

# Lotne związki organiczne w wyrobach lakierowych – zalety i ograniczenia metod badawczych

## Volatile organic compounds in varnish products – advantages and limitations of test methods

### Streszczenie

W niniejszej pracy przedstawiono stosowane obecnie metody oznaczania lotnych związków organicznych w wyrobach lakierowych: instrumentalną metodę chromatograficzną oraz wagową metodę różnicową. Oprócz charakterystyki poszczególnych technik uwagę poświęcono również na wskazanie wad i zalet każdej z nich. Podkreślono rolę komunikacji producentów z laboratoriami na etapie doboru metody analitycznej pod kątem badanego wyrobu.

### Abstract

This paper presents the currently used methods for the determination of volatile organic compounds in varnish products: the instrumental chromatographic method and the differential gravimetric method. In addition to characterisation the different techniques, attention was also given to identifying the advantages and disadvantages of each. The role of communication between manufacturers and laboratories at the stage of selecting the analytical method for the tested product was emphasized.

Małgorzata Gnus,  
Grażyna Kamińska-Bach

✉ malgorzata.gnus@impib.lukasiewicz.gov.pl

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Inżynierii  
Materiałów Polimerowych i Barwników

### Wstęp

Lotne związki organiczne, LZO (VOC, ang. volatile organic compounds) to szeroka grupa związków organicznych, które łatwo zmieniają swój stan skupienia przechodząc w postać pary lub gazu, mają wysoką prężność par, a ich temperatura wrzenia (w warunkach ciśnienia normalnego) mieści się w zakresie: 50 – 250 °C. Skrót LZO jest powszechnie znany w obszarach związanych z ochroną środowiska i pomimo dość rozbudowanej definicji, jest terminem bardzo obszernym. Obejmuje organiczne rozpuszczalniki i korozpuszczalniki, a także opisuje związki ze specyficzną prężnością pary, temperaturą wrzenia lub wartością potencjału tworzenia ozonu (POCP, ang. photochemical ozone creation potential) [1].

W użyciu jest obecnie kilka definicji, które opisują w każdym przypadku tę samą grupę związków chemicznych, jednakże wszystkie one próbują zdefiniować różnicę między lotnymi i nielotnymi związkami. Do najczęściej stosowanych można zaliczyć na przykład definicję stosowaną przez Agencję Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych (EPA, ang. Environmental

Pollution Agency), która definiuje VOC jako: „dowolny związek węgla, za wyjątkiem CO, CO<sub>2</sub> kwasu węglowego, węglików metali lub węglanów, który bierze udział w reakcjach fotochemicznych w atmosferze”. Przytoczona definicja jest podobna do zamieszczonej w Protokole Genewskim, która brzmi następująco: „VOC stanowią wszystkie związki organiczne natury antropogenicznej, inne niż metan, które są zdolne do wytworzenia utleniaczy fotochemicznych poprzez reakcje z tlenkami azotu w obecności światła słonecznego”. Bardziej obszerna, a jednocześnie bardziej rygorystyczna, jest definicja przytoczona w Dyrektywie 2004/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 kwietnia 2004 r. w sprawie ograniczeń emisji lotnych związków organicznych w wyniku stosowania rozpuszczalników organicznych w niektórych farbach i lakierach oraz produktach do odnawiania pojazdów. Mówi ona, że LZO to „jakiegokolwiek związek organiczny, o początkowej temperaturze wrzenia mniejszej lub równej 250 °C, mierzonej pod standardowym ciśnieniem 101,3 kPa”, i w przeciwieństwie do poprzednich dokumentów, nie podkreśla konieczności udziału substancji w reakcjach fotochemicznych. Jeszcze inną definicję

zaprezentowano w PN-EN ISO 11890-2:2013-06 Farby i lakiery – Oznaczenie zawartości lotnych związków organicznych (VOC) Część 2: Metoda chromatografii gazowej, będącej obowiązkową normą wskazaną w Rozporządzeniu Ministra Rozwoju z 26 sierpnia 2016 r (Dz. U., poz. 1353) według której oznaczana jest zawartość LZO: „każda organiczna ciecz i/lub substancja stała, która spontanicznie odparowuje w panujących warunkach temperatury i ciśnienia atmosfery, z którą jest w kontakcie”.

