

2

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

71263

Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 01.06.1967 (P. 120 873)

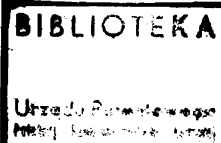
Pierwszeństwo: 13.06.1966 Stany
Zjednoczone
Ameryki

Zgłoszenie ogłoszono: 30.12.1972

Opis patentowy opublikowano: 25.10.1974

Kl. 23b,1/04

MKP C10g 9/00



Twórca wynalazku: Herman N. Woebecke

Uprawniony z patentu: Stone & Webster Engineering Corporation, Boston (Stany Zjednoczone Ameryki)

Sposób szybkiego chłodzenia gorących cieczy i/lub gazów, oraz urządzenie do stosowania tego sposobu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób szybkiego chłodzenia gorących cieczy i/lub gazów, zwłaszcza pod wysokim ciśnieniem oraz urządzenie do stosowania tego sposobu, przeznaczone zwłaszcza do zastosowania w procesie krakingowego wytwarzania olefinów.

Reakcje krakingu, które są przeprowadzane w wysokich temperaturach, przebiegają bardzo gwałtownie. Aby uniemożliwić wytwarzanie dużej ilości niepożądanych produktów ubocznych oraz osadzanie się koksu, konieczne jest szybkie chłodzenie gazów wychodzących z obszaru ogrzewania o temperaturze 810—900°C do temperatury, w której reakcje krakingowe zostają wstrzymane. Może to być dokonane przez szybkie ochłodzenie w odpowiednim wymienniku ciepła o 55—350°C, to jest od temperatury 810—900°C do temperatury 570—755°C.

Chłodzenie powinno być przeprowadzane bardzo szybko, natychmiast po wyjściu gazów z pieca krakingowego, w czasie nie dłuższym niż 30 m/sek. Stwierdzono, że gdy etap chłodzenia trwa dłużej niż 30 m/sek., w kanałach wewnętrznych urządzenia chłodzącego osadza się koks. Dzieje się tak na skutek tego, że w urządzeniu chłodzącym zachodzą reakcje, powodujące zmniejszenie ilości uzyskiwanego olefinu i zwiększenie ilości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych i/lub innych związków o małej lotności.

Znane urządzenia chłodzące stosowane do chłodzenia gazów z krakingu węglowodorów, na przykład płaszczowo-rurowy wymiennik ciepła, powodują znaczny spadek ciśnienia przechodzącego przez nie gazu. Taki

2

wymiennik ciepła ma wiele rur i jest wyposażony w głowicę wlotową. Czas przebywania gorących gazów w samej głowicy, w stosowanych temperaturach, jest znaczny i powoduje degradację produktu.

5 Przy chłodzeniu podgrzanych do wysokiej temperatury gazowych węglowodorów z krakingu stosowanego do wytwarzania olefinów, temperatura urządzenia chłodzącego musi być zatem wystarczająco niska by ochłodzić gazy w wystarczającym stopniu i wystarczająco wysoka by zapobiec skraplaniu się łatwo wrzących, węglowodorowych produktów ubocznych na powierzchniach chłodzących.

10 Celem wynalazku jest opracowanie sposobu i urządzenia do szybkiego chłodzenia gorących gazów lub cieczy, umożliwiających praktycznie natychmiastowe wstrzymanie zachodzących reakcji, przy czym ciśnienie materiału po ochłodzeniu nie powinno ulec zmianie.

15 Cel ten osiągnięto dzięki sposobowi według wynalazku, którego istota polega na tym, że gorące gazy lub ciecze wprowadza się do komory pierścieniowej, posiadającej przynajmniej jedną chłodzącą powierzchnię z prędkością stopniowo zmniejszającą się lub ze zwiększającym się ciśnieniem, gdzie chłodzi się je gwałtownie przez pośrednią wymianę ciepła z chłodziwem.

