



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Urszula Wulkiewicz

Wytwarzanie produktów alkilowania 311[31].Z4.05

Poradnik dla ucznia

Wydawca
Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2006

Recenzenci:
dr Maciej Mikina
mgr inż. Roman Poturalski

Opracowanie redakcyjne:
mgr inż. Małgorzata Urbanowicz

Konsultacje:
dr inż. Bożena Zając

Korekta:

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311 [31].Z4.05 „Wytwarzanie produktów alkilowania” zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu technik technologii chemicznej 311[31].

Wydawca
Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2006

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	5
3. Cele kształcenia	6
4. Materiał nauczania	7
4.1. Znaczenie procesów alkilowania w przemyśle rafineryjno-petrochemicznym	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	9
4.1.3. Ćwiczenia	9
4.1.4. Sprawdzian postępów	10
4.2. Wytwarzanie etylobenzenu metodą Mobil-Badger	11
4.2.1. Materiał nauczania	11
4.2.2. Pytania sprawdzające	12
4.2.3. Ćwiczenia	13
4.2.4. Sprawdzian postępów	14
4.3. Wytwarzanie produktów alkilowania izobutanu propylenem lub butenami wobec katalizatora H₂SO₄ lub HF	15
4.3.1. Materiał nauczania	15
4.3.2. Pytania sprawdzające	18
4.3.3. Ćwiczenia	18
4.3.4. Sprawdzian postępów	19
4.4. Wytwarzania MTBE i ETBE z izobutylenem zawartego we frakcjach butenowych oraz z metanolu i etanolu	20
4.4.1. Materiał nauczania	20
4.4.2. Pytania sprawdzające	22
4.4.3. Ćwiczenia	22
4.4.4. Sprawdzian postępów	23
4.5. Instalacje alkilowania w procesie przeróbki C₄ z pirolizy oleinowej (lub z FKK) w zakładach rafineryjno-petrochemicznych. Kontrola procesów alkilowania	24
4.5.1. Materiał nauczania	24
4.5.2. Pytania sprawdzające	27
4.5.3. Ćwiczenia	27
4.5.4. Sprawdzian postępów	28
5. Sprawdzian osiągnięć	29
6. Literatura	33

1. WPROWADZENIE

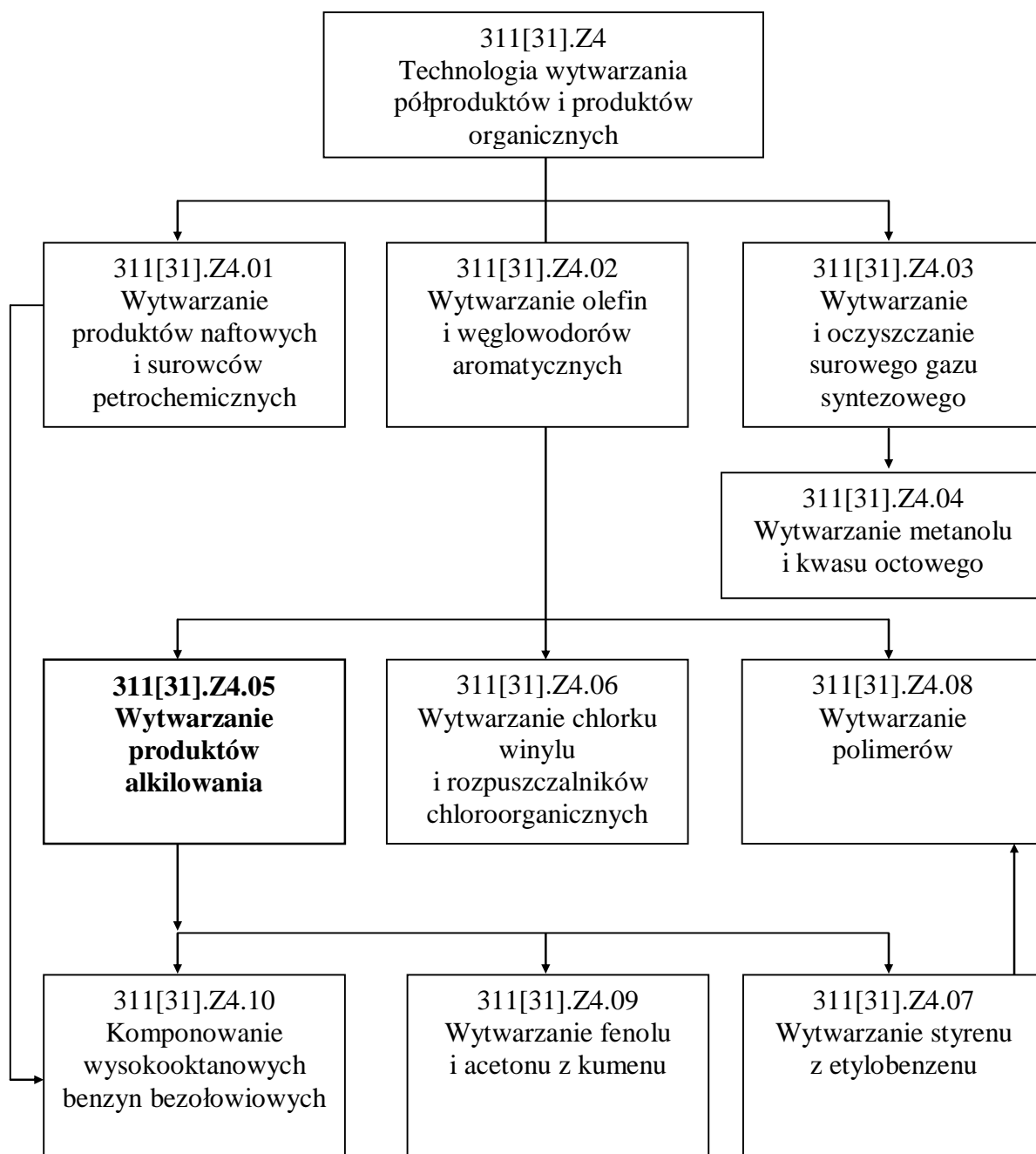
Poradnik będzie Ci pomocny w zdobyciu podstawowych umiejętności w zakresie: poznawania procesów technologicznych, budowy aparatów, podstawowych operacji technologicznych i projektowania ideowych schematów procesów wytwarzania produktów alkilowania.

Poradnik zawiera:

1. Wymagania wstępne, czyli wykaz niezbędnych umiejętności i wiedzy, które powinieneś mieć opanowane, aby przystąpić do realizacji tej jednostki modułowej.
2. Cele kształcenia, które powinieneś osiągnąć w wyniku procesu kształcenia.
3. Materiał nauczania (rozdział 4), który umożliwi Ci samodzielne przygotowanie się do wykonania ćwiczeń i zaliczenia sprawdzianów. Obejmuje on wiadomości, pytania sprawdzające, ćwiczenia, sprawdzian postępów.
4. Sprawdzian osiągnięć umożliwi Ci sprawdzenie Twoich umiejętności ukształtowanych podczas realizacji tej jednostki modułowej.
5. Literaturę.

Bezpieczeństwo i higiena pracy

W czasie pobytu w pracowni musisz przestrzegać regulaminów, przepisów bhp i higieny pracy oraz instrukcji przeciwpożarowych, wynikających z rodzaju wykonywanych prac. Przepisy te poznasz podczas trwania nauki.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej „Wytwarzanie produktów alkilowania”, powinieneś umieć:

- korzystać z różnych źródeł informacji,
- wykonywać podstawowe działania arytmetyczne,
- czytać tekst ze zrozumieniem,
- stosować podstawowe pojęcia fizyczne,
- dokonać selekcji i analizy informacji podanych w formie: wykresów, tablic,
- zapisywać równania reakcji,
- wykonywać obliczenia stechiometryczne,
- konstruować schematy ideowe.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej, powinieneś umieć:

- scharakteryzować procesy otrzymywania etylobenzenu, kumenu, wysokooktanowych alkilatów i eterów alkilowych,
- scharakteryzować przemysłowy proces alkilowania benzenu etylenem prowadzony w fazie gazowej z katalizatorem zeolitowym,
- uzasadnić zastosowanie katalizatorów zeolitowych w procesach alkilowania benzenu,
- przewidzieć zagrożenia eksploatacyjne aparatury w procesach alkilowania benzenu,
- uzasadnić konieczność bezpośredniego integrowania produkcji etylobenzenu i kumenu z produkcją styrenu i fenolu metodą kumenową,
- przedstawić przyczyny wzrostu znaczenia wytwarzania wysokooktanowych alkilatów – produktów procesu alkilowania izobutanu olefinami C₃–C₄,
- określić zależność liczby oktanowej otrzymywanych alkilatów od rodzaju użytego surowca olefinowego oraz od rodzaju katalizatora kwasowego,
- scharakteryzować chemizm procesów wytwarzania eterów metylo-tert-butyłowego (MTBE) i etylo-tert-butyłowego (ETBE),
- scharakteryzować przebieg procesu wytwarzania MTBE (ETBE) na uproszczonym schemacie instalacji,
- zinterpretować ideowy schemat przeróbki frakcji C₄ z pirolizy olefinowej i FKK w zakładach rafineryjno-petrochemicznych,
- zastosować zasady bhp, ppoż. oraz ochrony środowiska obowiązujące na stanowiskach pracy.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Znaczenie procesów alkilowania w przemyśle rafineryjno-petrochemicznym

4.1.1. Materiał nauczania

Alkilowanie to proces polegający na wprowadzeniu grupy alkilowej do związku organicznego w reakcji podstawiania lub przyłączenia jak również wprowadzenie do związku rodnika alkiloarylowego. Rodnik alkilowy może przyłączyć się na przykład do:

- atomu węgla (C – alkilowanie),
- atomu tlenu (O – alkilowanie),
- atomu azotu (N – alkilowanie),
- atomu siarki (S – alkilowanie).