Niezależnie od kształtu definicji, emisja do atmosfery rozpuszczalników zaliczanych do lotnych związków organicznych, ma ogromny wpływ na tworzenie ozonu troposferycznego oraz innych gazów powodujących zaburzenia cyklu fotolitycznego tlenków azotu NO<sub>x</sub>, co negatywnie wpływa zarówno na zdrowie ludzi jak i uprawy rolne.

Emisja lotnych związków organicznych jest tematem szeroko dyskutowanym w przemyśle farb, a jej redukcja należy do głównych celów prac Europejskiej Agencji Środowiska (EEA, ang. European Environmental Agency) dotyczącej strategii tematycznej zanieczyszczeń powietrza (ang. Thematic Strategy on Air Pollution). Sposobem na zmniejszenie niepożądanych efektów emisji LZO, przez przemysł m.in. farb jest z jednej strony wdrażanie nowych, bardziej ekologicznych technologii, z drugiej strony, pozostaje legislacja narzucająca limity zawartości LZO w określonych grupach wyrobów.

Krajowym aktem prawnym transponującym wymagania Dyrektywy 2004/42/WE jest Rozporządzenie Ministra Rozwoju z 26 sierpnia 2016 r (Dz. U., poz. 1353) w sprawie ograniczenia emisji lotnych związków organicznych zawartych w niektórych farbach i lakierach przeznaczonych do malowania budynków i ich elementów wykończeniowych, wyposażeniowych oraz związanych z budynkami i tymi elementami konstrukcji oraz w mieszaninach do odnawiania pojazdów. W załączniku nr 1 niniejszego rozporządzenia znajdują się dopuszczalne wartości maksymalnej zawartości lotnych związków organicznych w niektórych farbach i lakierach (Tab. 1) oraz mieszaninach do odnawiania pojazdów (Tab. 2). W myśl tego Rozporządzenia oznaczona zawartość lotnych związków organicznych w danym wyrobie nie może przekraczać dopuszczalnych wartości podanych w niniejszym wykazie.

W Rozporządzeniu przywołane są także metody oznaczania zawartości LZO w g/l dla produktów gotowych do użytku, w skład których nie wchodzi rozpuszczalniki reaktywne, czyli takie, w których rozpuszczalność zachodzi w wyniku reakcji chemicznych (np. kwasy czy zasady). Oznaczenia należy wykonywać zgodnie z Polskimi Normami przenoszącymi normy:

- a) EN ISO 11890-2 – w przypadku produktów, w których zawartość LZO nie przekracza 15% masowych, do wykonania oznaczenia wskazana jest norma PN-EN ISO 11890-2:2013-06

*Tabela 1. Dopuszczalne wartości maksymalnej zawartości LZO w farbach i lakierach przeznaczonych do malowania budynków i ich elementów wykończeniowych, wyposażeniowych oraz związanych z budynkami i tymi elementami konstrukcji – Kategoria A [2]*

*Table 1. Permissible values of the maximum VOC content in paints and varnishes intended for painting buildings and their finishing elements, equipment and related to buildings and these structural elements – Category A [2]*

Lp.	Podkategoria	Produkt	Typ	Zawartość LZO (g/l)
1.	a	Farby matowe na wewnętrzne ściany i sufity z połyskiem mniejszym lub równym 25 jednostkom przy kącie $\alpha=60^\circ$	FW FR	30 30
2.	b	Farby z połyskiem na wewnętrzne ściany i sufity z połyskiem większym od 25 jednostek przy kącie $\alpha=60^\circ$	FW FR	100 100
3.	c	Farby na zewnętrzne mury	FW FR	40 430
4.	d	Farby kryjące do malowania wewnętrznych lub zewnętrznych elementów wykończeniowych i okładzin z drewna, metalu lub tworzyw sztucznych	FW FR	130 300
5.	e	Lakiery do malowania wewnętrznych lub zewnętrznych elementów wykończeniowych oraz bejce, włącznie z nieprzezroczystymi	FW FR	130 400
6.	f	Bejce cienkopowłokowe do wewnątrz i na zewnątrz	FW FR	130 700
7.	g	Farby do gruntowania	FW FR	30 350
8.	h	Farby do gruntowania o właściwościach wiążących	FW FR	30 750
9.	i	Farby jednoskładnikowe wysokiej jakości	FW FR	140 500
10.	j	Farby dwuskładnikowe wysokiej jakości do specjalnego stosowania, np. na podłogi	FW FR	140 500
11.	k	Farby tworzące powłoki wielobarwne	FW FR	100 100
12.	l	Farby z efektem dekoracyjnym	FW FR	200 200

