze in warmtewisselingsbetrekking met de hete effluënt van de dehydrogeneringsreactor te leiden. De stoom van verdamperwarmtewisselaar 10 gaat via leiding 18 naar een verhitter 20, waar de stoom wordt oververhit. De hete ethyltolueendampen van warmtewisselaar 16 en de oververhitte stoom van verhitter 20 gaan vervolgens naar een dehydrogeneringsreactor 22 resp. via de leidingen 24 en 26. De snelheid, waarmee ethyltolueendampen worden ingevoerd in de dehydrogeneringsreactor, variëren algemeen van een ruimtelijke vloeistofsnelheid per uur van ongeveer 0,4 tot ongeveer 0,8. Desgewenst kan meer dan één reactieketel worden gebruikt als dehydrogeneringsreactiezone.

De dehydrogeneringsreactor 22 bevat een bed dehydrogeneringskatalysator voor alkylaromatische verbindingen. Algemeen is de katalysator een base-metaalkatalysator in vaste korrelige vorm. Kenmerkende dehydrogeneringskatalysatoren voor alkylaromatische verbindingen zijn geactiveerde ijzeroxydekatalysatoren. Talrijke geschikte katalysatoren zijn commercieel verkrijgbaar. Geschikte katalysatoren omvatten bijv. Shell-105, Shell-015, United-G64A, United-G64C of United-G64D. De temperaturen binnen de dehydrogeneringsreactor zijn gelegen tussen ongeveer 550°C en ongeveer 700°C, bij voorkeur tussen ongeveer 560°C en ongeveer 650°C. De verhoudingen van stoom en ethyltoluen, ingevoerd in de dehydrogeneringsreactor, kunnen variëren van ongeveer 1 tot ongeveer 10 gew. dln. stoom per deel ethyltoluen, hetgeen correspondeert met een mol verhouding van stoom tot koolwaterstof ongeveer 7,5 tot 1 tot ongeveer 75 tot 1. Bij voorkeur

8200309

is de gewichtsverhouding van stoom tot ethyltolueen van ongeveer 2 tot ongeveer 4 gew. dln. stoom per deel ethyltolueen, corresponderende met een mol verhouding stoom tot koolwaterstof tussen ongeveer 15 tot 1 en ongeveer 5 30 tot 1.

De effluëntdampen, die de hydrogeneringsreactor 22 verlaten, bevatten een mengsel van stoom, vinyltolueen, waterstofgas, enig niet gedehydrogeneerd ethyltolueen, en kleine hoeveelheden van andere alkylaromatische 10 verbindingen. De effluëntdampen gaan door de leiding 28 naar de voeding/effluëntwarmtewisselaar 16, waar een gedeelte van hun warmte wordt overgedragen aan de binnenkomende ethyltolueenvoeding. Van warmtewisselaar 16 gaan de produktdampen door leiding 30 naar een andere 15 warmtewisselaar 32, waar meer van hun warmte wordt overgedragen aan stoom, die binnenkomt via leiding 34. De gedeeltelijk gekoelde dampen gaan vervolgens door leiding 36 naar een afkoelzone 38, waar zij worden afgekoeld met een stroom water, die binnenkomt via leiding 20 40. Het afgekoelde produkt gaat van afkoelzone 38 via leiding 42 naar een condensor, bijv. luchtkoeler 44, waar de produktstroom uiteindelijk wordt gekoeld tot een temperatuur tussen ongeveer 20°C en ongeveer 80°C, bij voorkeur tussen ongeveer 30 en ongeveer 70°C, waarmee 25 de condensatie van het water en koolwaterstof is voltooid.