Najważniejsze procesy alkilowania przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Najważniejsze procesy alkilowania realizowane w przemyśle [1]

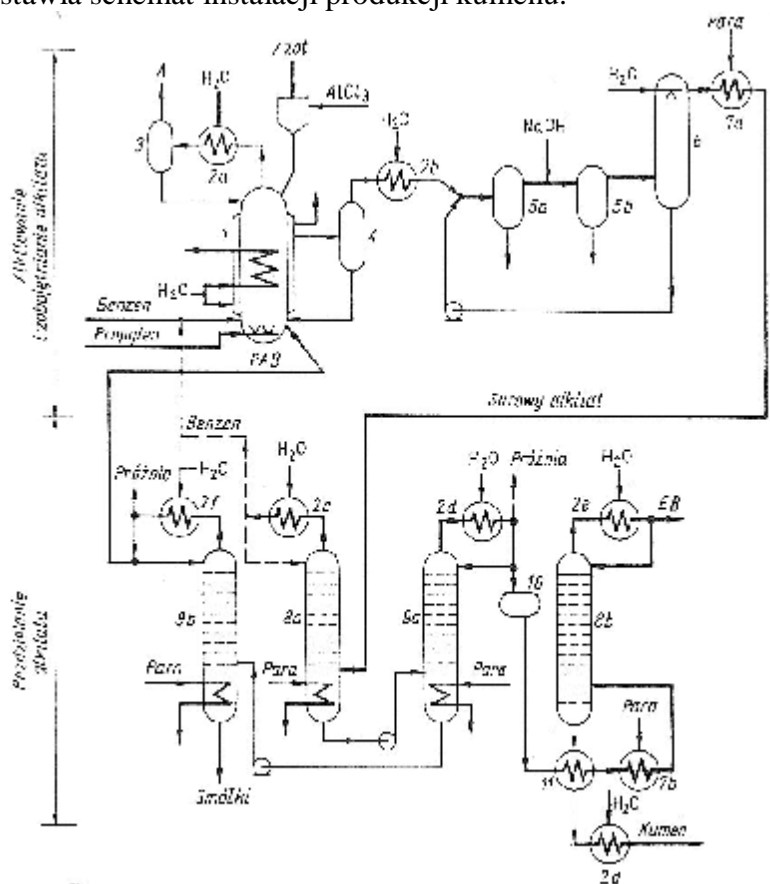
Surowiec	Czynnik alkilujący	Produkt i jego zastosowanie
C – alkilowanie		
Izobutan	mieszanina etylenu, propylenu, n-butenu i izobutenu	węglowodory izoparafinowe C ₆ -C ₁₂ – wysoko- kocoktanowe paliwo do silników z zapłonem iskrowym
Benzen	etylen	etylobenzen – półprodukt w syntezie styrenu
Benzen	propylen	izopropylobenzen (kumen) – półprodukt w syntezie fenolu i acetonu
Benzen	dodecen	dodecylobenzen – półprodukt w syntezie środków powierzchniowo czynnych
Fenol	dodecen	dodecylofenol – półprodukt w syntezie środków powierzchniowo czynnych
Fenol	izobuten	2,6-di-tert-butylofenol – antyutleniacz
O – alkilowanie		
Metanol	izobuten	eter metylowo-tert-butyłowy dodatek do paliw silnikowych
Fenol	chlorek metylu lub siarczan dimetylu	metoksybenzen (anizol), rozpuszczalnik, półprodukt
Celuloza	chlorek metylu	metryloceluloza – zagęszczacz, środek impregnujący i apreturujący, komponent klejów
Celuloza	chlorek etylu	etyloceluloza – składnik farb i lakierów, folii, powłok antykorozyjnych, tworzywo sztuczne
Celuloza	chlorek benzylu	benzyloceluloza – składnik farb i lakierów, tworzywo sztuczne
N – alkilowanie		
Anilina	metanol	N,N-dimetyloanilina – półprodukt barwnikarski
alkilowanie metali		
Stop ołowiu z sodem	chlorek etylu	tetraetylołów – antydetonator do paliw silnikowych

- Procesy alkilowania najczęściej wykorzystywane są do:
- alkilowania izobutanu olefinami (produkcja wysokooktanowych alkilatów komponentów do benzyn),
 - alkilowanie benzenu (produkcja etylobenzenu),
 - alkilowanie benzenu propylenem (produkcja kumenu stosowanego do wyrobu fenoli).
- Proces wytwarzania alkilatów z izobutanu i olefin C₃–C₄ jest prowadzony w rafineriach ropy i ma duży wpływ na wytwarzanie benzyn o wysokiej jakości.

Proces produkcji kumenu w fazie ciekłej

Surowcami do produkcji kumenu są benzen dokładnie oczyszczony i osuszony (destylacja azeotropowa) i propylen (lub frakcja propano-propylenowa) zawierający od 50–80% masowych propyleny. Zawartość wody w surowcach powoduje straty chlorku glinu (katalizator), który rozkłada się pod wpływem wody, tworząc HCl, który powoduje korozję aparatury). Propylen przesyłany jest z instalacji krakingowych lub z rozdzielania gazów pirolitycznych. Czystość propyleny musi być większa niż 95%, natomiast zawartość w nim wody nie powinna być większa niż 0,2 g/m³. Otrzymywanie kumenu przebiega w dwóch etapach, w obecności chlorku glinu: alkilowanie benzenu propylenem i rozdzielanie mieszaniny. Proces alkilowania realizowany jest w reaktorach kolumnowych wyłożonych płytkami ceramicznymi lub grafitowymi. Ciepło (chłodzenie reaktora) może być odbierane przeponowo (reaktor wyposażony jest w płaszcz chłodzący i wewnętrzną węzownicę) lub odparowanie nadmiaru benzenu i odprowadzenie jego par z gazami poreakcyjnymi. Szybkość reakcji alkilowania zależy od szybkości rozpuszczania propyleny [2].

Rysunek 1 przedstawia schemat instalacji produkcji kumenu.



Rys. 1. Schemat instalacji alkilowania benzenu propylenem (produkcja kumenu): 1 – reaktor, 2 – chłodnice wodne, 3 – separator, 4 – odstojnik, 5 – oddzielacze, 6 – wieża myjąca, 7 – podgrzewacze parowe, 8 – kolumny rektyfikacyjne, 9 – próżniowe kolumny rektyfikacyjne, 10 – zbiornik surowego kumenu, 11 – wymiennik ciepła [2]

Do reaktora 1 przesyła się osuszony benzen (0,003% masowych wody) oraz katalizator chlorek glinu (98–99%) wprowadza się pod ciśnieniem azotu ze zbiornika umieszczonego nad reaktorem. Proces alkilowania prowadzi się w fazie ciekłej przy intensywnym mieszanii propylenem w temperaturze 95–120⁰C pod ciśnieniem 0,5 MPa. Od góry reaktora 1 odprowadza się nieprzereagowany benzen i chlorowódor powstały w reakcji katalizatora z wodą. Rurociągi i chłodnice ze względu na silne działanie korodujące HCl wyłożone są grafitem nasyconym żywicami syntetycznymi. W chłodnicy 2a skrapla się benzen i jest zawracany do reaktora 1. Natomiast gaz zawierający chlorowódor zobojętnia się wodorotlenkiem sodu i odprowadza do atmosfery. Gaz opuszczający reaktor nie może zawierać więcej niż 3% chlorowodoru (kontrola analityczna co dwie godziny). Większa zawartość chlorowodoru wskazuje na obecność wody w surowcu, w wyniku czego w reaktorze wydzielą się więcej ciepła i powstaje więcej polialkilobenzenów, a mniej kumenu. Alkilat z reaktora 1 przesyła się do odstojnika 4, tutaj następuje wydzielenie większej części katalizatora, który jest zawracany do reaktora. Pozostałą część katalizatora rozpuszczonego w alkilacie rozkłada się w oddzielaczu 5a przez wprowadzenie wody z wieży 6. Alkilat ulega zakwaszeniu na skutek reakcji katalizatora z wodą (zobojętnia się go 15% roztworem NaOH). Alkaliczną warstwę wodną oddziela się w oddzielaczu 5b i kieruje do wieży myjącej. Alkilat z wieży myjącej ogrzewa się w podgrzewaczu 7a do temperatury 70⁰C i poddaje procesowi rektyfikacji w kolumnie 8a. Od góry kolumny odbiera się nieprzereagowany benzen, który po ochłodzeniu wraca do reaktora 1. Z dołu kolumny w temperaturze 170⁰C odprowadza się kumen surowy i przetłacza pod próżnią do kolumny 9a (oddzielenie kumenu od smół i polialkilobenzenów). Kumen z małą zawartością etylobenzenu przesyła się poprzez chłodnicę 2d do zbiornika 10, z którego poprzez wymiennik 11 i podgrzewacz 7b podawany jest do kolumny 8b. Z dolnej części kolumny w temperaturze 160⁰C odbiera się czysty kumen, który po ochłodzeniu kieruje się do zbiorników magazynowych. Na 1 t wytworzonego kumenu należy użyć około 0,38 t propylenu, 6–7 kg chlorku glinu oraz około 0,7 t benzenu [2]. Wydajność kumenu w stosunku do przereagowanego propylenu wynosi 96–97%.

4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania zadania.

