

dr WIKTOR WESOŁOWSKI  
mgr inż. MAŁGORZATA  
KUCHARSKA  
dr JAN GROMIEC  
Instytut Medycyny Pracy  
im. prof. dr. med. Jerzego Nofera  
91-348 Łódź  
ul. św. Teresy od Dzieciątka Jezus 8

# Uwodornione terfenyle

## – metoda oznaczania

Numer CAS: 110-80-5



**Słowa kluczowe:** uwodornione terfenyle, analiza powietrza, stanowisko pracy, chromatografia gazowa.

**Keywords:** hydrogenated terphenyls, air analysis, workplace, gas chromatography.

Metodę stosuje się do oznaczania stężeń aerozolu uwodornionych terfenyli oraz izomerów terfenylu w powietrzu na stanowiskach pracy podczas przeprowadzania kontroli warunków sanitarnohigienicznych.

Metoda polega na zatrzymaniu aerozolu uwodornionych terfenyli oraz izomerów terfenylu na filtrze z włókna szklanego oraz żywicy XAD-2, ekstrakcji dichlorometanem i analizie chromatograficznej otrzymanego roztworu.

Oznaczalność metody wynosi 1 mg/m<sup>3</sup> powietrza, zaś najmniejsze stężenia izomerów terfenylu, jakie można oznaczyć w tych samych warunkach, wynoszą odpowiednio: 0,0001 mg/m<sup>3</sup> izomeru *orto*-, 0,0005 mg/m<sup>3</sup> izomeru *meta*- i 0,0004 mg/m<sup>3</sup> izomeru *para*-terfenylu.

### UWAGI WSTĘPNE

Uwodornione terfenyle są mieszaniną izomerów *orto*-, *meta*- i *para*-terfenyli w różnym stopniu uwodornionych. Uwodornione terfenyle są używane jako smary, hydrauliczne płyny chłodzące, chłodziwo w reaktorach atomowych, rozpuszczalniki barwników stosowanych do otrzymywania bezwęglowego papieru kopiującego oraz do produkcji takich tworzyw sztucznych jak poli(chlorek winylu).

Najważniejsze właściwości fizykochemiczne uwodornionych terfenyli:

– masa cząsteczkowa

241 (średnio)

– temperatura wrzenia	340 °C
– temperatura zapłonu	157 °C (metoda tygla zamkniętego)
	174 °C (metoda tygla otwartego)
– temperatura samozapłonu	374 °C
– względna gęstość właściwa	1,003 ÷ 1,009 (woda = 1)
– prężność par	13 Pa (w temp. 25 °C)
– rozpuszczalność	mieszanina praktycznie nierozpuszczalna w wodzie w temp. 25 °C, miesza się w temperaturze pokojowej z wieloma węglowodorami i chlorowanymi węglowodorami oraz estrami.

Uwodornione terfenyle nie zostały zaklasyfikowane jako substancje niebezpieczne w rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniającego rozporządzenie UE nr 1907/2006 (tabela 3.2., załącznik VI) – Dziennik Urzędowy UE L 353 z dnia 31.12.2008 r.

Proponowana w Polsce wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) uwodornionych terfenyli w powietrzu środowiska pracy wynosi 12,5 mg/m<sup>3</sup>, natomiast wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego (NDSCh) uwodornionych terfenyli nie ustalono.

W handlu są dostępne mieszaniny uwodornionych terfenyli i terfenyli o różnych udziałach procentowych. W powietrzu można się spodziewać obecności węglowodorów – składników tych mieszanin o trudnych do sprecyzowania udziałach procentowych, dlatego proponuje się w ocenie narażenia zawodowego wzorcowanie metody oznaczania na podstawie stosowanej w danym zakładzie pracy mieszaniny. Podstawą oznaczenia będzie stężenie całej frakcji z jednoczesnym oznaczeniem zawartości poszczególnych terfenyli. Oznaczanie poszczególnych izomerów form uwodornionych jest w praktyce trudne do wykonania ze względu na brak substancji wzorcowych, a synteza w laboratorium prowadzi zawsze do powstania mieszanin trudnych do rozdzielenia. Oznaczanie również terfenyli (nieuwodornionych) w całej frakcji pochodnych uwodornionych wydaje się celowe, ze względu na ich silną toksyczność (porównywalną z toksycznością bifenyli). Takie założenie przyjęto przy opracowaniu metody oznaczania uwodornionych terfenyli z jednoczesnym oznaczaniem terfenyli, tym bardziej że terfenyle (około 11%) występują w produktach pirolizy materiału organicznego i mogą stanowić poważne zagrożenie dla zdrowia pracowników, np. w spalarni odpadów komunalnych