*Farby i lakiery – Oznaczenie zawartości lotnych związków organicznych (VOC) – Część 2: Metoda chromatografii gazowej,*

b) EN ISO 11890-1 lub EN ISO 11890-2 – w przypadku produktów, w których zawartość LZO jest większa lub równa 15% masowych, wskazuje normę PN-EN ISO 11890-1:2008 *Farby i lakiery – Oznaczenie zawartości lotnych związków organicznych (VOC) – Część 1: Metoda różnicowa oraz wspomnianą wcześniej PN-EN ISO 11890-2:2013-06.*

c) ASTM D 2369 z 2003 r. – *Standard Test Method for Volatile Content of Coatings* lub najnowsze wydanie normy, w przypadku produktów zawierających LZO w skład których wchodzi rozpuszczalniki reaktywne.

### Metody oznaczania zawartości VOC

#### Metoda chromatograficzna PN-EN ISO 11890-2:2013-06

W niniejszej normie został opisany sposób analizy lotnych substancji organicznych obecnych w wyrobie, w stanie gotowym do użycia, metodą chromatografii gazowej. Jest to metoda instrumentalna polegająca na rozdzielaniu składników mieszaniny

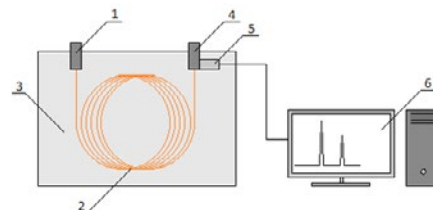
Tabela 2. Dopuszczalne wartości maksymalnej zawartości LZO w produktach do odnawiania pojazdów – Kategoria B [2]  
Table 2. Limit values for maximum VOC content in vehicle refinishing products – Category B [2]

Lp.	Produkt	Typ	Zawartość LZO (g/l)
1.	Preparaty do przygotowania i czyszczenia	Mieszanki do przygotowania Mieszanki do czyszczenia	850 200
2.	Kity szpachlowe, szpachlówki	Wszystkie rodzaje	250
3.	Farby do gruntowania	Podkłady wypełniające i farby do gruntowania metalu Grunt reaktywny	540 780
4.	Farby nawierzchniowe	Wszystkie rodzaje	420
5.	Farby wykończeniowe z efektami specjalnymi	Wszystkie rodzaje	840

w wyniku ich podziału pomiędzy fazę nieruchomą, którą pokryta jest kolumna chromatograficzna a ruchomą – którą stanowi gaz nośny przepuszczany przez kolumnę.