1. Jakie surowce stosuje się do produkcji kumenu?
2. Jaki katalizator stosuje się w procesie alkilowania benzenu propylenem?
3. Dlaczego należy dokładnie oczyszczać i osuszać surowce stosowane w procesie alkilowania benzenu propylenem?
4. Jak należy zabezpieczyć aparaty przed korozją?
5. W jaki sposób wyodrębnia się kumen z alkilatu?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Scharakteryzuj proces otrzymywania kumenu. Oceń zagrożenia eksploatacyjne aparatury.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z materiałem nauczania,
- 2) wskazać surowce i katalizator procesu,
- 3) ustalić aparaty w obu etapach (alkilowanie, wyodrębnianie kumenu),
- 4) określić parametry procesów,

- 5) opisać proces alkilowania,
- 6) opisać proces wyodrębniania kumenu,
- 7) wyjaśnić problem korozji aparatury.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania (4.1.1),
- czasopisma branżowe, Internet.
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Do produkcji kumenu zużyto 1,4 tony benzenu. Oblicz ile ton kumenu powstanie, jeżeli wydajność procesu produkcji kumenu wynosi 95%.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wskazać surowce stosowane w produkcji kumenu,
- 2) zapisać równanie reakcji otrzymywania kumenu,
- 3) obliczyć masy molowe substancji,
- 4) obliczyć teoretyczną ilość produktu,
- 5) obliczyć praktyczną ilość produktu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania (4.1.1),
- literatura z rozdziału 6,
- kalkulator.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

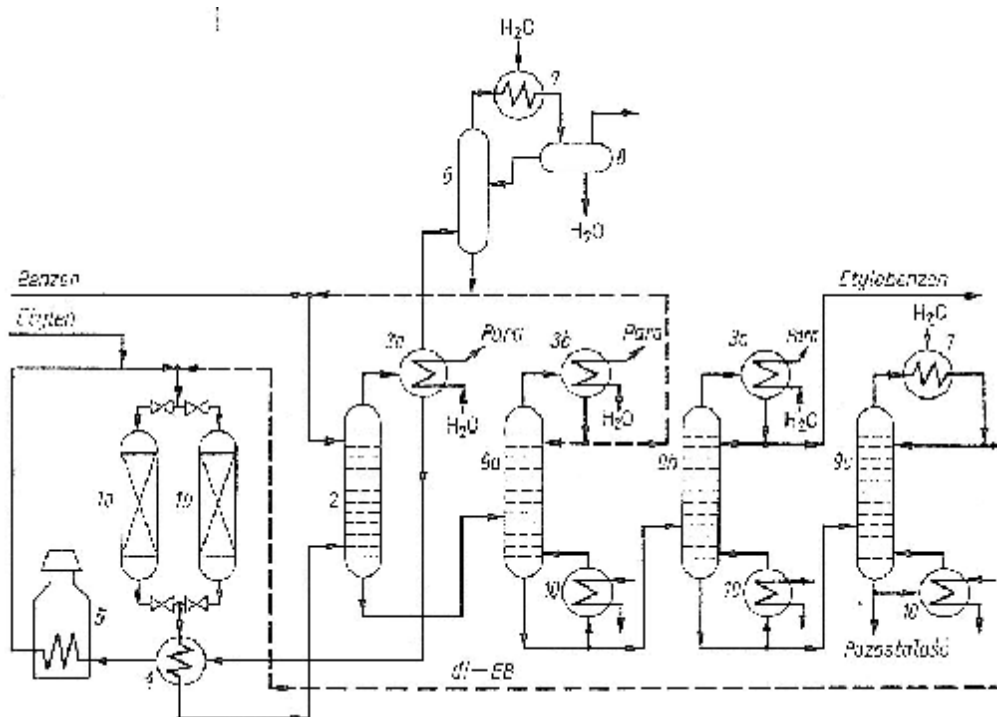
- 1) opisać proces produkcji kumenu?
- 2) wskazać parametry procesu?
- 3) wyjaśnić problem korozji aparatury?
- 5) obliczyć ilość produktu w procesie?

Tak	Nie
..	..
..	..
..	..
..	..

4.2. Wytwarzanie etylobenzenu metodą Mobil-Badger

4.2.1. Materiał nauczania

Nowoczesną technologią produkcji etylobenzenu, w której alkilowanie benzenu prowadzone jest w fazie gazowej, w wysokiej temperaturze i z zastosowaniem stałego katalizatora zeolitowego obrazuje rysunek 2 – metoda Mobil-Badger.

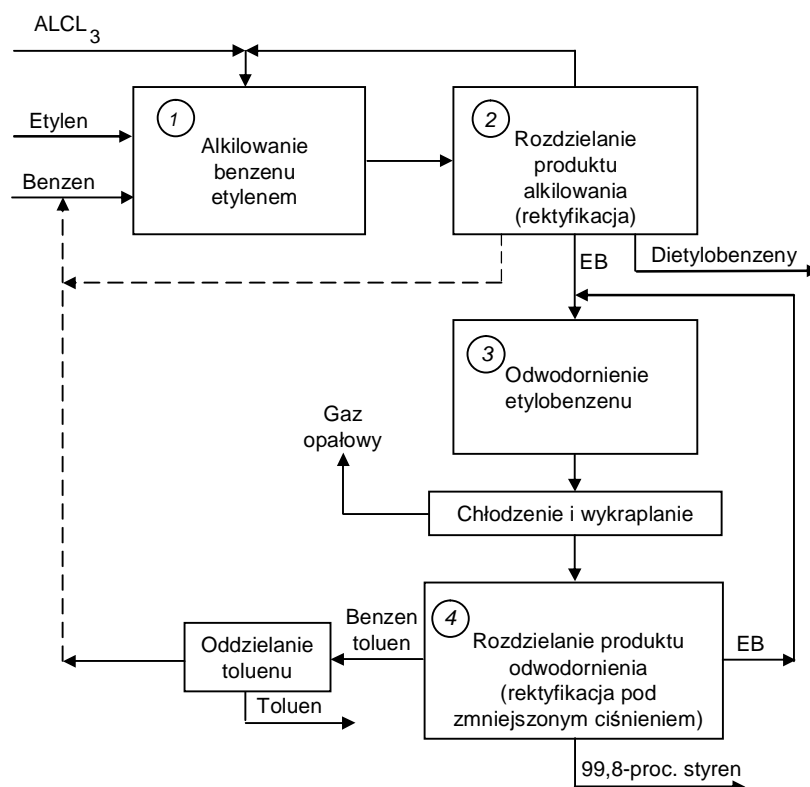


Rys. 2. Schemat instalacji alkilowania benzenu etylenem w fazie gazowej (proces Mobil-Badger): 1 – reaktory z katalizatorem zeolitowym, 2 – kolumna podgrzewania benzenu ciepłem strumienia mieszaniny poreakcyjnej, 3 – kotły utylizatory, 4 – wymiennik ciepła, 5 – piec rurowy, 6 – separator, 7 – chłodnice wodne, 8 – oddzielnik, 9 – kolumny rektyfikacyjne, 10 – podgrzewacze parowe [2]

Do kolumny 2 wprowadza się mieszaninę świeżego i recyrkulowanego (z kolumny 9a) benzenu. W kolumnie benzen ogrzewany jest i odparowany ciepłem mieszaniny poreakcyjnej. Ciepło odparowanego benzenu wykorzystuje się do produkcji pary w kotle (utylizatorze) 3a [2]. Część strumienia benzenu przesyła się do wymiennika 4 i pieca 5 następnie miesza się z etylenem, recyrkulowanymi (z kolumny 9c) dietylobenzenami i przesyła do reaktora 1. Proces alkilowania zachodzi w fazie gazowej, temperaturze około 420°C, pod ciśnieniem około 2MPa i stałej warstwie katalizatora zeolitowego. Katalizator charakteryzuje się bardzo dużą selektywnością i bardzo wolno ulega deaktywacji (osadzanie się koksu powstającego w reakcjach ubocznych). W instalacji przemiennie pracują dwa reaktory (z zakoksowanego usuwa się katalizator, który regeneruje się poprzez wypalanie). Ochłodzoną mieszaninę poreakcyjną (wymiennik 4 i kolumna 2) przesyła się do kolumny rektyfikacyjnej 9a, gdzie oddestylowuje się benzen. Skraplacz 3b pełni rolę kotła utylizatora, w którym wytwarza się parę niskociśnieniową. Skroplony benzen w skraplaczu 3b łączy się z porcją świeżego benzenu i przez kolumnę 2 i kocioł 3a przesyła do reaktora 1. Pary benzenu z tego kotła skrapla się w układzie aparatów skruber 6 – chłodnica 7a i łączy z benzenem recyrkulowanym [2]. Surowy etylobenzen (kolumna 9a) poddaje się destylacji w kolumnie 9b

(oddziela się dietylobenzen i ciężkie pozostałości). Oczyszczony etylobenzen przesyła się do zbiorników magazynowych. Stopień przereagowania etylenu jest bardzo wysoki i wynosi około 99%. Ścieki poprodukcyjne nie zawierają chlorków. Produkty i substraty oraz katalizator nie wykazują działania korozyjnego. Aparaturę można więc wykonać ze stali węglowej. W procesie uzyskuje się bardzo dużą efektywność energetyczną ze względu na odzysk ciepła w kotłach utylizatorach. W metodzie tej można stosować rozcieńczony etylen i mniej osuszony benzen.

Etylobenzen można otrzymywać również stosując alkilowanie benzenu etylenem przy użyciu katalizatora chlorku glinu. Proces ten prowadzi się analogicznie do uprzednio omówionego procesu produkcji kumenu. Jednak stosując chlorek glinu jako katalizator, zachodzi konieczność oczyszczania i neutralizacji ścieków (odpadowy chlorek glinu) jak również ze względu na korozję aparatów należy stosować kosztowne materiały konstrukcyjne.



Rys. 3. Schemat ideowy zintegrowanej wytwórni etylenu i styrenu [2]

Integracja wytwórni etylobenzenu i styrenu powoduje oszczędności surowców wyjściowych benzenu i etylenu jak również znaczne oszczędności energii. Wskaźnik zużycia benzenu zmniejsza się z 0,85 na około 0,80 t/t wytworzonego styrenu.