## PROCEDURA ANALITYCZNA

### 1. Zakres metody

W niniejszej procedurze podano metodę oznaczania stężenia uwodornionych terfenyli oraz izomerów terfenylu w powietrzu na stanowiskach pracy z zastosowaniem chromatografii gazowej z detekcją mas. Metodę stosuje się podczas badania warunków sanitarnohigienicznych.

Najmniejsze stężenie uwodornionych terfenyli, jakie można oznaczyć w warunkach pobierania próbek powietrza i wykonania oznaczania opisanych w procedurze, wynosi 1 mg/m<sup>3</sup>, zaś najmniejsze stężenia izomerów terfenylu, jakie można oznaczyć w tych samych warunkach wynoszą,

odpowiednio: 0,0001 mg/m<sup>3</sup> izomeru *orto*-, 0,0005 mg/m<sup>3</sup> izomeru *meta*- i 0,0004 mg/m<sup>3</sup> izomeru *para*-terfenylu.

## 2. Norma powołana

Do stosowania niniejszej metody jest niezbędna norma PN-Z-04008-7 „Ochrona czystości powietrza – Pobieranie próbek – Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników”. W przypadku powołań datowanych ma zastosowanie wyłącznie wydanie cytowane.

W przypadku powołań niedatowanych stosuje się ostatnie wydanie dokumentu powołanego (łącznie ze zmianami). Powołanie na normę PN ustanowioną przed 1994 r. oznacza odniesienie do jej treści aktualnej na koniec 1993 r.

## 3. Zasada metody

Metoda polega na zatrzymaniu aerozolu uwodornionych terfenyli oraz izomerów terfenylu na filtrze z włókna szklanego oraz żywicy XAD-2, ekstrakcji dichlorometanem i analizie chromatograficznej otrzymanego roztworu.

## 4. Wytyczne ogólne

### 4.1. Czystość odczynników

Do analizy należy stosować odczynniki i substancje wzorcowe o stopniu czystości co najmniej cz.d.a., o ile nie zaznaczono inaczej, a także mieszaninę uwodornionych terfenyli używaną na danym stanowisku pracy.

### 4.2. Dokładność ważenia

Substancje stosowane w analizie należy ważyć z dokładnością do 0,0002 g.

### 4.3. Postępowanie z substancjami toksycznymi

Wszystkie czynności, podczas których używa się substancji wzorcowych, należy wykonywać w rękawicach gumowych i w odzieży ochronnej oraz pod sprawnie działającym wyciągiem laboratoryjnym.

Zużyte roztwory i odczynniki należy gromadzić w przeznaczonych do tego celu pojemnikach i przekazywać do utylizacji uprawnionym instytucjom.

## 5. Odczynniki, roztwory i materiały

### 5.1. Uwodornione terfenyle

Stosować mieszaninę uwodornionych terfenyli używaną w danym zakładzie pracy.

### 5.2. Izomery *orto*-, *meta*- i *para*- terfenylu

Stosować izomery *orto*-, *meta*- i *para*- terfenylu według punktu 4.1.

### 5.3. Dichlorometan

Stosować dichlorometan według punktu 4.1.

### 5.4. Gazy sprężone do chromatografu

Stosować hel jako gaz nośny.