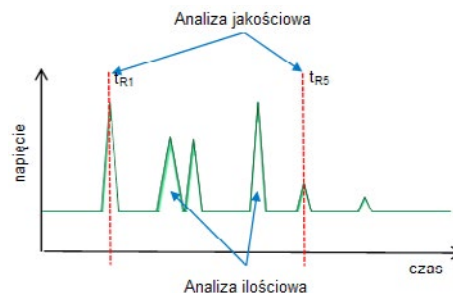
W niniejszej metodzie przygotowaną do badań próbkę, wprowadza się przy pomocy strzykawki do układu dozującego. Igłą przekłuwana jest septa, czyli gumowa przegroda oddzielająca wewnątrz układu od otoczenia. Próbkę wprowadzana jest do układu dozującego tj. rurki szklanej (liner) w której znajduje się zwinięty kłębek waty szklanej, a całość umieszczona jest w bloku grzewczym. Wprowadzona do linera próbka ciekła zostaje odparowana i wraz ze strumieniem gazu nośnego trafia na kolumnę chromatograficzną umieszczoną w piecu (Rys 1.). Kolumna chromatograficzna ma postać zwoju szklanej rurki o niewielkiej średnicy wewnętrznej, najczęściej 0,32 mm i długości około 30-60 m, pokrytego wewnątrz warstwą fazy nieruchomej np. poli(glikoletylenowy) czy niemodyfikowany/modyfikowany fenylowo poli(dimetylosiloksan). Próbkę, przechodząca przez kolumnę w strumieniu gazu nośnego, oddziałuje z fazą nieruchomą kolumny. Składniki próbki, które lepiej oddziałują z fazą nieruchomą pozostają dłużej w kolumnie chromatograficznej, natomiast składniki o mniejszym powinowactwie do fazy nieruchomej są z kolumny wmywane szybciej. W ten sposób następuje ich rozdział. Rozdzielone składniki próbki trafiają następnie do detektora. W przypadku gdy mamy do czynienia z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (FID, ang. flame ionization detector), próbka ulega spaleniowi a generowane jony powodują zmianę prądu jonowego na rejestratorze. Im więcej spalanej substancji tym większe różnice prądu jonowego i wyższe piki uzyskiwane na chromatogramie [3].

Aby móc zapewnić właściwy rozdział składników mieszaniny ważny jest odpowiedni dobór kolumny, ale i nie tylko. Na prawidłowe wykonanie analizy chromatograficznej wpływ ma również program temperaturowy, który może dodatkowo poprawić separację związków badanej mieszaniny. Innym istotnym elementem jest wybór sposobu wprowadzania próbki do kolumny chromatograficznej. Norma dopuszcza dwa systemy dozowania próbki: na gorąco – ze strumieniowym podziałem próbki (system preferowany) oraz na zimno – ze strumieniowym podziałem próbki. O wyborze metody decyduje przede wszystkim rodzaj badane-



Rys. 1. Schemat chromatografu: 1 – dozownik, 2 – kolumna chromatograficzna, 3 – piec, 4 – detektor, 5 – rejestrator, 6 – chromatogram rejestrowany w trakcie analizy

Fig. 1. Scheme of the chromatograph: 1 – inlet, 2 – chromatographic column, 3 – oven, 4 – detector, 5 – recorder, 6 – chromatogram recorded during the analysis



Rys. 2. Chromatogram zawierający piki pochodzące z substancji zawartych w próbce. Każdej substancji odpowiada charakterystyczny dla niej czas retencji –  $t_R$

Fig. 2. A chromatogram containing the peaks of the substances in the sample. Each substance corresponds to its characteristic retention time –  $t_R$

go wyrobu, np. jeżeli badany produkt w wysokiej temperaturze uwalnia substancje przeszkadzające w oznaczaniu (np. produkty rozkładu spoiwa, substancji pomocniczych itp.) [1,4] wówczas konieczne jest zastosowanie systemu wprowadzania na zimno.

Następnym etapem analizy chromatograficznej jest identyfikacja rozdzielonych składników próbki. Na uzyskanym chromatogramie (Rys.2) widoczne są piki substancji zawartych w analizowanej próbce. Każda substancja posiada charakterystyczny dla niej czas retencji, czyli czas po którym opuszcza ona kolumnę od momentu jej wprowadzenia do układu. Na podstawie czasu retencji dokonywana jest analiza jakościowa próbki, czyli określenie jej składu.

Podczas analizy bardzo pomocne są informacje dotyczące składu jakościowego lotnych związków organicznych dodawanych do wyrobu, uzyskiwane od producenta. Niestety nie zawsze istnieje taka możliwość i wówczas konieczna jest identyfikacja związków poprzez zastosowanie detektora masowego lub porównanie ich czasów retencji z czasami retencji wzorców (dla detektora FID).