20 25 Urządzenie do stosowania sposobu według wynalazku ma tę cechę znamioną, że zawiera trzy współosiowe cylindry, których ściany tworzą komorę środkową, pierwszą komorę pierścieniową i drugą komorę pierścieniową, przy czym komora środkowa ma na swym jednym końcu otwór wlotowy, drugi cylinder jest na

końcu znajdującym się blisko otworu wlotowego komory środkowej zagięty do środka a drugi jego koniec jest również zagięty do środka i tworzy wklęsły odcinek końcowy, zamykający ten koniec drugiego cylindra, a ponadto komora środkowa jest połączona z pierwszą komorą pierścieniową, która ma otwór wylotowy, natomiast trzeci cylinder ma na jednym swym końcu otwór wlotowy a na drugim końcu otwór wylotowy oraz przy otworze wlotowym ma kanał przepływowy o przekroju stopniowo rosnącym w kierunku przepływu, przy czym wzrost powierzchni przekroju na jednostkę długości tego kanału jest przynajmniej równy wzrostowi powierzchni przekroju na jednostkę długości w przypadku rury stożkowej o kącie rozbieżności przynajmniej 4 stopnie.

Sposób chłodzenia według wynalazku i urządzenie do stosowania tego sposobu nadają się zwłaszcza do chłodzenia gazów z termicznego krakowania węglowodorów. Według wynalazku, gorące, gazowe produkty reakcji są gwałtownie chłodzone w taki sposób, że reakcja zostaje wstrzymana.

Strefa chłodzenia jest połączona bezpośrednio z wylotem pieca krakingowego a po ochłodzeniu gazów do temperatury, w której reakcja zostaje wstrzymana, gazy mogą być dalej chłodzone w konwencjonalnych wymiennikach ciepła.

Urządzenie według wynalazku jest łatwe w konstrukcji i w obsłudze. Może mieć ono dowolne wymiary, zależnie od konkretnego przeznaczenia. Urządzenie to może być przy tym usytuowane pionowo lub poziomo. Urządzenie to chłodzi szybko gorące cieple i gazy bez istotnej zmiany ciśnienia. Oznacza to, że ciśnienie ochłodzonego czynnika u wylotu urządzenia chłodzącego jest zasadniczo takie samo jak ciśnienie u wlotu. Chłodzony materiał może przepływać w dół lub do góry. Działanie urządzenia chłodzącego jest takie, że prędkość cyrkulacji chłodziwa jest regulowana samoczynnie i w określonych granicach dostosowywana do obciążenia cieplnego urządzenia.

Prędkość cyrkulacji chłodziwa może być również regulowana przez pompę pomocniczą.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony przykładowo na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie według wynalazku w przekroju poprzecznym, fig. 2 urządzenie w przekroju wzdłuż linii B—B z fig. 1, fig. 3 — urządzenie według drugiego przykładu wykonania w przekroju poprzecznym, fig. 4 — urządzenie w przekroju wzdłuż linii C—C z fig. 3 a fig. 5 — kompletne urządzenie do krakowania węglowodorów przedstawione schematycznie, w skład którego wchodzi urządzenie chłodzące według wynalazku.

Jak pokazano na fig. 1, urządzenie według wynalazku zawiera trzy współosiowe cylindry 32, 34, 36. Wewnętrzny cylinder 32 ma na swym górnym końcu otwór wlotowy 73. Górny koniec pośredniego cylindra 34 tuż pod otworem wlotowym 73 cylindra wewnętrznego 32 zagięty jest w kierunku osi i ociera się o ścianę cylindra wewnętrznego 32. Zewnętrzna ściana cylindra 32 i wewnętrzna ściana cylindra 34 tworzą pierwszą pierścieniową komorę 33.

Cylinder 32 jest utrzymywany w środkowym położeniu wewnątrz cylindra 34 za pomocą elementu dystansowego 48. Cylinder 34 na swym dolnym końcu tworzy zaokrągloną komorę zakończoną zaokrąglonym

członem końcowym 37. Trzeci cylinder 36 ciągnie się wzdłuż urządzenia i kończy się pod górnym końcem cylindra 34. Powyżej końca cylindra 36 z pierścieniową komorą 33 poprzez otwór wylotowy 75 połączony jest przewód 74. Wewnętrzna ściana cylindra 36 i zewnętrzna ściana cylindra 34 tworzą drugą pierścieniową komorę 35. Blisko górnego końca tej komory 35 usytuowany jest pierścień przegradzający 46, który uniemożliwia produktom gazowym gromadzenie się w górnym końcu pierścieniowej komory 35. Ponadto blisko górnego końca pierścieniowej komory 35 usytuowany jest króciec 44, który jest połączony z pierścieniową komorą 35 przez otwór wylotowy 45. Pierścień przegradzający 46 i elementy dystansowe 47 utrzymują cylinder 34 pośrodku pierścieniowej komory 35.