#### 5.5. Roztwór wzorcowy bazowy uwodornionych terfenyli (RBW)

Kolbę pomiarową o pojemności 10 ml zważyć, następnie dodać około 100 mg wzorcowej mieszaniny uwodornionych terfenyli według punktu 5.1., kolbę ponownie zważyć w celu określenia rzeczywistej ilości wzorca, a następnie uzupełnić dichlorometanem według punktu 5.3. zawartość kolby do kreski. Obliczyć stężenia uwodornionych terfenyli w roztworze (RWB).

Roztwór wzorcowy bazowy (RWB) przygotowany według punktu 5.5. przechowywany w szczelnie zamkniętej kolbie w chłodziarce zachowuje trwałość przez 30 dni.

#### 5.6. Roztwory wzorcowe robocze uwodornionych terfenyli

W celu przygotowania roztworów wzorcowych roboczych do siedmiu naczynek według punktu 6.5. odmierzyć w mikrolitrach kolejno następujące objętości roztworu wzorcowego bazowego (RWB) według punktu 5.5.: 10; 20; 50; 100; 200; 500 i 1000  $\mu\text{l}$ , następnie uzupełnić dichlorometanem według punktu 5.3. do 1 ml, zakapslować lub zakręcić i wymieszać. Zawartości uwodornionych terfenyli w miligramach w 1 ml tak przygotowanych roztworów wynoszą odpowiednio: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5 i 10 mg, co po pobraniu próbki powietrza o objętości 100 l daje zakres oznaczania ilościowego od 1 do 100  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

Roztwory przygotowane według punktu 5.6. są nietrwałe i należy je przygotowywać przed wykonaniem analizy.

#### 5.7. Roztwór wzorcowy bazowy izomerów terfenylu (RWBT)

Kolbę pomiarową o pojemności 10 ml zważyć, następnie dodać około 1 mg *o*-terfenylu, 5 mg *m*-terfenylu, 4 mg *p*-terfenylu – w sumie około 10 mg izomerów terfenylu według punktu 5.2. Kolbę należy każdorazowo ważyć w celu określenia rzeczywistej ilości wzorca, a następnie uzupełnić dichlorometanem według punktu 5.3. jej zawartość do kreski. Obliczyć stężenia poszczególnych izomerów terfenyli w roztworze (RWBT).

Roztwór wzorcowy bazowy terfenyli (RWBT) przechowywany w szczelnie zamkniętej kolbie w chłodziarce zachowuje trwałość przez 30 dni.

#### 5.8. Roztwory wzorcowe (pośredni i robocze) izomerów terfenylu

Do kolby pomiarowej o pojemności 10 ml odmierzyć 100  $\mu\text{l}$  roztworu wzorcowego (RWBT), a następnie uzupełnić dichlorometanem według punktu 5.3. zawartość kolby do kreski. W ten sposób uzyskuje się roztwór wzorcowy pośredni (RWPT) o stężeniu około 10  $\mu\text{g}/\text{ml}$ .

W celu przygotowania roztworów wzorcowych roboczych do czterech naczynek według punktu 6.5. odmierzyć kolejno następujące objętości roztworu wzorcowego bazowego (RWBT) według punktu 5.7.: 10; 20; 50 i 100  $\mu\text{l}$ , następnie uzupełnić dichlorometanem według punktu 5.3. do 1 ml, zakapslować lub zakręcić i wymieszać. Do kolejnych sześciu naczynek według punktu 6.5. odmierzyć w mikrolitrach następujące objętości roztworu wzorcowego pośredniego (RWPT) według punktu 5.8.: 10; 20; 50; 100; 200 i 500  $\mu\text{l}$ , następnie uzupełnić dichlorometanem według punktu 5.3. do 1 ml, zakapslować lub zakręcić i wymieszać. Zawartości sumy izomerów terfenyli w mikrogramach w 1 ml tych roztworów wynoszą odpowiednio: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50 i 100  $\mu\text{g}$ , co po pobraniu próbki powietrza o objętości 100 l daje zakres oznaczania ilościowego od 0,001 do 1  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

Roztwory przygotowane według punktu 5.8. są nietrwałe i należy je przygotowywać przed wykonaniem analizy.