Het condensaat van luchtkoeler 44 gaat via leiding 46 naar een scheidingstrommel 48. De koolwaterstofbestanddelen van de produktstroom worden afgescheiden van de waterige bestanddelen in kamer 50 en stromen over 30 de top van overloop 52 in kamer 54. Niet gecondenseerde gassen zoals waterstof worden onttrokken aan separator 48 via leiding 56. Het waterige condensaat wordt onttrokken aan de bodem van kamer 50 via leiding 58. Een gedeelte van het water, dat gaat door leiding 58, kan worden 35 afgeleid door leiding 40 teneinde te worden ingevoerd in de bluszone 38. Het overblijvende water van leiding 58 kan met voordeel worden geleid naar de stoomketel, die de stoom produceert, die in het systeem wordt gebruikt. Het ruwe vinyltolueen wordt onttrokken aan kamer 54 40 van separator 48 via leiding 60 naar een zuiveringstrap,

8200309

bijv. een gebruikelijke destillatiereeks (niet getoond).

Zoals eerder opgemerkt beginnen zich gedurende bedrijf van het systeem koolstofachtige afzettingen of "cokes" te vormen op de dehydrogeneringskatalysator in het reactiezoneorgaan 22. Teneinde de afzettingen te elimineren en de bruikbare levensduur van de katalysator te verlengen, wordt de stroom alkylaromatische verbinding door de koolwaterstofleidingsegmenten 14 en 24 onderbroken. Hiertoe is een afsluitklep 62 aangebracht op het inlaatleidingsegment 14. De stroom oververhitte stoom door stoominlaatleiding 26 naar de reactiezone via de stoominlaatleiding 26 wordt voortgezet. De stoom reageert met de koolstofachtige afzettingen door middel van de water-gasreactie, waardoor voorkomen wordt, dat de afzettingen zich op de katalysator kunnen opbouwen.

Teneinde af te rekenen met de koolstofachtige afzettingen, die zich vormen in de voeding/effluëntwarmtewisselaar 16, is een stoomafleidingsleiding 64 aangebracht tussen de stoominlaatleiding 26 en het koolwaterstofinlaatleidingssegment 14. Een regelklep 66 is aangebracht op stoomafleidingsleiding 64. Stoom kan zodoende worden ingevoerd in de koolwaterstofinlaatleiding stroomopwaarts van de voeding/effluëntwarmtewisselaar.

Nadat de stroom alkylaromatische verbinding is onderbroken door de klep 62 af te sluiten, wordt klep 66 geopend, zodat oververhitte stoom kan stromen door de voeding/effluëntwarmtewisselaar naar de dehydrogeneringsreactiezone. De oververhitte stoom, die stroomt door de voeding/effluëntwarmtewisselaar, reageert met elke koolstofachtige afzetting, die zich heeft begonnen te vormen in de warmtewisselaar op dezelfde wijze, als de oververhitte stoom, die stroomt door de dehydrogeneringszone, reageert met cokes, gevormd op de katalysator. Een opbouw van koolstofachtige residuën in de voeding/effluëntwarmtewisselaar wordt aldus voorkomen. Na het gewenste interval van stoombehandeling wordt de klep 66 gesloten teneinde de stroom oververhitte stoom door de voeding/effluëntwarmtewisselaar te beëindigen, en klep 22 wordt geopend, teneinde de stroom alkylaromatische

verbinding door de voeding/effluëntwarmtewisselaar naar het reactiezone-orgaan te hervatten en de dehydrogeneringsreactie opnieuw te starten.

De temperatuur van de oververhitte stoom
5 ligt bij voorkeur tussen ongeveer 700°C en ongeveer 760°C. De lengte van de stoombehandelingen zal variëren in afhankelijkheid van de identiteit van de alkylaromatische verbinding, die wordt toegevoerd naar de dehydrogeneringsreactor, de temperaturen, die heersen in de voeding/
10 effluëntwarmtewisselaar, en de frequentie van de stoombehandelingen. Voor het dehydrogeneren van ethyltolueen voor het voortbrengen van vinyltolueen is het bevredigend gebleken om oververhitte stoom door de voeding/effluëntwarmtewisselaar te leiden gedurende een periode van
15 ongeveer 5 tot ongeveer 15 min., bij voorkeur ongeveer 8 tot ongeveer 10 min., bij de start van elke 8 uren verwisseling.