Wzorce chromatograficzne to czyste substancje, które wprowadzane są do układu chromatograficznego i analizowane tak samo jak próbka o nieznanym składzie. Różnica polega na tym, że na chromatogramie widoczny jest tylko jeden pik pochodzący od znanej, czystej substancji, dzięki czemu można wyznaczyć charakterystyczny dla niej czas retencji. Jeżeli czas retencji wzorca jest taki sam jak pików w badanej mieszaninie wówczas można danemu pikowi przypisać odpowiadający mu związek chemiczny.

Po przyporządkowaniu substancji poszczególnym pikom na uzyskanym chromatogramie, kolejnym punktem jest oznaczenie ilościowe wykonywane na podstawie powierzchni otrzymanych pików, które zależą od ilości spalanej w detektorze porcji próbki opuszczającej kolumnę chromatograficzną. Analizę wykonuje się w odniesieniu do odpowiedniego wzorca wewnętrznego (substancji dodawanej do próbki, lecz nie wchodzącej w jej skład) i wyznaczonych współczynników kalibracji. Współczynniki kalibracji mówią o ilościowej odpowiedzi detektora dla danej substancji względem zastosowanego wzorca wewnętrznego.

Następnie, po oznaczeniu gęstości wyrobu według PN-EN ISO 2811-1 i po zastosowaniu odpowiednich wzorów zawartych w normie PN-EN ISO 11890-2, określona zostaje zawartość VOC w badanym wyrobie.

#### **Metoda różnicowa PN-EN ISO 11890-1:2008**

Norma przywołuje metodę różnicową, zwaną także wagową i stanowi przeliczenie za pomocą wzoru wyników uzyskanych przy pomocy innych norm:

- PN-EN ISO 3251, według której oznaczana jest zawartość substancji nielotnych; polega ona na wyznaczeniu różnicy między masą porcji mokrego wyrobu w stanie gotowym do użycia, a masą pozostałości po jej wysuszeniu; warunki suszenia oraz masa próbki są zdefiniowane i uzależnione od badanego wyrobu,
- PN-EN ISO 2811-1 dotycząca oznaczania gęstości metodą piknometryczną,
- PN-ISO 760 przedstawiająca metodykę oznaczania zawartości wody.

W przeciwieństwie do przedstawionej wcześniej techniki instrumentalnej, do wyznaczenia VOC metodą różnicową nie jest wymagana specjalna aparatura, a analizy można wykonać w stosunkowo krótkim czasie pod warunkiem, że znana jest zawartość wody w badanym wyrobie. W przypadku konieczności przeprowadzenia oznaczenia zawartości wody wydłużeniu ulega czas potrzebny na wykonanie oznaczenia jak również rosną koszty. Należy zaznaczyć, że metoda różnicowa, w przeciwieństwie do metody chromatograficznej, pozwala na oznaczenie jedynie zawartości LZO w badanym wyrobie, bez możliwości analizy jakościowej.

#### **Metoda różnicowa ASTM D 2369**

Metoda prezentowana w amerykańskiej normie, polega na oznaczeniu substancji lotnych na podstawie różnicy mas otrzymanej po wysuszeniu (odparowaniu) odpowiednio przygotowanej próbki w suszarce w temperaturze 110 °C w czasie 1 godziny. Proces „odparowania” jest poprzedzony klimatyzacją, mającą na celu przebieg reakcji chemicznych, wskutek których substancje reaktywne w wyrobie ulegają związaniu. Zawartość VOC [g/l] oblicza się korzystając z wzoru podanego w normie. W obliczeniach uwzględniana jest także gęstość wyznaczana według ASTM D 1475.