#### 5.9. Filtry z włókna szklanego

Stosować filtry z włókna szklanego o grubości 0,26 mm i średnicy 37 mm z oprawkami (np. Whatman GF/A).

#### 5.10. Żywica XAD-2

Stosować żywicę XAD-2 o uziarnieniu 20/60 MESH, ponieważ proponowany sorbent nie wymaga dodatkowego oczyszczania przed użyciem. Dla każdej partii sorbentu należy każdorazowo wyznaczyć współczynnik desorpcji według punktu 12.

### 6. Przyrządy pomiarowe i sprzęt pomocniczy

#### 6.1. Chromatograf gazowy

Stosować chromatograf gazowy z detektorem mas (MSD), z programem akwizycji danych, sterowaniem parametrami spektrometru i chromatografu, bibliotekami wzorcowych widm mas oraz komputer.

#### 6.2. Kolumna chromatograficzna

Stosować kolumnę chromatograficzną zapewniającą rozdział terfenyli oraz ich uwodornionych pochodnych od dichlorometanu oraz innych wielopierścieniowych związków aromatycznych występujących jednocześnie w powietrzu, np. niepolarną kolumnę o długości 50 m, średnicy wewnętrznej 0,2 mm i grubości filmu 0,5  $\mu\text{m}$ .

#### 6.3. Kolby

Stosować kolby pomiarowe o pojemności 10 ml.

#### 6.4. Mikrostrzykawki

Stosować mikrostrzykawki szklane z igłami do cieczy o pojemności: 10; 25; 50; 100; 500 i 1000  $\mu\text{l}$ .

#### 6.5. Naczynka

Stosować naczynka kapslowane lub zakręcane z uszczelkami z gumy silikonowej pokrytej folią teflonową, umożliwiające pobieranie zawartości mikrostrzykawką bez otwierania naczynka i mieszczące 1 ml roztworu w dichlorometanie.

#### 6.6. Wialki do desorpcji

Stosować wialki zakręcane o pojemności około 4 ml z uszczelkami z gumy silikonowej pokrytej folią teflonową, mieszczące filtr z włókna szklanego, 200 mg żywicy XAD-2 oraz 2 ml dichlorometanu, umożliwiające pobieranie zawartości mikrostrzykawką bez otwierania naczynka.

#### 6.7. Pompa

Stosować pompę ssącą umożliwiającą pobranie powietrza w strefie oddychania pracownika, ze stałym strumieniem objętości według punktu 8.

#### 6.8. Łaźnia ultradźwiękowa

Stosować łaźnię ultradźwiękową.

#### 6.9. Rurki pochłaniające

Stosować rurki pochłaniające szklane o długości około 60 mm i średnicy wewnętrznej 10 mm, z przewężeniem na jednym końcu, zamykane kapturkami z tworzywa sztucznego, np. polietylenu, poli(chloroku winylu) lub dostępne w handlu rurki równoważne.

### 7. Przygotowanie rurek pochłaniających

W rurce pochłaniającej według punktu 6.9. umieścić na przewężeniu, w dłuższej części rurki, przegródkę z pianki poliuretanowej lub włókna szklanego o grubości około 5 mm. Wsypać 200 mg sorbentu według punktu 5.10. i ponownie umieścić przegródkę. Natychmiast po napełnieniu rurkę zamknąć zatyczkami. Dopuszcza się stosowanie dostępnych w handlu gotowych rurek pochłaniających.

## 8. Pobieranie próbek powietrza

Należy stosować się do wymagań zawartych w normie PN-Z-04008-7 podczas pobierania próbek powietrza.

W miejscu pobierania próbki umieścić filtr z włókna szklanego w oprawce według punktu 5.9., następnie połączyć z rurką z żywicą XAD-2 według punktu 7., zdejmując z niej wcześniej zatyczki. Zestaw umocować w pozycji pionowej i połączyć z urządzeniem zasysającym od strony rurki pochłaniającej. Następnie przepuścić do 100 l badanego powietrza ze strumieniem objętości do 100 l/h, po czym rurkę szczelnie zamknąć zatyczkami, a filtr umieścić w szczelnym pojemniku. Pobrane próbki przechowywane w chłodziarce zachowują trwałość przez co najmniej 30 dni. Zaleca się stosowanie pomp do dozymetrii indywidualnej.