De temperatuur, die heerst in de voeding/effluëntwarmtewisselaar, hangt af van de temperatuur
20 van de effluëntgassen, die worden onttrokken aan de dehydrogeneringszone. Het is gewenst, dat de temperatuur van de effluëntgassen minder is dan ongeveer 700°C en de temperatuur van de hete buiswand van de warmtewisselaar zal liggen tussen ongeveer 500°C en ongeveer 600°C.
25 Bij voorkeur is de temperatuur van de effluëntgassen ongeveer 650°C. Indien de temperatuur van de effluëntgassen dit niveau overschrijdt, kan dit aangeven, dat de temperatuur, die heerst in de dehydrogeneringsreactiezone, te hoog is. Overmatig hoge bedrijfstemperaturen
30 in de dehydrogeneringszone moeten worden vermeden, aangezien deze de katalysator kunnen beschadigen. Overmatig hoge temperaturen in de voeding/effluëntwarmtewisselaar kunnen de vorming van ongewenste cokesafzettingen doen toenemen.

In de reactiezone, getoond in de figuur,
35 is een afsluitklep 68 aangebracht op de stoominlaatleiding 26. Indien klep 68 wordt opengehouden, zal slechts een gedeelte van de oververhitte stoom, die stroomt naar de dehydrogeneringsreactor, worden afgeleid teneinde te gaan door de voeding/effluëntwarmtewisselaar, wanneer
40 klep 66 is geopend. Door klep 68 te sluiten, nadat

8200309

klep 66 is geopend, is het mogelijk om de gehele stroom oververhitte stoom af te leiden door de voeding/effluënt-reactor. De hoeveelheid stoom, die moet worden afgeleid door de warmtewisselaar, hangt vanzelfsprekend af van de
5 mate van cokesvorming, die in de warmtewisselaar plaatsvindt.

Verdere aspecten van de uitvinding zullen duidelijk worden aan de hand van het thans volgende niet beperkende voorbeeld.

10 VOORBEELD I

Ethyltolueen en oververhitte stoom worden continu ingevoerd in een dehydrogeneringsreactor, die een bed Shell-105 dehydrogeneringskatalysator bevat, en een vinyltolueen-bevattende effluëntgasstroom wordt
15 onttrokken aan de reactiezone. De ethyltolueenvoeding wordt gevoerd door een mantel en buiswarmtewisselaar in warmtewisselingsbetrekking met de hete effluëntgassen, onttrokken aan de reactiezone, alvorens het ethyltolueen wordt ingevoerd in de dehydrogeneringsreactor. De
20 temperatuur van de oververhitte stoom is ongeveer 725°C. Het ethyltolueen wordt verdampt door dit te leiden in warmtewisselingsbetrekking met hete stoom voorafgaand aan het toevoeren ervan naar de voeding/effluëntwarmtewisselaar. De snelheid, waarmee ethyltolueen wordt
25 toegevoerd naar de dehydrogeneringszone, wordt zodanig geregeld, dat er een ruimtelijke vloeistofsnelheid per uur in acht genomen blijft van ongeveer 0,6. De snelheid waarmee stoom wordt ingevoerd, wordt zodanig geregeld, dat er een mol verhouding stoom ten opzichte van koolwaterstof wordt aangehouden van ongeveer 25 tot 1. De temperatuur
30 van de effluëntgassen, onttrokken aan de dehydrogeneringsreactiezone, is ongeveer 650°C.