Zewnętrzna ściana cylindra 36 ma równo od siebie oddalone rury 61, które są połączone z/lub stykają się ze ścianą zewnętrzną cylindra 36. Rury te przebiegają w przybliżeniu przez całą długość ściany zewnętrznej cylindra 36 od jej najbardziej dolnej części do króćca 44. Rury 61 u dołu i u góry są odchylone na zewnątrz swymi wygiętymi częściami 60 i 62 i są połączone u góry z rurowym pierścieniem 50 a u dołu z rurowym pierścieniem 49. Rurowy pierścień 49 ma przewód łączący 64, przez który chłodziwo przechodzi przez wlot 63 do wnętrza pierścienia 49, po czym do góry przez rury 61. U góry chłodziwo przepływa przez pierścień rurowy 50 i przez jego wlot 66 do przewodu odprowadzającego 65.

Ważną częścią urządzenia według wynalazku jest stożek 38, który jest przyłączony do spodu członu końcowego 37 wierzchołkiem ku dołowi. Cylinder zewnętrzny przy końcu prostej części cylindra pośredniego 34 zwęża się stożkowo w kierunku stożka 38, tworząc otwór wlotowy 43. Pole przekroju poprzecznego otworu wlotowego 43 jest takie, że pierścieniowy kanał przepływowy 40 stopniowo zwiększa swój przekrój od otworu wlotowego 43 w kierunku pierścieniowej komory 35 pomiędzy ścianami cylindrów 34 i 36.

Konstrukcja i wymiary urządzenia chłodzącego według wynalazku są dostosowane do konkretnych wymagań. Przykładowe wymiary są następujące. Całkowita wysokość urządzenia od wlotu chłodziwa do otworu wlotowego 45 gorących gazów wynosi 610 do 730 cm. Wewnętrzna średnica trzeciego, zewnętrznego cylindra wynosi 200—250 mm. Średnica wewnętrzna rur 61 jest 25—50 mm. Średnica wewnętrzna rurowych pierścieni 49 i 50 wynosi 75—100 mm. Przekrój komory środkowej 31 wewnątrz cylindra wewnętrznego 32 wynosi 44 cm². Długość komory środkowej 31 wynosi 550—610 cm.

Przekrój pierwszej komory pierścieniowej 33 wynosi 76 cm², a komora ta ma długość 550—610 cm. Przekrój drugiej pierścieniowej komory 35 wynosi 127 cm² a komora ta ma długość 490—550 cm, nie licząc części wlotowej. Przekrój otworu wlotowego 43 wynosi 76—83 cm² i stopniowo zwiększa się do 127 cm² w części prostej cylindra 34. Stożek 38 ma kąt wierzchołkowy 28—30 stopni. Całkowity sumaryczny przekrój rur 61 wynosi 63,5—70 cm². Sumaryczna ilość chłodziwa przepływającego przez rury 61 i przez komorę pierścieniową 33 jest dziesięciokrotnie większa od ilości przepływających gorących gazów, licząc w stosunku wagowym.

Gorące gazy z prędkością 210—240 m/sek wpływają do urządzenia przez otwór wlotowy 43, przechodzą do

pięścieniowej komory 35, gdzie zostają zwolnione do prędkości 120—150 m/s i wychodzą z urządzenia na końcu tej komory przez otwór wylotowy 45.

Woda chłodząca wprowadzana jest przez otwór wlotowy 73 i płynie w dół w środkowej komorze 31 wewnątrz cylindra 32 a mieszanina wody i pary płynie do góry przez pierścieniową komorę 33 i jest odprowadzana otworem wlotowym 75. Woda chłodząca wchodzi również przez wlot 63 do dolnego rurowego pierścienia 49, skąd płynie rurami 61, powodując bezpośrednie chłodzenie kontaktowe gazów na powierzchni wewnętrznej ściany cylindra 36. Wewnętrzna powierzchnia cylindra 36 i zewnętrzna powierzchnia cylindra 34 stanowią dwie powierzchnie chłodzenia gorących gazów.