## 9. Warunki pracy chromatografu

Należy dobrać takie warunki pracy chromatografu, aby uzyskać rozdział uwodornionych terfenyli od izomerów terfenylu oraz innych związków organicznych współwystępujących w badanym powietrzu.

Optymalne warunki analizy uzyskuje się przy następujących parametrach pracy chromatografu:

- a) parametry pracy kolumny HP-PONA:
- temperatura programowana:
    - czas izotermy początkowej 2 min
    - temperatura izotermy początkowej 60 °C
    - szybkość przyrostu temperatury 20 °C/min
    - izoterma końcowa 270 °C
    - czas izotermy końcowej 28 min
  - ciśnienie
    - regulowane automatycznie w trybie stałego przepływu 30 cm/s,
- b) parametry dozownika typu *split/splitless*:
- objętość dozowanej próby 1 µl
  - temperatura 280 °C
  - podział próbki (*split*) 20: 1
  - pojemność dozownika 900 µl,
- c) parametry detektora MSD:
- temperatura linii transferowej 280 °C
  - temperatura źródła jonów 230 °C
  - temperatura filtra kwadrupolowego 150 °C
  - rodzaj jonizacji EI
  - rejestrowane jony dodatnie
  - tryb pracy SCAN oraz SIM
  - zakres rejestrowanych mas w trybie SCAN 20 ÷ 300 Da
  - rejestrowane masy w trybie SIM: 113; 114; 202; 215; 229; 230 i 231 Da
  - napięcie powielacza jonów w trybie SCAN 1200 V
  - napięcie powielacza jonów w trybie SIM 1500 V.

## 10. Sporządzanie krzywej wzorcowej

Za pomocą mikrostrzykawki o pojemności 10 µl lub automatycznego dozownika wprowadzić do chromatografu po 1 µl roztworów wzorcowych roboczych uwodornionych terfenyli według punktu 5.6. Wykonać co najmniej dwukrotne oznaczenie danego roztworu wzorcowego, odczytać powierzchnię pików według wskazań integratora i obliczyć średnią arytmetyczną dla każdego roztworu. Różnica między wynikami pomiarów a wartością średnią nie powinna być większa niż 5% tej wartości. Następnie wykreślić krzywą wzorcową, odkładając na osi odciętych zawartości uwodornionych terfenyli wyrażone w miligramach w 1 ml roztworu wzorcowego, a na osi rzędnych – odpowiadające im powierzchnie pików według wskazań integratora. Dopuszcza się korzystanie z automatycznego wzorcowania i generacji raportów integratorów lub komputerowych stacji akwizycji danych zgodnie z ich instrukcjami obsługi.

Analogicznie należy postąpić w celu sporządzenia krzywej wzorcowej dla izomerów terfenylu (roztwory wzorcowe robocze izomerów terfenylu według punktu 5.8.).

## 11. Wykonanie oznaczenia

Po pobraniu próbki powietrza według punktu 8., przenieść filtr i sorbent z rurki do wialki według punktu 6.6., następnie dodać do wialki 2 ml dichlorometanu według punktu 5.3. Wialki zakręcić i umieścić w łaźni ultradźwiękowej na 30 min. Po tym czasie z każdej wialki pobrać po 1 ml eluatu i przenieść do naczynek według punktu 6.5 Następnie pobrać mikrostrzykawką przez uszczelkę naczynka 1 µl roztworu i wstrzyknąć do chromatografu w takich samych warunkach jak przy sporządzaniu krzywych wzorcowych według punktu 10. Pomiar wykonać co najmniej dwukrotnie. Odczytać powierzchnię pików według wskazań integratora dla frakcji uwodornionych terfenyli oraz dla izomerów terfenylu i dla każdego obliczyć średnią arytmetyczną. Różnica między wynikami pomiarów a wartością średnią nie powinna być większa niż 5% tej wartości. Zawartość uwodornionych terfenyli oraz izomerów terfenylu w próbce odczytać z odpowiednich wykresów krzywych wzorcowych lub wyliczyć.