4.2.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie surowce stosuje się w procesie otrzymywania etylobenzenu prowadzonego w fazie gazowej metodą Mobil-Badger?
2. Jaki katalizator stosuje się w procesie alkilowania?
3. Jakie korzyści uzyskuje się stosując katalizator zeolitowy?
4. Jakie parametry należy zastosować w procesie alkilowania w fazie gazowej?
5. Na czym polega zintegrowanie wytwórni etylobenzenu i styrenu?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Scharakteryzuj proces alkilowania benzenu etylenem prowadzony w fazie gazowej z katalizatorem zeolitym.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z materiałem nauczania,
- 2) wskazać surowce i katalizator procesu,
- 3) ustalić aparaty,
- 4) określić parametry procesów,
- 5) opisać proces alkilowania w fazie gazowej,
- 6) opisać proces oczyszczania etylobenzenu,
- 7) uzasadnić zastosowanie katalizatora zeolitymowego.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania(4.2.1),
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Na podstawie rysunku 3 uzasadnij konieczność bezpośredniego integrowania produkcji etylobenzenu z produkcją styrenu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się ze schematem ideowym zintegrowanej wytwórni,
- 2) ocenić zużycie surowców,
- 3) ocenić zużycie energii.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania (4.2.1),
- literatura z rozdziału 6,
- schemat ideowy zintegrowanej wytwórni etylenu i styrenu.

Ćwiczenie 3

Proces produkcji etylobenzenu prowadzi się z wydajnością 90%. Oblicz, jaką masę etylenu i benzenu należy zastosować, aby otrzymać 1 tonę etylobenzenu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapisać równanie reakcji,
- 2) obliczyć masy molowe surowców i produktu,
- 3) obliczyć masę surowców niezbędnych do otrzymania 1 tony etylobenzenu, uwzględniając wydajność reakcji.

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- kalkulator.

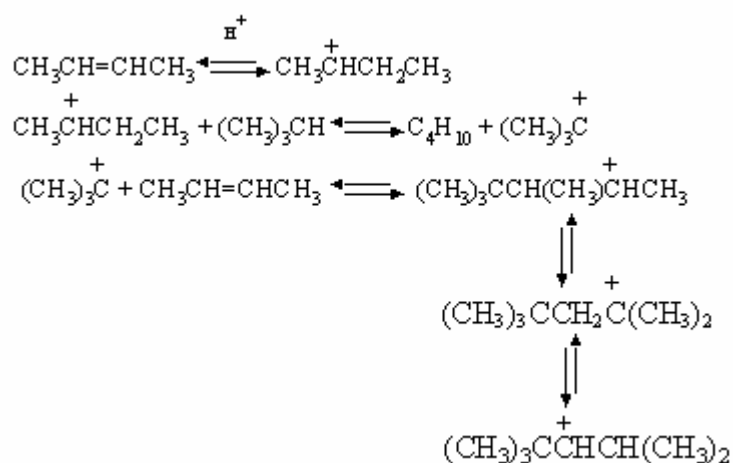
4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz?	Tak	Nie
1) opisać proces produkcji etylobenzenu w fazie gazowej i podać parametry procesu?
2) obliczyć masę surowców do produkcji alkilatów?
3) uzasadnić zastosowanie katalizatora zeolitowego w procesie alkilowania?
4) ocenić zużycie surowca i energii w zintegrowanej wytwórni etylobenzenu i styrenu?

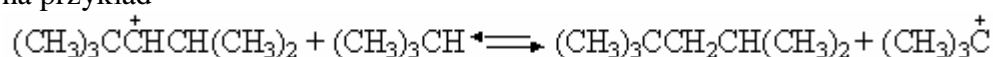
4.3. Wytwarzanie produktów alkilowania izobutanu propylenem lub butenami wobec katalizatora H₂SO₄ lub HF

4.3.1. Materiał nauczania

Proces alkilowania propylenem czy butylenami izobutanu prowadzony jest z zastosowaniem katalizatorów H₂SO₄ lub HF. W procesie tym oprócz alkilowania zachodzi szereg innych reakcji, na przykład dimeryzacji olefin, destrukcji, dysproporcjonowania (substancja ulega reakcji utlenienia i redukcji) wodoru oraz tworzenie i rozkład alkilosulfonianów (katalizator H₂SO₄). Większość reakcji zachodzi według mechanizmu jonowego (pośrednio tworzą się karbokationy) [2]. Produkty procesu alkilowania nazywamy alkilatami. Zawierają one trimetylopentany, dimetyloheksany, frakcje C₄–C₆ oraz węglowodory o dużej masie molowej. Produktem alkilowania izobutanu butenami wobec HF jest 2,2,4-trimetylopentan. W przypadku zastosowania H₂SO₄ jako katalizatora powstają głównie 2,3,3- i 2,3,4-trimetylopentany. Alkilaty powstałe w instalacjach, stosujących jako katalizatory H₂SO₄ i HF, mają dużą liczbę oktanową. W wyniku alkilowania izobutanu butenami powstaje drugorzędowy kation butylowy, a następnie trzeciorzędowy.



Powstały karbokation ulega izomeryzacji i reagując z izobutanem, tworzy trimetylopentany na przykład

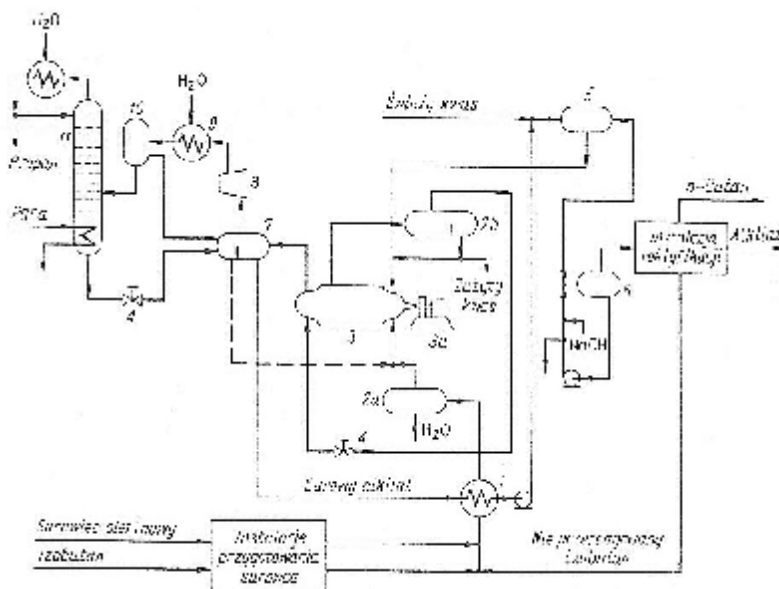


Powstające trzeciorzędowe jony butylowe inicjują następny cykl reakcji. Reakcje alkilowania zachodzą z wydzielaniem ciepła. W procesie alkilowania węglowodory i H₂SO₄ stanowią odrębne fazy. Szybkość dyfuzji między fazami zależy od:

- intensywności mieszania,
- stosunku zawartości izobutanu i olefin,
- czasu przebywania w reagującej mieszaninie,
- stosunku objętości fazy węglowodorowej i kwasowej,
- temperatury i stężenia kwasu.

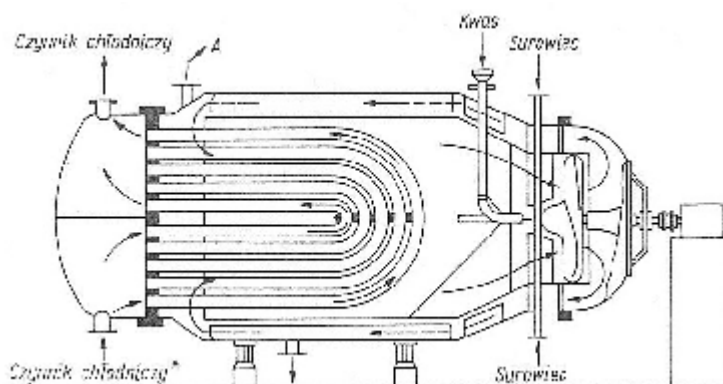
W procesach krakingu katalitycznego i pirolizy olefinowej otrzymuje się frakcje butanowo-butenową i propanowo-propylenową i łącznie z izobutanem stanowią surowce alkilowania. Stosowany jest nawet trzykrotny nadmiar izobutanu. Użycie czystego propyleny

jest niekorzystne, ponieważ powoduje większe zużycie H_2SO_4 i pogarsza jakość otrzymanego produktu. Surowce alkilowania nie mogą zawierać: domieszek etylenu, węglowodorów $> C_5$, związków siarki i wody. Zawartość tych domieszek w ilości około 0,1% jest przyczyną wzrostu zużycia H_2SO_4 nawet do 30 kg/t alkilatu i rozcieńcza H_2SO_4 . Rysunek 4 obrazuje schemat instalacji alkilowania izobutanu olefinami wobec H_2SO_4 .



Rys. 4. Uproszczony schemat instalacji alkilowania izobutanu olefinami wobec H_2SO_4 : 1 – wymiennik ciepła, 2 – odstojnik, 3 – poziomy reaktor alkilowania, 3a – turbinowy napęd reaktora, 4 – zawory rozprężające, 5 – aparat przemywania surowego alkilatu świeżym kwasem, 6 – aparat neutralizacji alkilatu, 7 – odparowywacz, 8 – sprężarka, 9 – chłodnice wodne, 10 – separator, 11 – kolumna propanowa [2]

Fracje olefinowe i izobutan przesyła się do instalacji przygotowania surowca, gdzie prowadzony jest proces suszenia i oczyszczania z dienów i związków siarki. Przygotowany surowiec łączy się z recykulowanym (nieprzereagowanym) izobutanem i ochładza w wymienniku 1 surowym alkilatem. Otrzymaną mieszaninę izobutanu i olefin przesyła do odstojnika 2a (oddzielenie wody). Przygotowane surowce wprowadza się do ssącej części mieszalnika zamontowanego w reaktorze (rysunek 5) i na skutek szybkiego mieszania mieszanina kwasu i węglowodorów cyrkuluje w reaktorze z dużą szybkością.