Mieszanina pary i wody przepływa z rur 61 w górny pierścień rurowy 50 i stąd jest odprowadzana przez wylot 66.

Stożek wlotowy 38 powoduje stopniowe zwiększenie przekroju przepływu gazów wchodzących przez otwór wlotowy 43, przez co stopniowo zwiększa się ciśnienie gazów gdy zmniejszana jest ich prędkość. Stożek wlotowy 38 zapewnia równoramienny rozkład gazu pomiędzy powierzchniami chłodzącymi cylindrów 34 i 36 bez wytwarzania przepływu wirowego. Według wynalazku wzrost ciśnienia gazów spowodowany przez stopniowe zwiększenie się przekroju przepływu we wlocie gazów kompensuje stratę ciśnienia gazów spowodowaną tarciem. Ciśnienie wylotowe, ochłodzonego gazu jest takie samo jak ciśnienie gorącego gazu u wlotu.

Kąt wierzchołkowy stożka 38 i kąt rozbieżności rury wlotowej 39 są tak dobrane, że wzrost przekroju poprzecznego pierścieniowej przestrzeni pomiędzy stożkiem 38 a rurą wlotową 39 na jednostkę długości jest równy wzrostowi przekroju na jednostkę długości w przypadku rury stożkowej o kącie rozbieżności 4—7 stopni, na przykład 5 stopni. Kąt wierzchołkowy stożka 38 i stopień do jakiego kąt ściany rury wlotowej 39 odpowiada kątowi stożka 38 powodując niezbędny stopniowy wzrost przekroju przepływu. Kąt wierzchołkowy stożka powinien wynosić 25—30 stopni. Kąt rozbieżności rury wlotowej 39 powinien wynosić 20—25 stopni. Długość stożka powinna być 200—300 mm. Komora chłodzenia, to jest komora pierścieniowa 35 ma przekrój taki sam na całej swej długości.

Na fig. 2 pokazano sposób, w jaki rury 61 są przyłączone spoinami spawalniczymi 70 do zewnętrznej ściany cylindra 36. Przestrzeń pomiędzy rurami 61 są w celu polepszenia przenoszenia ciepła pomiędzy gorącymi gazami a chłodziwem wypełnione materiałem 71, który jest dobrym przewodnikiem ciepła.

Urządzenie chłodzące według wynalazku pracuje z dowolnym chłodziwem, które po podgrzaniu częściowo lub całkowicie odparowuje. Korzystnymi chłodziwami są płyny takie jak Dowtherm, Aroclos i inne oraz woda.

Urządzenie chłodzące według wynalazku jest przeznaczone do szybkiego chłodzenia gorących cieczy i gazów przez bezpośrednią wymianę ciepła na powierzchniach chłodzących. Może być ono zastosowane do chłodzenia cieczy lub gazów i/lub do odzyskiwania ciepła i wytwarzania pary wodnej. Aby uprościć omówienie warunków stosowania urządzenia omówione zostało ono w odniesieniu do chłodzenia gorących węglowodorów gazowych z pieca krakingowego przy użyciu wody

jako chłodziwa. Temperatura gazów u wlotu urządzenia może wynosić 730—900°C, przy czym gazy są w urządzeniu ochładzane o 55—330°C. Gorące gazy dostarczane są do urządzenia z prędkością 100—300 m/s, korzystnie 150—270 m/s. Strumień cieplny we wlocie do urządzenia chłodzącego może wynosić 224·10⁸ cal/godz·m² a urządzenie chłodzące może mieć przeciętny strumień cieplny 114·10⁸ cal/godz·m².

W czasie działania urządzenia przy podanych poniżej ciśnieniach na każdą jednostkę ciężaru wytwarzanej pary wodnej cyrkuluje w układzie chłodzenia 10—15 jednostek ciężaru wody. Konstrukcja i działanie urządzenia zapewniają brak spadku ciśnienia pomiędzy wlotem a wylotem chłodzonych gazów. Spadek ciśnienia chłodzonych gazów jest utrzymywany poniżej 0,20 kG/cm², korzystnie wynosi mniej niż 0,07 kG/cm². Woda chłodząca jest wprowadzana do urządzenia pod ciśnieniem 70—140 kG/cm² o temperaturze 280—325°C, korzystnie pod ciśnieniem 100—125 kG/cm² przy temperaturze 310—380°C. W opisanym przykładzie wykonania urządzenia prędkość cyrkulacji wody chłodzącej jest regulowana samoczynnie w określonych granicach i samoczynnie dostosowywana do żądanych zmian chłodzenia.