## 12. Wyznaczanie współczynnika desorpcji

W pięciu wialkach według punktu 6.6. umieścić filtr z włókna szklanego według punktu 5.9. oraz 200 mg żywicy XAD-2 według punktu 5.10. i następnie dodać mikrostrzykawką po 200 µl roztworu wzorcowego bazowego (RWB) według punktu 5.5. Zawarta w tej objętości ilość uwodornionych terfenyli odpowiada ich ilości w próbce powietrza o objętości 100 l o stężeniu zbliżonym do wartości NDS.

Analogicznie należy postąpić w celu określenia współczynnika desorpcji izomerów terfenylu i do kolejnych pięciu wialek z sorbentami dodać 20 µl roztworu wzorcowego bazowego terfenyli (RWBT) według punktu 5.7.

Wialki szczelnie zamknąć i pozostawić do następnego dnia. Po tym czasie wprowadzić do naczynek po 2 ml dichlorometanu według punktu 5.3. i postępować jak z próbkami badanymi według punktu 11., czyli umieścić w łaźni ultradźwiękowej na 30 min. Po tym czasie z każdej

wialki pobrać po 1 ml eluatu i przenieść do naczynek według punktu 6.5. Przygotować także próbkę kontrolną zawierającą filtr i 200 mg sorbentu oraz 2 ml dichlorometanu według punktu 5.3., którą również należy umieścić na 30 min w łaźni ultradźwiękowej, a następnie 1 ml eluatu przenieść do naczynka według punktu 6.5.

Jednocześnie wykonać oznaczenie, co najmniej trzech roztworów porównawczych uwodornionych terfenyli przygotowanych przez wprowadzenie 100  $\mu$ l roztworu wzorcowego bazowego (RWB) według punktu 5.5. do naczynek zawierających po 1 ml dichlorometanu według punktu 5.3. oraz co najmniej trzech roztworów porównawczych izomerów terfenylu przygotowanych przez wprowadzenie 10  $\mu$ l roztworu wzorcowego bazowego terfenyli (RWB) według punktu 5.7. do naczynek zawierających po 1 ml dichlorometanu według punktu 5.3.

Współczynnik desorpcji uwodornionych terfenyli ( $d_{UT}$ ) obliczyć na podstawie wzoru:

$$d_{UT} = \frac{P_a - P_o}{P_p},$$

w którym:

$P_a$  – średnia powierzchnia pików frakcji uwodornionych terfenyli z chromatogramów roztworu po desorpcji, według wskazań integratora,

$P_o$  – średnia powierzchnia pików w czasie retencji frakcji uwodornionych terfenyli z chromatogramów roztworu kontrolnego, według wskazań integratora,

$P_p$  – średnia powierzchnia pików frakcji uwodornionych terfenyli z chromatogramów roztworów porównawczych, według wskazań integratora.

Następnie obliczyć średnią wartość współczynnika desorpcji uwodornionych terfenyli ( $\bar{d}_{UT}$ ) jako średnią arytmetyczną otrzymanych wartości.

Współczynnik desorpcji izomerów terfenylu ( $d_T$ ) obliczyć na podstawie wzoru:

$$d_T = \frac{P_{aT} - P_{oT}}{P_{pT}},$$

w którym:

$P_{aT}$  – średnia powierzchnia pików poszczególnych izomerów terfenylu z chromatogramów roztworu po desorpcji, według wskazań integratora,

$P_{oT}$  – średnia powierzchnia pików w czasie retencji poszczególnych izomerów terfenylu z chromatogramów roztworu kontrolnego, według wskazań integratora,

$P_{pT}$  – średnia powierzchnia pików poszczególnych izomerów terfenylu z chromatogramów roztworów porównawczych, według wskazań integratora.

Następnie obliczyć średnią wartość współczynnika desorpcji izomerów terfenylu ( $\bar{d}_T$ ) jako średnią arytmetyczną otrzymanych wartości.