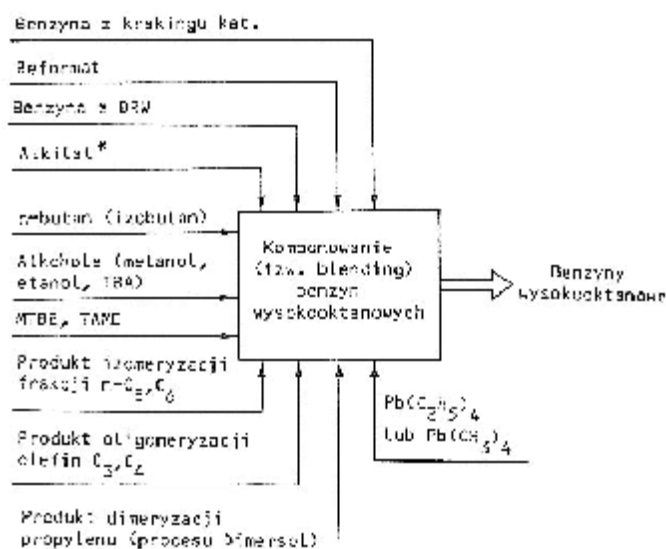


Rys. 5. Schemat reaktora alkilowania, typu Stratco [2]

Intensywne mieszanie surowców węglowodorowych i H_2SO_4 z odstojnika 2b zwiększa szybkość reakcji alkilowania. Część cyrkulującej mieszaniny poreakcyjnej jest w sposób ciągły przesyłana do odstojnika 2b. W odstojniku 2b zachodzi oddzielenie fazy organicznej od kwasu, który łącznie z świeżą porcją kwasu ze zbiornika 5, doprowadzany jest do reaktora. Warstwę organiczną rozpręża się do wnętrza rurkowej części reaktora [2]. Rozprężenie to, z około 400 do 25 kPa powoduje ochłodzenie, wynikające z odparowania części węglowodorów [2]. Przepływająca w rurkach oziębiona warstwa organiczna ochładza przepływającą mieszaninę cyrkulującą w przestrzeni międzyrurkowej i umożliwia prowadzenie procesu w temperaturze około $5-10^{\circ}C$, co zapobiega burzliwej reakcji. Z przestrzeni rurkowej reaktora alkilowania mieszaninę przesyła się do odparowywacza 7. Odparowywacz zbudowany jest z dwóch komór cieczowych i wspólnej przestrzeni parowej. Ciekłe produkty gromadzą się w jednej komorze, przesyła się je poprzez wymiennik 1 do aparatu przemywania surowego alkilatu świeżym kwasem 5. W drugiej komorze gromadzi się zimny izobutan z aparatu 10 i 11, który przesyła się do reaktora. Powstające pary w przestrzeni parowej zbiornika 7 spręża się do około 500 kPa i chłodzi, część skroplin powraca do zbiornika 7, a część przesyła się do kolumny 11 (oddzielenie propanu). W zbiorniku 5 przemywa się surowy alkilat kwasem (oddzielanie kwaśnych estrów, które powracają do reaktora 3). W aparacie 6 zubożają surowy alkilat wodorotlenkiem sodu i kieruje do kolumny rektyfikacyjnej, gdzie oddziela się butany. Oczyszczony alkilat przesyła się do instalacji komponowania benzyn wysokooktanowych.

Jeżeli sprężarka 8 (rysunek 4), na przykład z braku energii, przestanie pracować, to nastąpi podwyższenie temperatury strumienia izobutanu i nastąpi gwałtowny proces alkilowania (złe chłodzenie). Należy natychmiast zaprzestać doprowadzania do instalacji olefin. Ponownie można wznowić proces po uruchomieniu sprężarki i osiągnięciu temperatury około $5^{\circ}C$.

Proces alkilowania można prowadzić również wobec bezwodnego HF. Produkty powstałe w obecności bezwodnego HF i wobec kwasu siarkowego(VI) mają liczbę oktanową (LOP) większą od 90. W procesie alkilowania z użyciem H_2SO_4 zużywa się więcej kwasu w porównaniu z procesem prowadzonym wobec HF. Pomimo iż cena HF jest wysoka w porównaniu z ceną H_2SO_4 , to koszty produkcji w obecności HF są mniejsze. Ze względu na problem ochrony środowiska i bezpieczeństwo to oba kwasy stwarzają zagrożenie. Kwas siarkowy(VI) jest cieczą żrącą, a HF toksycznym gazem. Produkcja alkilatów powstałych z izobutanu i olefin C_3-C_4 jest procesem realizowanym bezpośrednio w rafineriach ropy zaliczanych do procesów rafineryjnych.



Rys. 6. Możliwe komponenty wysokooktanowych benzyn silnikowych.
Produkt alkilowania izobutanu olefinami C₃–C₄ [2]

Wzrost zapotrzebowania na wysokooktanowe benzyny i wprowadzone przepisy limitujące w benzynach wysokooktanowych zawartości Pb, S, ale również benzenu, wymusza konieczność zmian technologicznych w procesach produkcji. Węglowodory aromatyczne wprowadzane do benzyn wymienia się na syntetyczne komponenty wysokooktanowe. Są to głównie alkilaty oraz związki organiczne zawierające tlen. Komponowanie z powyższych składników wysokooktanowych benzyn umożliwia wyeliminowanie ołowiu (zarzucenie etylizowania benzyn) [2].

Dopuszczalne zawartości „tlenowych” zamienników w benzynach obrazuje tabela 2.

Tabela 2. Dopuszczalne w warunkach europejskich zawartości „tlenowych” zamienników TEO w benzynach [2]

Zamiennik TEO (związki organiczne zawierające tlen)	Dopuszczalna zawartość w benzynach, % obj.
Etanol	5
Metanol* + stabilizatory	3
Alkohol izopropylowy	5
Alkohol <i>tert</i> -butylowy (TBA)	7
Alkohol izobutylowy	7
Etery > C ₄ (MTBE, TAME)	10
Inne	7
Mieszanki ww. związków w przeliczeniu na zawartość tlenu, % mas.	2,5

* W Standardzie Zjednoczonych EPA ustalono, że mieszanki zawierające 50% metanolu + 50% TBA nie można dodawać w ilości większej niż 9,5% obj. w benzynie, co odpowiada maksymalnej zawartości tlenu 2,8% mas. [99].

4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie surowce i katalizatory są stosowane w produkcji alkilatów?
2. Jaki jest mechanizm reakcji alkilowania izobutanu olefinami?
3. Jaki jest główne zastosowanie produktów alkilowania?
4. Jaki jest wpływ procesów produkcji alkilatów na środowisko?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Dokonaj analizy warunków i znaczenia procesu alkilowania izobutanu olefinami C₃–C₄ w produkcji wysokooktanowych bezołowiowych benzyn silnikowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z materiałem nauczania,
- 2) zapoznać się z mechanizmem katalitycznego alkilowania izobutanu olefinami,
- 3) określić właściwości alkilatów i ich wpływ na jakość wytwarzanych benzyn,
- 4) ocenić wpływ zastosowania alkilatów na stan środowiska naturalnego.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania (4.3.1),
- czasopisma specjalistyczne, np. „Przemysł Chemiczny”, „Chemik”,
- *Kalendarz chemiczny*,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Dokonaj oceny wpływu surowców i katalizatorów kwasowych w procesie otrzymywania alkilatów na wielkość liczby oktanowej oraz kosztów produkcji.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) ustalić surowce do alkilowania,
- 2) ustalić katalizatory,
- 3) ocenić wpływ użytego surowca i katalizatora na wielkość LO,
- 4) porównać koszty produkcji procesu alkilowania przy użyciu różnych katalizatorów,
- 5) ocenić wpływ procesów technologicznych na stan środowiska i bezpieczeństwo pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania (4.3.1),
- aktualne dane o katalizatorach,
- czasopisma branżowe, Internet.
- literatura z rozdziału 6.

4.3.4. Sprawdzian postępów

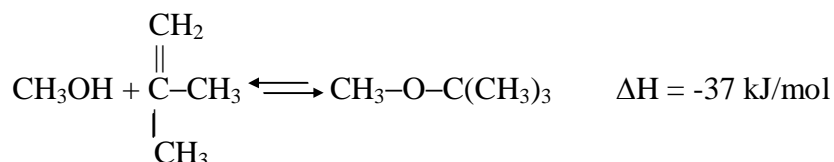
Czy potrafisz?

	Tak	Nie
1) zapisać mechanizm reakcji alkilowania izobutanu olefinami?
2) wymienić surowce i katalizatory reakcji alkilowania?
3) ocenić wpływ użytego katalizatora i surowca na wielkość LO, koszty produkcji i stan środowiska?
4) określić przyczyny wzrostu znaczenia produkcji alkilatów?