Inny przykład wykonania urządzenia według wynalazku jest przedstawiony na fig. 3 i 4. W urządzeniu tym chłodzenie gorących gazów jest realizowane głównie przez bezpośredni kontakt ich z zewnętrzną ścianą cylindra 34. Aby polepszyć wymianę ciepła pomiędzy cylindrem 34 a gorącymi gazami, cylinder 34 ma żeberka chłodzące 56, które wystają w pierścieniową komorę 35, przez którą przepływają gorące gazy.

Sposób według wynalazku jest opisany przykładowo przy pomocy urządzenia do krakowania węglowodorów przedstawionego na fig. 5. Benzynę ciężką o temperaturze wrzenia 32—190°C wprowadza się przez przewód 1 do sekcji 7 podgrzewania konwekcyjnego pieca krakingowego, gdzie jest ona ogrzewana od temperatury otoczenia do temperatury 540—590°C. Parę wodną przy stosunku pary do węglowodorów jak 0,4—0,8 wagowo wprowadza się w sekcję 7 podgrzewania wstępnego w miejscu gdzie wprowadzona ciężka benzyna jest już odparowana w 90%. Podgrzaną mieszaninę pary wodnej i węglowodorów wprowadza się następnie do wlotów węzownic 3—6. W węzownicach tych mieszanina jest ogrzewana od temperatury 540—590°C do temperatury 900°C u wylotu z węzownic. W podanych warunkach ciśnienie cząstkowe węglowodorów u wylotu z węzownic wynosi 0,84—0,98 kG/cm². Czas przebywania czynnika w piecu w sekcji ogrzewania przez promieniowanie wynosi 0,20—0,25 sek.

Prędkość przepływu węglowodorów i pary wodnej w węzownicach wynosi 0,009—0,013 kG/sek na cm² przekroju węzownicy. Ciśnienie u wlotu węzownic wynosi 3,15 kG/cm² a u wylotu 1,75 kG/cm². Gorące gazy podaje się przez przewód 12 do urządzenia chłodzącego z prędkością 240 m/s. Gorące gazy o temperaturze 900°C wprowadza się do urządzenia chłodzącego przez otwór wlotowy 43. Ochłodzone gazy wprowadza się z urządzenia chłodzącego przez otwór wylotowy 45, który jest połączony z przewodem 107. Gazy są gwałtownie ochładzane w ciągu 10—20 m/sk do temperatury 650—760°C, po czym podaje się je do konwencjonalnego urządzenia do oddzielania olefinów w celu uzyska-

nia etylenu. Ciśnienie gazów w przewodzie 107 wynosi 1,75 kG/cm².

W przedstawionym na fig. 5 urządzeniu z walczaka parowego 100 przez przewody 103 i 108 doprowadzana jest woda chłodząca o temperaturze 315°C i pod ciśnieniem 112 kG/cm². Chłodziwo wpływa na przewód 108 w rurowy pierścień 49 i płynie w górę rurami 61, w których jest częściowo zamieniane na parę. Mieszanina wody i pary wpływa do rurowego pierścienia 50 i przez przewody 106 i 109 jest odprowadzana do walczaka parowego 100. Mieszanina wody i pary z komory pierścieniowej 33 (fig. 1) wpływa przez otwór wylotowy 75 i przez przewody 105 i 104 i odprowadzana jest do walczaka parowego 100. Przepływ wody przez urządzenie chłodzące odbywa się samoczynnie dzięki temu, że woda ma większy ciężar właściwy niż mieszanina pary wodnej i wody. Urządzenie chłodzące reguluje się samoczynnie i im większa jest temperatura oraz prędkość dopływu gazów do urządzenia chłodzącego tym większa jest prędkość cyrkulacji wody chłodzącej.

Nasycona para o temperaturze 315°C i o ciśnieniu 112 kG/cm² jest odprowadzana z walczaka parowego przez przewód 101 w celu odzyskania energii cieplnej. Zbiornik wody zasilającej jest połączony do walczaka parowego 100 przez przewód 102.