Aan het begin van elke acht uur durende produktieverwisseling, wordt de stroom ethyltolueen door
35 de voeding/effluëntwarmtewisselaar naar de dehydrogeneringsreactor onderbroken door een afsluitklep te sluiten, die is gelegen op de koolwaterstofinlaatleiding stroomopwaarts van de voeding/effluëntwarmtewisselaar, en oververhitte stoom wordt geleid door de voeding/effluëntwarmtewisselaarplaats van de onderbroken stroom ethyl-
40

tolueen door het openen van een regelklep op een stoomafleidingsleiding, die geleid is tussen de stoominlaatleiding en de koolwaterstofinlaatleiding van de dehydrogeneringsreactor. Tegelijk wordt een regelklep op de stoominlaat-
5 leiding gesloten, zodat alle stoom wordt afgeleid teneinde te gaan door de voeding/effluëntwarmtewisselaar. Na 10 tot 15 min. wordt de regelklep op de stoominlaatleiding opnieuw geopend, de klep op de stoomafleidingsleiding gesloten, en de regelklep op de koolwaterstofinlaatleiding geopend,
10 teneinde de stroom van ethyltolueen door de voeding/-effluëntwarmtewisselaar naar de dehydrogeneringsreactor te hervatten en de dehydrogeneringsreactie opnieuw te starten.

Na 150 dagen bedrijf op deze wijze wordt de
15 voeding/effluëntwarmtewisselaar uit bedrijf genomen en geïnspecteerd. Slechts verwaarloosbare cokesvorming van de warmtewisselaar wordt waargenomen, hetgeen aangeeft, dat een continu bedrijf mogelijk is. In tegenstelling daarmee is bij een gebruikelijk bedrijf, wanneer er
20 niet periodiek stroom wordt geleid door de voeding/-effluëntwarmtewisselaar, de warmtewisselaar in het algemeen zo vervuild met koolstofachtige afzettingen, dat reiniging van de wisselaar noodzakelijk is, alvorens het systeem opnieuw in bedrijf kan worden gezet.

25 De hiervoor behandelde uitvoeringsvormen zijn uitsluitend beschreven teneinde de uitvinding toe te lichten en dienen niet ter beperking daarvan. Modificaties van de beschreven uitvoeringsvormen, gelegen binnen het kader van de uitvinding zullen de vakman duidelijk zijn.
30

- C o n c l u s i e s -

1. Werkwijze voor het stomen van een dehydroge-
neringskatalysator voor het elimineren van koolstofachtige
afzettingen, gevormd gedurende katalytische dehydrogenering
van een alkylaromatische verbinding teneinde een vinyl-
5 aromatische verbinding voort te brengen, m e t h e t
k e n m e r k, dat de dehydrogenering wordt uitgevoerd
door de katalysator in een dehydrogeneringszone bij een
verhoogde temperatuur voldoende om dehydrogenering in
te leiden, in contact te brengen met een stroom alkyl-
10 aromatische verbinding en oververhitte stoom, en de
stroom alkylaromatische verbinding naar de dehydrogenerings-
zone eerst te laten gaan door een warmtewisselaar in
warmtewisselingsbetrekking met effluëntgassen, onttrokken
aan de dehydrogeneringszone, waarbij de stroom alkyl-
15 aromatische verbinding door de warmtewisselaar naar de
dehydrogeneringszone wordt onderbroken, en superverhitte
stoom door de genoemde warmtewisselaar naar de dehydro-
generingszone wordt geleid in plaats van de onderbroken
stroom alkylaromatische verbinding.
- 20 2. Werkwijze volgens conclusie 1, m e t h e t
k e n m e r k, dat er zich koolstofachtige afzettingen
accumuleren op de katalysator.
3. Werkwijze volgens conclusie 2, m e t h e t
k e n m e r k, dat zich koolstofachtige afzettingen
25 accumuleren zowel in de warmtewisselaar als op de kata-
lysator.
4. Werkwijze volgens conclusie 3, m e t h e t
k e n m e r k, dat de doorgang van oververhitte stoom
door de warmtewisselaar naar de dehydrogeneringszone
30 wordt voortgezet, totdat de geaccumuleerde koolstof-
achtige afzettingen in de warmtewisselaar zijn geëlimineerd,
waarna de doorgang van oververhitte stoom door de warmte-
wisselaar wordt beëindigd en de stroom alkylaromatische
verbinding door de warmtewisselaar naar de dehydrogenerings-

zone wordt hervat.