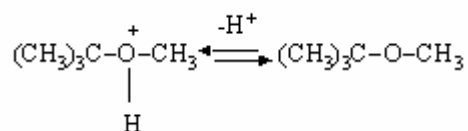
4.4. Wytwarzanie MTBE i ETBE z izobutylenem zawartego we frakcjach butenowych oraz z metanolu i etanolu

4.4.1. Materiał nauczania

Eter metylo-tert-butyłowy (MTBE) jest produktem alkilowania izobutylenem według reakcji:



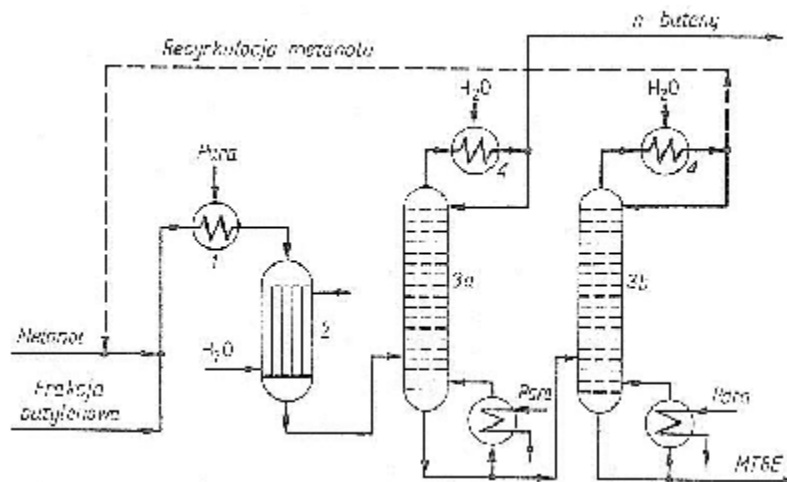
Reakcja ta zachodzi z wydzielaniem ciepła i jest reakcją O – alkilowania. Chemizm procesu otrzymywania eteru opiera się na katalitycznej reakcji olefin z wiązaniem podwójnym przy trzyczłonowym atomie węgla z alkoholami pierwszorzędowymi. Katalizatorami tej reakcji są żywice kationowymiennne w formie SO_3H . Protony z tych żywic reagują z izobutylenem z wytworzeniem tert-butyłowych kationów karbonyowych do których przyłącza się metanol [2]. Kation pośredni odczepia proton i powstaje MTBE.



Katalizatory typu żywic jonowymiennych (sulfonowane kopolimery styrenu i diwinylobenzenu) stosuje się w temperaturze około 150°C . W wyższej temperaturze tracą kwasowość (odczepiają się grupy sulfonowe). Katalizatory te stosuje się do otrzymywania MTBE i TAME oraz w procesach hydratacji propylenu i izobutylenem. Proces wytwarzania MTBE to reakcja, w której selektywnie metanol reaguje tylko z izobutylenem. Proces wytwarzania TAME to reakcja metanolu i 2-metylobutenów (amylenów). Proces wytwarzania ETBE to reakcja etanolu z izobutylenem.

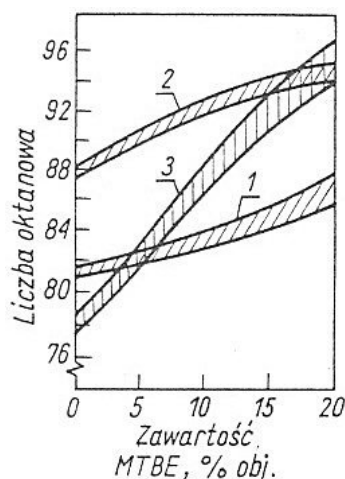
Reakcja w której otrzymuje się MTBE zachodzi w fazie ciekłej, temperaturze od $90-100^\circ\text{C}$, pod ciśnieniem około 1,2 MPa. Surowcem mogą być frakcje C_4 z krakingu katalitycznego czy pirolizy olefinowej po oczyszczeniu z butadienu.

Rysunek 7 przedstawia schemat produkcji MTBE.



Rys. 7. Uproszczony schemat instalacji do produkcji MTBE: 1 – podgrzewacze parowe, 2 – reaktor rurowy, 3 – kolumny rektyfikacyjne, 4 – chłodnice wodne [2]

Do reaktora 2 wprowadza się ogrzaną do około 80°C i pod ciśnieniem 0,2 MPa mieszaninę surowców: metanolu i frakcji butylenowej oraz recykulowany metanol. Reaktor to pionowy aparat rurkowy. Katalizatorem tego procesu są żywice kationow wymienne. Wypełniają one rurki reaktora, a w przestrzeni międzyrurowej przepływa woda, która odbiera ciepło reakcji. Mieszaninę poreakcyjną z reaktora 2 przesyła się do kolumny rektyfikacyjnej 3a. Ze szczytu kolumny 3a odbiera się n-buteny, natomiast z dołu kolumny mieszaninę przesyła się do kolumny rektyfikacyjnej 3b. Produkt MTBE odbiera się z dołu kolumny, a metanol odbierany z góry kolumny zawraca się do obiegu. Z frakcji butylenowej z metanolem selektywnie reaguje tylko izobutylen. Węzeł syntezy MTBE może stanowić reaktor z kilkoma warstwami katalizatora chłodzonego zimnym strumieniem surowca wprowadzonego między warstwy katalizatora. MTBE stosuje się do zwiększania liczby oktanowej benzyn (rysunek 6).



Rys. 8. Zwiększenie liczby oktanowej benzyn jako wynik wprowadzenia MTBE: 1 – liczba oktanowa oznaczona metodą silnikową (LOM), 2 – liczba oktanowa oznaczona metodą badawczą (LOB), 3 – liczba oktanowa frakcji wrzącej do 100°C (LOB) [2]

Zakresowane zakresy (rys. 8) ujmują zmienność wzrostu liczby oktanowej benzyny powodowanego dodatkiem MTBE w zależności od struktury jej składu węglowodorowego [2]. MTBE charakteryzuje się wysoką liczbą oktanową i stosowany jest przede wszystkim do produkcji benzyn wysokooktanowych (komponent bezołowiowy).

4.4.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdź, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie surowce stosowane są w procesie wytwarzania MTBE?
2. Jaki katalizator zastosowano w procesie wytwarzania MTBE?
3. Jaki jest mechanizm reakcji alkilowania izobutyleny metanolem.
4. Jakie jest zastosowanie MTBE?
5. Jakie aparaty stosowane są w instalacji produkcji MTBE?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Scharakteryzuj chemizm i proces wytwarzania MTBE.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) podać surowce i katalizator stosowany w procesie otrzymywania MTBE,
- 2) wyjaśnić mechanizm reakcji alkilowania izobutyleny metanolem,
- 3) przedstawić przebieg procesu otrzymywania MTBE,
- 4) określić zastosowanie MTBE.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania (4.4.1),
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Dokonaj analizy przebiegu procesów alkilowania benzenu etylenem w fazie gazowej oraz O – alkilowania izobutyleny metanolem na schematach (rysunek 2, 7).

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wskazać surowce,
- 2) rozpoznać rodzaje aparatów na obu schematach,
- 3) określić procesy zachodzące w aparatach,
- 4) wskazać czynniki chłodzące i grzewcze,
- 5) określić podobieństwa i różnice.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- schemat instalacji alkilowania benzenu etylenem w fazie gazowej oraz O – alkilowania izobutyleny metanolem wprowadzony do komputera,
- literatura z rozdziału 6.

4.4.4. Sprawdzian postępów

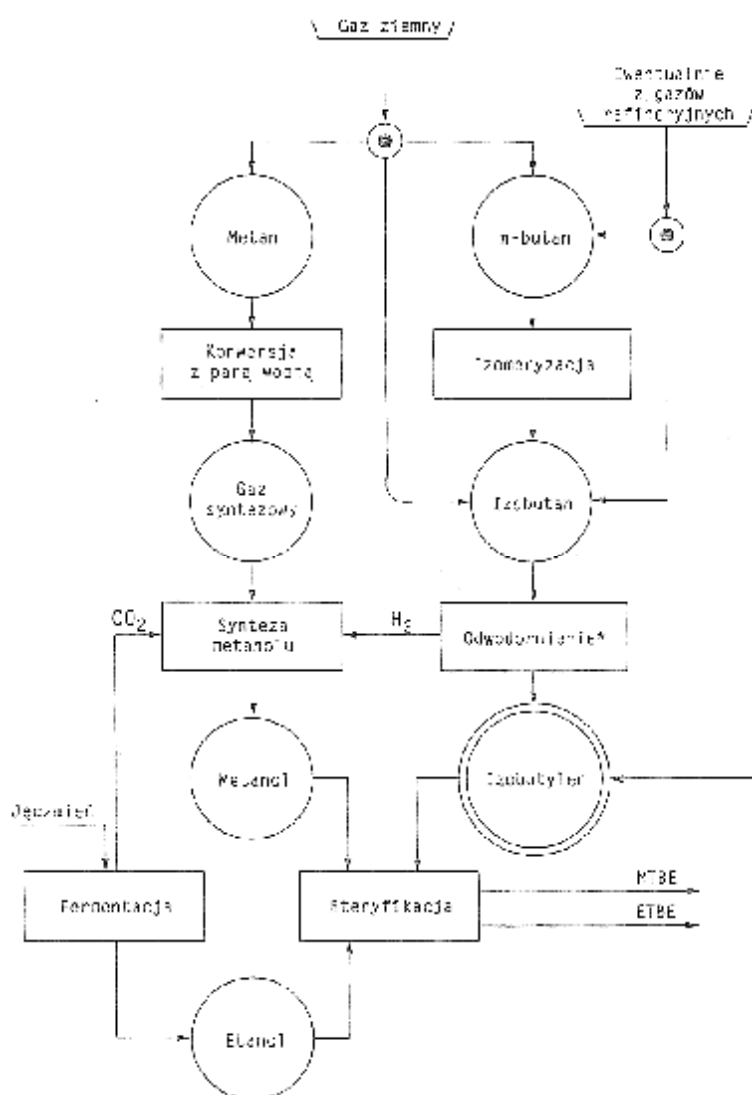
Czy potrafisz?	Tak	Nie
1) określić surowce i katalizator procesów otrzymywania MTBE?
2) zapisać mechanizm reakcji izobutyleny z metanolem?
3) rozpoznać aparaty na schematach przedstawiających procesy otrzymywania MBTE?
4) wskazać zastosowanie MTBE?