Różnice między wynikami a wartością średnią nie powinny być większe niż  $\pm 5\%$  tej wartości. Współczynniki desorpcji należy zawsze wyznaczać dla nowej partii sorbentu.



### 13. Obliczanie wyniku oznaczania

Stężenie uwodornionych terfenyli ( $X_{UT}$ ) w badanym powietrzu obliczyć w miligramach na metr sześcienny na podstawie wzoru:

$$X_{UT} = \frac{2 \cdot m_{UT}}{V \cdot \bar{d}_{UT}},$$

w którym:

- $m_{UT}$  – masa uwodornionych terfenyli w badanym roztworze odczytana z krzywej wzorcowej, w miligramach,
- $V$  – objętość powietrza przepuszczonego przez rurkę pochłaniającą, w metrach sześciennych,
- $\bar{d}_{UT}$  – średnia wartość współczynnika desorpcji wyznaczona według punktu 12.

Stężenie izomerów terfenylu ( $X_T$ ) w badanym powietrzu obliczyć w miligramach na metr sześcienny na podstawie wzoru:

$$X_T = \frac{2 \cdot m_T}{V \cdot \bar{d}_T},$$

w którym:

- $m_T$  – masa izomerów terfenylu w badanym roztworze odczytana z krzywej wzorcowej, w miligramach,
- $V$  – objętość powietrza przepuszczonego przez rurkę pochłaniającą, w metrach sześciennych,
- $\bar{d}_T$  – średnia wartość współczynnika desorpcji wyznaczona według punktu 12.

### INFORMACJE DODATKOWE

Badania wykonano, stosując chromatograf gazowy Agilent Technologies 6890N z detektorem mas 5973 (MSD) wyposażony w kolumnę HP-PONA o długości 50 m, średnicy 0,2 mm i grubości filmu fazy stacjonarnej 0,5  $\mu\text{m}$ .

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań otrzymano następujące dane walidacyjne (tab. 1.).

**Tabela 1.**

**Wyniki badań uwodornionych terfenyli, *o*-terfenylu, *m*-terfenylu i *p*-terfenylu**

Wyznaczane dane walidacyjne	Uwodornione terfenyle	<i>o</i> -Terfenyl	<i>m</i> -Terfenyl	<i>p</i> -Terfenyl
Granica oznaczania ilościowego, $X_{ozn}$	0,0383 mg/ml	0,0055 $\mu\text{g/ml}$	0,0223 $\mu\text{g/ml}$	0,0147 $\mu\text{g/ml}$
Granica wykrywalność, $X_{gw}$	0,0115 mg/ml	0,0016 $\mu\text{g/ml}$	0,0067 $\mu\text{g/ml}$	0,0044 $\mu\text{g/ml}$

cd. tab. 1.

Wyznaczane dane walidacyjne	Uwodornione terfenyle	<i>o</i> -Terfenyl	<i>m</i> -Terfenyl	<i>p</i> -Terfenyl
Współczynnik korelacji charakteryzujący liniowość krzywej wzorcowej	0,999	0,999	0,999	0,999
Całkowita precyzja badania, $V_c$	5,07%	5,05%	5,05%	5,04%
Niepewność całkowita metody	10,13%	10,10%	10,11%	10,09%

---

WIKTOR WESOŁOWSKI, MAŁGORZATA KUCHARSKA, JAN GROMIEC

### Hydrogenated terphenyls - determination method

#### A b s t r a c t

Air samples are collected by drawing a known volume of air through glass fibre filters in series with XAD-2 tubes. Samples are extracted in an ultrasonic bath with 2 ml dichloromethane. The obtained extracts are analyzed with gas chromatography using a mass detector (GC-MSD).

The determination limit of this method is 1 mg/m<sup>3</sup> for hydrogenated terphenyls and 0.0001 mg/m<sup>3</sup> for *o*-terphenyl, 0.0005 mg/m<sup>3</sup> for *m*-terphenyl, 0.0004 mg/m<sup>3</sup> for *p*-terphenyl.