Jako surowce przerabiane z dużą wydajnością na olefiny, zwłaszcza na etylen, nadają się do użycia, etan, propylen, propan, butan, pantan i ich mieszaniny oraz benzyny ciężkie, olej gazowy i ropa naftowa. Korzystnymi surowcami są benzyny ciężkie o temperaturze początku wrzenia 32–65°C i o temperaturze końca wrzenia 104–204°C. Poddawane przeróbce węglowodory mogą być w stanie ciekłym lub gazowym albo też mogą być mieszaniną cieczy i gazów. W obszarze reakcyjnym węglowodory są w stanie gazowym.

W celu dokładniejszego wyjaśnienia wynalazku podano poniżej przykłady przeprowadzania sposobu według wynalazku.

Przykład I. Użyto benzynę ciężką z ropy naftowej o następujących właściwościach. Ciężar właściwy — 0,724 g/cm³. Parametry próby destylacji według ASTM: temperatura początku wrzenia — 43°C, objętościowo 50% destyluje w temperaturze 120°C, temperatura końca wrzenia 178°C. Skład według rodzaju składników w procentach objętości cieczy: parafiny — 72,0%, olefiny — 0,4%, nafteny — 19,0%, węglowodory aromatyczne — 8,6%.

Parę wodną zmieszano z benzyną w stosunku wagowym pary do benzyny 0,7. Mieszaninę tę podgrzano wstępnie w sekcji ogrzewania konwekcyjnego do temperatury 540°C, po czym wprowadzono do węzownic krakingowych z ciśnieniem wlotowym 2,8 kG/cm². Do jednej węzownicy doprowadzono 460 kG benzyny w ciągu jednej godziny, czyli do czterech węzownic łącznie 1840 kG/godz. W sekcji ogrzewania przez promieniowanie mieszaninę pary wodnej i węglowodorów ogrzano stopniowo od 540°C do 885°C przy wylocie z węzownic.

Benzynę krakowano termicznie w węzownikach przez czas 0,23 sek. w warunkach dużej intensywności procesu i przy niskim ciśnieniu cząstkowym w celu wytwarzania z dużą wydajnością etylenu. Przy pojedynczym przejściu uzyskano 30% etylenu. Temperatura gazów przy wylocie z węzownic wynosiła 885°C przy ciśnie-

niu wylotowym 1,75 kG/cm² i ciśnieniu cząstkowym węglowodorów 0,84 kG/cm². Gazy były gwałtownie chłodzone od temperatury 885°C do temperatury 650°C w czasie mniejszym niż 15 m/sek.

Ciśnienie ochłodzonych gazów u wylotu urządzenia wynosiło 1,68 kG/cm². Woda chłodząca o temperaturze wlotowej 315°C i o ciśnieniu 112 kG/cm² cyrkulowała przy stosunku chłodziwa do gorącego gazu jak 10:1 wagowo. Temperatura mieszaniny wody z parą wodną, wychodzącej z urządzenia chłodzącego wynosiła około 315°C, przy czym na każde 15 kG obiegającej układ chłodzenia wody wytwarzany był 1 kG pary wodnej. Skład wagowy gazów wylotowych był następujący: wodor 1,1%, metan 14,6%, acetylen 1,0%, etylen 29,5%, etan 3,0%, metyloacetylen i propadien 1,0%, propylen 13,5%, propan 0,3%, 1,3-butadien 4,3%, butan 3,7%, węglowodory C₅ i cięższe 28%.

Przykład powyższy ilustruje zastosowanie wynalazku do wytwarzania etylenu z benzyny ciężkiej, zawierającej duże ilości węglowodorów parafinowych.

Przykład II. Benzynę ciężką otrzymaną z ropy naftowej krakowano termicznie w celu wytworzenia olefinów. Benzyna miała następujące właściwości. Jej ciężar właściwy wynosił 0,74 g/cm³. Parametry próby destylacji według ASTM: temperatura początku wrzenia 46°C, objętościowo 50% destyluje w temperaturze 115°C, temperatura końca wrzenia 178°C. Skład według rodzajów składników w procentach objętości cieczy: parafiny — 46,5%, olefiny — 0,1%, nafteny — 41,5%, węglowodory aromatyczne — 11,9%.