4.5. Instalacje alkilowania w procesie przeróbki frakcji C₄ z pirolizy olefinowej (lub z FKK) w zakładach rafineryjno-petrochemicznych

4.5.1. Materiał nauczania

Procesy wytwarzania eteru metylo-tert-butylowego (MTBE) w różny sposób są integrowane z innymi procesami technologicznymi. Przykładem obrazującym integrację procesów technologicznych może być technologia MOP, która została po raz pierwszy wprowadzona w Kanadzie. Jako podstawowe surowce zaproponowano:

- gaz ziemny,
- gazy rafineryjne,
- jęczmień.



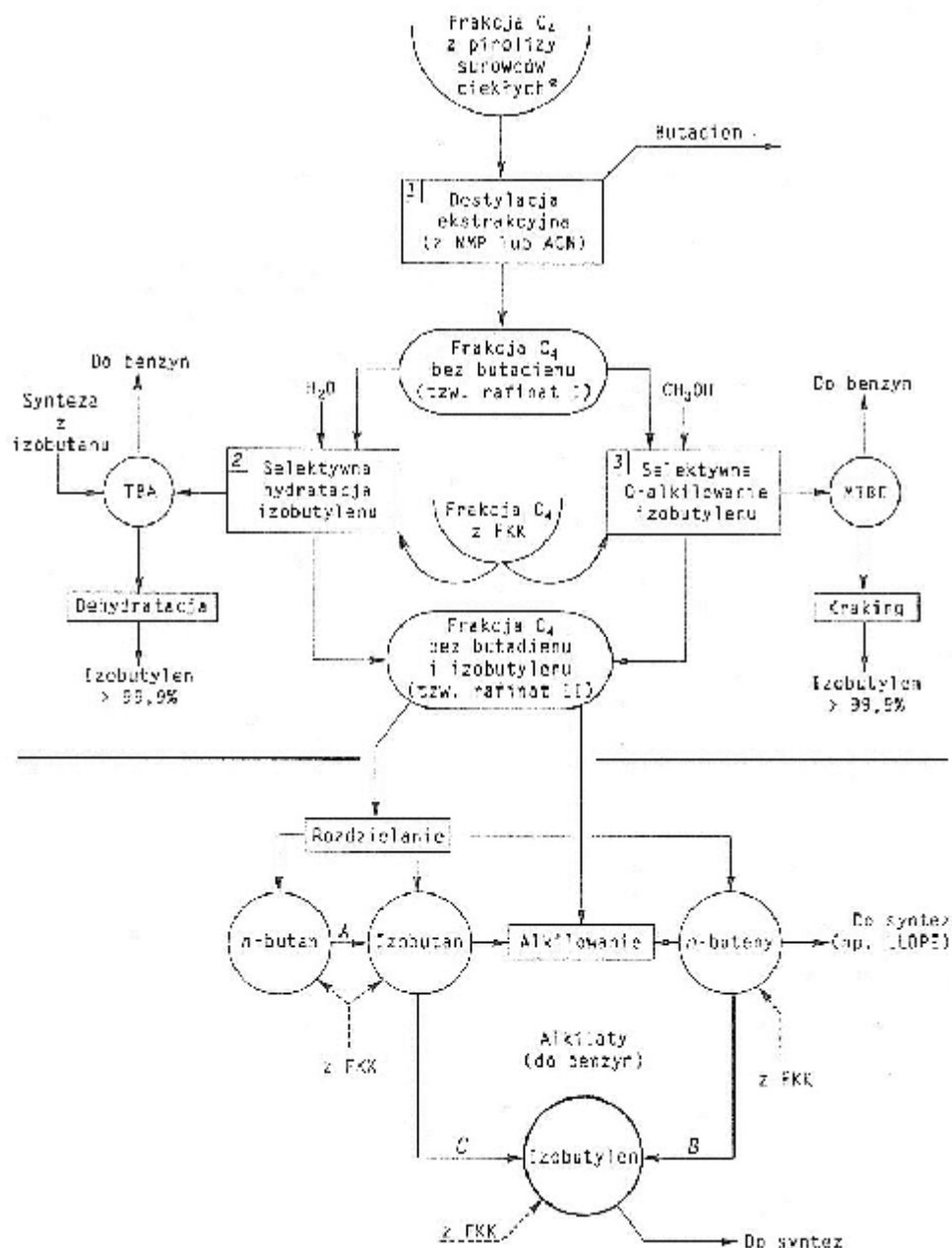
Rys. 9. Schemat ideowy procesu MOP [2]

Surowcami do produkcji MTBE są: metanol i izobutylen. Pośrednio oba te surowce otrzymać można z gazu ziemnego lub gazów rafineryjnych. Natomiast do produkcji (ETBE) eteru

etylo-tert-butyłowego surowcami są: etanol i izobutylen, które pośrednio można otrzymać z jęczmienia oraz gazu ziemnego lub gazów rafineryjnych (rysunek 9).

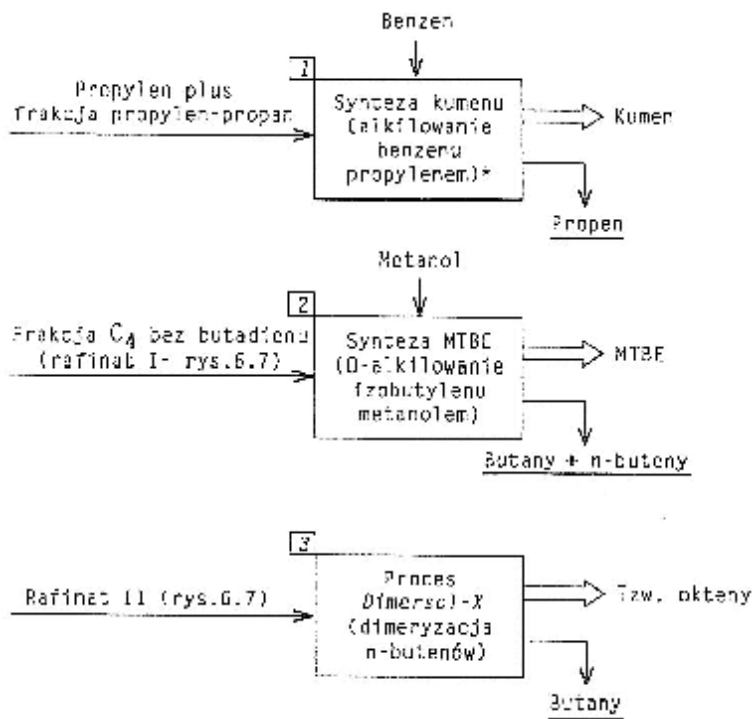
Coraz częściej do otrzymywania MTBE stosuje się frakcje C₄ zawierające izobutylen. Źródłem izobutyleny w przemyśle są frakcje:

- frakcja C₄ z procesu pirolizy olefinowej surowców ciekłych (benzyny ciężkiej, oleju napędowego) zawierająca około 45% izobutyleny,
- frakcja C₄ z krakingu katalicznego (fluidalny) zawierająca około 15% objętościowych izobutyleny,
- frakcja C₄ z procesu katalicznego odwodornienia izobutanu,
- produkt procesu katalicznej izomeryzacji n-butenów [2].



Rys. 10. Schemat ideowy przeróbki frakcji C₄ otrzymanych w procesach pirolizy oraz krakingu katalicznego (FKK). Procesy: A – izomeryzacji n-butanu, B – izomeryzacji n-butenów, C – odwodornienia izobutanu [2]

Wytwórnice alkilatów są powiązane technologicznie z zakładami rafinerijno-petrochemicznymi. Korzystnie jest stosować całe frakcje, zamiast czystych węglowodorów. Koszt produkcji pomniejsza się o wydzielenie czystego składnika z mieszaniny. Można stosować te frakcje węglowodorowe, ponieważ składniki tych mieszanin reagują selektywnie, na przykład propylen z frakcji C₃ czy izobutylen z frakcji C₄ (rysunek 11).



Rys. 11. Przykłady surowcowego zasilania instalacji produkcyjnych mieszaninami węglowodorów zawierającymi składniki selektywnie reagujące oraz niewchodzące w reakcje [2]

Do produkcji kumenu w procesie alkilowania benzenu propylenem można stosować frakcję propanowo-propylenową. Frakcje C₄ po oddzieleniu butadienu często stosuje się do syntezy MTBE.

W procesach alkilowania głównym zagadnieniem analitycznym jest określanie jakościowego i ilościowego składu produktów, na przykład za pomocą chromatografii gazowej. Prowadząc proces alkilowania izobutanu olefinami (z użyciem H₂SO₄ lub HF), należy zastosować automatyczne sterowanie procesu za pomocą komputerów (system CONPAC). Automatyczne sterowanie umożliwia na przykład:

- regulację masowego przepływu surowców,
- kontrolę i regulację natężeń przepływu oraz stężeń kwasu siarkowego(VI),
- kontrolę parametrów pracy kolumny propanowej i izobutanowej oraz pozostałych aparatów.

Zaletą tego systemu jest nieprzerwane kontrolowanie wszystkich ograniczeń technologicznych i zapewnienie płynnej „reakcji instalacji” na zmiany natężenia zasilania olefinami przy jednoczesnym spełnieniu ostrych wymagań co do wartości podstawowych wskaźników [2].