5. Werkwijze volgens conclusie 4, m e t h e t
k e n m e r k, dat de onderbreking van de stroom alkyl-
aromatische verbinding door de warmtewisselaar naar
5 de dehydrogeneringszone, de doorvoer van oververhitte
stoom door de warmtewisselaar naar de dehydrogenerings-
zone in plaats van de onderbroken stroom alkylaromatische
verbinding, de beëindiging van de stroom van oververhitte
stoom door de warmtewisselaar en de hervatting van de
10 stroom van alkylaromatische verbinding door de warmte-
wisselaar naar de dehydrogeneringszone worden herhaald
bij periodieke intervallen teneinde te voorkomen, dat
zich koolstofachtige afzettingen opbouwen in de warmte-
wisselaar.

15 6. Werkwijze volgens conclusie 1, m e t h e t
k e n m e r k, dat de stroom oververhitte stoom naar
de dehydrogeneringszone ten minste gedeeltelijk wordt
afgeleid teneinde eerst te stromen door de warmtewisselaar
in plaats van de stroom alkylaromatische verbinding,
20 wanneer de stroom alkylaromatische verbinding is onder-
broken.

7. Werkwijze volgens conclusie 6, m e t h e t
k e n m e r k, dat de stroom oververhitte stoom naar de
25 dehydrogeneringszone geheel wordt afgeleid teneinde
te stromen door de warmtewisselaar in plaats van de
onderbroken stroom alkylaromatische verbinding, alvorens
te treden in de dehydrogeneringszone.

8. Werkwijze volgens conclusie 1, m e t h e t
30 k e n m e r k, dat de stroom alkylaromatische verbinding
wordt verdampt voorafgaand aan het doorleiden van deze
stroom alkylaromatische verbinding door de warmtewisselaar.

9. Werkwijze volgens conclusie 8, m e t h e t
k e n m e r k, dat de stroom alkylaromatische verbinding
35 wordt verdampt door deze in indirecte warmtewisselings-
betrekking met hete stoom door te leiden.

8200309

10. Werkwijze volgens conclusie 1, m e t h e t
k e n m e r k, dat de genoemde vinylaromatische verbinding
is gekozen uit de groep bestaande uit styreen, vinyltolueen,
 α -methylstyreen en divinylbenzeen.
- 5 11. Werkwijze volgens conclusie 10, m e t h e t
k e n m e r k, dat de alkylaromatische verbinding ethyl-
benzeen is en de vinylaromatische verbinding styreen.
12. Werkwijze volgens conclusie 10, m e t h e t
k e n m e r k, dat de alkylaromatische verbinding ethyl-
10 tolueen en de vinylaromatische verbinding vinyltolueen is.
13. Werkwijze volgens conclusie 1, m e t h e t
k e n m e r k, dat de verhoogde temperatuur is gelegen
in het gebied van ongeveer 550°C tot ongeveer 700°C .
14. Werkwijze volgens conclusie 13, m e t h e t
15 k e n m e r k, dat de verhoogde temperatuur is gelegen
in het gebied van ongeveer 560°C tot ongeveer 650°C .
15. Werkwijze volgens conclusie 1, m e t h e t
k e n m e r k, dat de temperatuur van de oververhitte
stoom ligt in het gebied van ongeveer 700°C tot ongeveer
20 760°C .
16. Werkwijze volgens conclusie 1, m e t h e t
k e n m e r k, dat de dehydrogeneringskatalysator een
geactiveerde ijzeroxydekatalysator is.
17. Werkwijze volgens conclusie 1, m e t h e t
25 k e n m e r k, dat de temperatuur van de effluëntgassen,
onttrokken aan de dehydrogeneringszone, minder is dan
ongeveer 700°C .
18. Werkwijze volgens conclusie 17, m e t h e t
k e n m e r k, dat de temperatuur van de effluëntgassen,
30 onttrokken aan de dehydrogeneringszone, minder is dan
ongeveer 650°C .