Parę wodną zmieszano z benzyną w stosunku wagowym pary do benzyny 0,5. Mieszaninę tę ogrzano w sekcji ogrzewania wstępnego do temperatury 590°C i wprowadzono w węzownice krakingowe z ciśnieniem wlotowym 3,01 kG/cm². W ciągu jednej godziny do jednej węzownicy doprowadzono 520 kG benzyny, czyli 2080 kG/godz. do czterech węzownic. W węzownikach mieszaninę pary wodnej i węglowodorów podgrzano stopniowo od temperatury 590°C do temperatury 895°C u wylotu węzownic. Czas pozostawiania mieszaniny w węzownikach wynosił 0,25 sek.

Benzynę krakowano termicznie w warunkach dużej intensywności procesu i przy niskim ciśnieniu cząstkowym, aby wytwarzać z dużą wydajnością etylen. Przy jednym przejściu otrzymano 24% etylenu. Temperatura gazów u wylotu węzownic wynosiła 895°C przy ciśnieniu wylotowym 1,75 kG/cm² i przy ciśnieniu cząstkowym węglowodorów 0,98 kG/cm². Gazy te gwałtownie chłodzone od temperatury 895°C do temperatury 650°C w czasie mniejszym niż 15 m/sek. Ciśnienie gazów ochłodzonych u wylotu urządzenia chłodzącego wynosiło 1,68 kG/cm².

Warunki pracy urządzenia chłodzącego były w przybliżeniu takie same jak w przykładzie I.

Skład wagowy gazów wylotowych był następujący: wodor — 1,0%, metan — 13,5%, acetylen — 0,9%, etylen — 24,0%, etan — 2,5%, metyloacetylen i propadien — 1,0%, propylen — 12,0%, propan — 0,2%, 1,3-butadien — 4,0%, butan — 3,0%, węglowodory C₅ i cięższe — 37,9%.

Przykład ten ilustruje przetwarzanie benzyny ciężkiej, która zawiera stosunkowo dużą ilość naftenów w porównaniu z benzyną z przykładu I, która ma stosunkowo dużą zawartość węglowodorów parafinowych.

Piec krakingowy użyty w powyższych przykładach miał węzownice o średnicy wewnętrznej 50 mm. Każda węzownica składała się z trzech rur o równej długości, połączonych kształtownikami rurowymi o kącie 180°, by utworzyć węzownicę o długości 27 m.

Sposób i urządzenie według wynalazku mogą być również zastosowane w innych znanych procesach. Wynalazek ma wiele zastosowań do specjalnych reakcji chemicznych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób szybkiego chłodzenia gorących cieczy i/lub gazów, szczególnie gorących gazów z reakcji krakowania węglowodorów na olefiny, **znamienny tym**, że szczególnie gorące gazy wprowadza się do komory pierścieniowej posiadającej przynajmniej jedną powierzchnię chłodzącą ze stopniowo zmniejszającą się prędkością lub ze zwiększającym się ciśnieniem, gdzie chłodzi się je gwałtownie przez pośrednią wymianę ciepła z chłodziwem.

2. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że zawiera trzy współosiowe

5 cylindry (32, 34, 35), których ściany tworzą komorę środkową (31), pierwszą komorę pierścieniową (33) i otaczającą ją drugą komorę pierścieniową (35), przy czym komora środkowa (31) ma na jednym swym końcu wlot (73) a drugi jej koniec jest połączony z pierwszą komorą pierścieniową (33), która ma wylot (75) na końcu przeciwnym w stosunku do końca połączonego z komorą środkową (31) a ponadto druga komora pierścieniowa (35) ma wlot (43) na jednym swym końcu i wylot (45) na drugim swym końcu, przy czym jej wlot (43) zawiera stożek (38) i zbieżną rurę (39) połączoną z cylindrem (36) końcem o większej średnicy, o kształcie zasadniczo zgodnym z kształtem stożka (38) z tym, że stożek (38) jest usytuowany w zbieżnej rurze (39) w pobliżu wlotu (43) tak, aby kanał przepływowy (40) prowadzący do drugiej pierścieniowej komory (35) miał stopniowo wzrastający przekrój, przy czym wzrost przekroju tego kanału przepływowego (40) na jednostkę jego długości jest przynajmniej równy wzrostowi przekroju w przypadku rury stożkowej o kącie rozbieżności 4—7°.