4.5.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń

1. Jaki jest skład frakcji C₄?
2. Jakie są źródła frakcji C₄?
3. Dlaczego jęczmień może być stosowany jako surowiec do produkcji ETBE?
4. Jaką rolę pełni system CONPAC?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Korzystając ze schematu ideowego przeróbki frakcji C₄ otrzymywanych w procesach pirolizy oraz krakingu katalitycznego (rys.10), dokonaj analizy wariantów technologicznych przeróbki frakcji C₄.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) ustalić skład frakcji C₄ z pirolizy surowców ciekłych,
- 2) wyjaśnić, dlaczego z frakcji C₄ usuwa się butadien,
- 3) ustalić kierunki wykorzystania frakcji C₄ bez butadienu,
- 4) ustalić zastosowanie frakcji C₄ bez butadienu i izobutylenu,
- 5) określić kierunki wykorzystania n-butanu, izobutanu, n-butenu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- schemat ideowy przeróbki frakcji C₄ otrzymywanych w procesach pirolizy oraz krakingu katalitycznego (rys.10),
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Na podstawie Karty charakterystyki substancji niebezpiecznej i preparatu niebezpiecznego oceń szkodliwość benzenu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z Kartą charakterystyki,
- 2) zidentyfikować zagrożenia,
- 3) wskazać sposoby udzielania pierwszej pomocy,
- 4) określić sposób postępowania w przypadku pożaru,
- 5) określić sposób postępowania w przypadku niezamierzonego uwolnienia do środowiska,
- 6) podać zagrożenia toksykologiczne,
- 7) dobrać środki ochrony indywidualnej,
- 8) wskazać zagrożenia ekologiczne,
- 9) dobrać sposób neutralizacji i sposób niszczenia odpadów.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- Karta charakterystyki substancji niebezpiecznej i preparatu niebezpiecznego – benzen,
- stanowisko komputerowe z dostępem do Internetu,
- strony internetowe, np. www.wrzesnia.com.pl/instrukcje_bhp.html, www.ciop.pl/html.

Ćwiczenie 3

Na podstawie tabeli 1 oraz materiału nauczania 4.1, 4.5 zaprojektuj schemat ideowy powiązań procesów alkilowania z innymi procesami technologicznymi.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z wskazanymi materiałami,
- 2) ustalić kierunki wykorzystania alkilatów,
- 3) narysować schemat ideowy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko komputerowe z dostępem do Internetu oraz oprogramowaniem, umożliwiającym sporządzanie schematów,
- materiał nauczania(4.1.1 i 4.5.1).

4.5.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) zaprojektować schematy ideowe powiązań procesów alkilowania z innymi procesami?
2) ustalić kierunki wykorzystania frakcji C ₄ ?
3) wskazać parametry kontroli procesów alkilowania?
4) ocenić szkodliwość surowców alkilowania na podstawie Kart charakterystyk substancji niebezpiecznych?

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 20 zadań. Do każdego zadania dołączone są cztery możliwe odpowiedzi. Tylko jedna odpowiedź jest prawdziwa.
5. Udzielaj odpowiedzi na załączonej karcie odpowiedzi.
6. Prawidłową odpowiedź zaznacz X. W przypadku pomyłki błędną odpowiedź zaznacz kółkiem, a następnie ponownie zakreśl odpowiedź prawidłową.
7. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci wolny czas.
8. Ocenę dostateczną otrzymasz, jeśli udzielisz prawidłowej odpowiedzi na 13 zadań.
9. Na rozwiązanie testu masz 45 minut.

Powodzenia

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Wprowadzenie do związku grupy alkilowej to proces:
 - a) nitrowania,
 - b) utleniania,
 - c) alkilowania,
 - d) chlorowania.
2. Surowcami do produkcji kumenu są:
 - a) benzen i etylen,
 - b) benzen i propylen,
 - c) benzen i izobuten,
 - d) benzen i metan.
3. Katalizatorem w procesie produkcji kumenu w fazie ciekłej jest:
 - a) kwas solny,
 - b) kwas siarkowy(VI),
 - c) chlorek glinu,
 - d) fluorowodór.
4. Reaktory do procesu produkcji kumenu wyłożone są:
 - a) stalą węglową,
 - b) płytkami ceramicznymi,
 - c) płytami żelaznymi,
 - d) polietylenem.
5. Integracja wytwórni etylobenzenu i styrenu powoduje:
 - a) oszczędność surowców i energii,
 - b) oszczędność surowców,
 - c) oszczędność energii,
 - d) oszczędność produktów.

6. Do procesu alkilowania izobutanu olefinami stosuje się katalizatory H_2SO_4 lub HF. Zastosowanie katalizatora HF powoduje:
 - a) większe koszty zabezpieczeń i hermetyzacji aparatury oraz zagrożenie dla środowiska,
 - b) zmniejszenie kosztów zabezpieczeń aparatury,
 - c) zmniejszenie zagrożenia środowiska,
 - d) mniejsze koszty zabezpieczeń i hermetyzacji.
7. Reaktor procesu alkilowania izobutanu olefinami w obecności H_2SO_4 wbudowany ma mieszalnik w celu:
 - a) zdyspergowania olefin i zwiększenia powierzchni kontaktu surowców,
 - b) zmniejszenie aktywności katalizatora,
 - c) zmniejszenia powierzchni kontaktu surowców,
 - d) zwiększenia czasu kontaktu reagentów.
8. Regenerację katalizatora, stosowanego w procesie alkilowania benzenu etylenem w fazie gazowej, przeprowadza się przez:
 - a) wypalanie koksu,
 - b) ochładzanie,
 - c) stosowanie pary wodnej,
 - d) ekstrakcję.
9. Reagenty procesu Mobil-Badger nie mają działania korozyjnego, bo nie zawierają:
 - a) chlorków,
 - b) benzenu,
 - c) etylobenzenu,
 - d) etylenu.
10. Z mieszaniny poreakcyjnej z procesu Mobil-Badger nieprzereagowany benzen oddziela się poprzez:
 - a) destylację,
 - b) ekstrakcję,
 - c) absorpcję,
 - d) adsorpcję.
11. Surowcem procesu alkilowania izobutanu są frakcje:
 - a) butanowo-butenowa,
 - b) etano-etynowa,
 - c) etano-etylenowa,
 - d) butanowa.
12. Alkily, otrzymane w procesie alkilowania izobutanu olefinami po oczyszczeniu przesyłane są do:
 - a) rektyfikacji,
 - b) alkilowania,
 - c) komponowania benzyn wysokooktanowych,
 - d) kolumny w celu oddzielenia propanu.
13. W przypadku wydostania się z instalacji w pomieszczeniu zamkniętym HF, likwidować skażenia wolno tylko odpowiednio przeszkolonym osobom zabezpieczonym w stosowne środki ochrony osobistej, a szczególności w:
 - a) rękawice ochronne,
 - b) aparaty chroniące drogi oddechowe,
 - c) ubranie robocze,
 - d) okulary ochronne.

14. Chemizm reakcji otrzymywania MTBE polega na reakcji alkoholu I rzędowego z olefinami, mającymi wiązanie:
- podwójne przy III rzędowym atomie węgla,
 - podwójne przy II rzędowym atomie węgla,
 - potrójne,
 - podwójne.
15. Żywice jonowymienne jako katalizatory procesów MTBE i TAME stosuje się tylko w temperaturze niższej niż 140°C , ponieważ w wyższej:
- następuje utrata kwasowości,
 - zwiększa się aktywność katalizatora,
 - zwiększa się kwasowość katalizatora,
 - nie ma wpływu na działanie katalizatora.
16. W instalacji realizującej proces alkilowania wytwarza się rocznie 540 tysięcy ton alkilatu rocznie. Miesięcznie produkuje się :
- 54 tysięcy ton,
 - 54 tony,
 - 45 ton,
 - 45 tysięcy ton.
17. Dopuszczalna zawartość eteru (MTBE) w benzynie wynosi 10%. Do 200 m^3 benzyny należy dodać eteru w ilości:
- 5 m^3 ,
 - 20 m^3 ,
 - 10 m^3 ,
 - 30 m^3 .
18. Bioetanol, surowiec do produkcji eteru ETBE, otrzymywany jest z:
- gazu ziemnego,
 - frakcji $\text{C}_3\text{--C}_4$,
 - jęczmienia,
 - metanolu.
19. Na etykiecie opakowania zawierającego benzen znajdują się symbole: F, T. Oznacza to, że benzen jest substancją:
- żrącą i toksyczną,
 - szkodliwą i łatwopalną,
 - łatwopalną i toksyczną,
 - żrącą i łatwopalną.
20. W procesie otrzymywania alkilatów szczególne środki ostrożności należy zachować ze względu na:
- łatwopalność surowców,
 - toksyczność surowców,
 - tworzenie mieszanin wybuchowych powietrza z surowcami,
 - wszystkie wymienione w a), b), c) właściwości.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko.....

Wytwarzanie produktów alkilowania

Zakreśl poprawną odpowiedź.

Nr zadania	Odpowiedź				Punktacja
1	a	b	c	d	
2	a	b	c	d	
3	a	b	c	d	
4	a	b	c	d	
5	a	b	c	d	
6	a	b	c	d	
7	a	b	c	d	
8	a	b	c	d	
9	a	b	c	d	
10	a	b	c	d	
11	a	b	c	d	
12	a	b	c	d	
13	a	b	c	d	
14	a	b	c	d	
15	a	b	c	d	
16	a	b	c	d	
17	a	b	c	d	
18	a	b	c	d	
19	a	b	c	d	
20	a	b	c	d	
Razem:					

6. LITERATURA

1. Bogoczek R., Kociołek-Balawajder E.: Technologia chemiczna organiczna. Surowce i półprodukty. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej Wrocław 1992
2. Grzywa E., Molenda J.: Technologia podstawowych syntez organicznych. Tom 1 i 2. WNT, Warszawa 2000
3. Molenda J.: Technologia chemiczna. WSiP, Warszawa 1997