8200309

19. Werkwijze volgens conclusie 1, m e t h e t k e n m e r k, dat de warmtewisselaar een mantel-en-buiswarmtewisselaar is.

20. Werkwijze volgens conclusie 1, m e t h e t k e n m e r k, dat de temperatuur, die heerst in de warmtewisselaar, is gelegen in het gebied van ongeveer 500°C tot ongeveer 600°C.

21. Inrichting voor het voortbrengen van vinyl-aromatische verbindingen door katalytische dehydrogenering van alkylaromatische verbinding onder toepassing van de werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, m e t h e t k e n m e r k, dat de inrichting omvat:

een reactiezone-orgaan, dat een bed van dehydrogeneringskatalysator voor alkylaromatische verbindingen bevat;

een orgaan voor het invoeren van een stroom van alkylaromatische verbinding in het reactiezone-orgaan;

een orgaan voor het invoeren van oververhitte stoom in het reactiezone-orgaan;

een orgaan voor het onttrekken van effluënt-gassen uit het reactiezone-orgaan;

een warmtewisselingsorgaan voor het doorleiden van de stroom alkylaromatische verbinding in warmtewisselingsbetrekking met effluëntgassen onttrokken aan

het reactiezone-orgaan voorafgaand aan het invoeren van de alkylaromatische verbinding in het reactiezone-orgaan;

een orgaan voor het selectief onderbreken van de stroom alkylaromatische verbinding door het warmtewisselingsorgaan naar het reactiezone-orgaan, en

een orgaan voor het leiden van oververhitte stroom door het warmtewisselingsorgaan naar het reactiezone-orgaan in plaats van de onderbroken stroom alkylaromatische verbinding.

22. Inrichting volgens conclusie 21, m e t h e t k e n m e r k, dat het orgaan voor het invoeren van een stroom alkylaromatische verbinding in het reactiezone-orgaan een koolwaterstofinlaatleiding omvat, die uitmondt in het

8200309

reactiezone-orgaan, en dat het orgaan voor het onderbreken van de stroom alkylaromatische verbinding door het warmtewisselingsorgaan naar het reactiezone-orgaan een afsluitklep omvat op de koolwaterstofinlaatleiding stroomopwaarts van het warmtewisselingsorgaan.

23. Inrichting volgens conclusie 22, met het kenmerk, dat het orgaan voor het leiden van oververhitte stoom door het warmtewisselingsorgaan een orgaan omvat voor het invoeren van oververhitte stoom in de koolwaterstofinlaatleiding tussen de genoemde afsluitklep en het warmtewisselingsorgaan.

24. Inrichting volgens conclusie 23, met het kenmerk, dat het orgaan voor het invoeren van oververhitte stoom in het reactiezone-orgaan een stoominlaatleiding omvat, die direkt uitmondt in het reactiezone-orgaan.

25. Inrichting volgens conclusie 24, met het kenmerk, dat het orgaan voor het invoeren van oververhitte stoom in de koolwaterstofinlaatleiding een afleidingsleiding omvat, die leidt van de stoominlaatleiding naar de koolwaterstofinlaatleiding.

26. Inrichting volgens conclusie 25, met het kenmerk, dat deze verder een kleporgaan heeft op de genoemde afleidingsleiding.

27. Inrichting volgens conclusie 26, met het kenmerk, dat deze verder een afsluitkleporgaan heeft op de stoominlaatleiding tussen de genoemde afleidingsleiding en het reactiezone-orgaan.

28. Inrichting volgens conclusie 21, met het kenmerk, dat de dehydrogeneringskatalysator een geactiveerde ijzeroxydekatalysator is.

29. Inrichting volgens conclusie 21, met het kenmerk, dat het warmtewisselingsorgaan een

mantel-en-buiswarmtewisselaar is.