#### **Ograniczenia i możliwości metod**

Metody oznaczania zawartości LZO, z wykorzystaniem metody PN-EN ISO 11890-1 czy ASTM D 2369 są metodami prostszymi do wykonania i zdecydowanie tańszymi. Dla producentów są to metody bardziej atrakcyjne ze względu na niższe koszty analizy w porównaniu do metody chromatograficznej. Pozostaje jednak pytanie, czy wszystkie metody umożliwiają uzyskanie porównywalnych wyników? Odpowiedź na to pytanie została zaprezentowana w pracach [1,4]. Autor, na podstawie analiz przeprowadzonych dla kilku różnych wyrobów lakierowych zaobserwował, że dla części badanych wyrobów istniała duża zgodność uzyskiwanych wyników, ale zdarzyły się również wyroby, dla których zaobserwowano znaczne rozbieżności. Prezentowane wyniki [1,4] nie pozwoliły jednoznacznie stwierdzić korelacji pomiędzy metodami oznaczania zawartości LZO.

Rozbieżności w wynikach tego samego wyrobu różnymi metodami wynikają przede wszystkim ze składu rozpuszczalników/koalescentów w badanym wyrobie oraz możliwości samej techniki analitycznej. Metoda różnicowa jest techniką preferowaną do wyrobów zawierających znacznie większy udział masowych substancji lotnych niż metoda chromatograficzna, która jest techniką stosowaną m.in. do analizy farb wodorozcieńczalnych.

Różnice między metodą chromatograficzną, a różnicową wynikają także ze sposobu zliczania lotnych związków organicznych zawartych w wyrobie. W metodzie chromatograficznej stosowany jest marker, którego temperatura wrzenia wynosi 250°C i jak sama nazwa wskazuje, jego czas retencji określa miejsce na chromatografie, do którego należy zliczać piki uzyskane w trakcie analizy. W metodzie różnicowej, gdzie oznaczana jest zawartość substancji nielotnych poprzez wygrzewanie porcji wyrobu w zadanych warunkach, z próbki usuwane są składniki lotne. Przykłady skutków przeprowadzenia takich badań zaprezentowano na dwóch próbkach:

- próbka 1 – farba rozpuszczalnikowa dla której limit zawartości LZO zgodnie z rozporządzeniem wynosił 350 g/l. Wynik uzyskany metodą różnicową wynosił 361 g/l, natomiast metodą chromatograficzną 348 g/l (Rys. 3),

– próbka 2 – farba rozpuszczalnikowa dla której limit zawartości LZO zgodnie z rozporządzeniem wynosił 400 g/l. Wynik uzyskany metodą różnicową wynosił 460 g/l, natomiast metodą chromatograficzną 399 g/l (Rys 4).

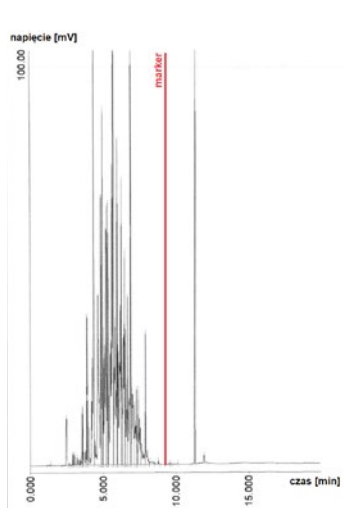
Przyczyną różnicy uzyskanych wyników była obecność w wyrobie związków organicznych o temperaturze wyższej niż 250 °C co widoczne jest na chromatogramach obu próbek (Rys. 3, Rys. 4,) na których czerwoną linią oznaczono czas retencji markera. Prawdopodobnie uzyskane wyniki byłyby zbliżone, gdyby wyrób nie zawierał frakcji o wyższej temperaturze wrzenia.

Zaletą analizy chromatograficznej z detektorem FID jest fakt, że „nie widzi” on wody w oznaczanym wyrobie, dlatego nie ma możliwości zawyżenia zawartości LZO w badanym wyrobie. Inna sytuacja jest przy metodzie różnicowej, gdzie brak rzetelnych informacji na temat ilości wody w analizowanej próbce może skutkować zafałszowaniem zawartości LZO.

Pomimo pewnych niedoskonałości metody różnicowej nie należy zaprzestawać jej stosowania, tak samo jak nie należy prowadzić wszystkich analiz metodą chromatograficzną. Obie techniki posiadają szereg zalet jak i wad, które determinują możliwość ich zastosowania do oznaczania LZO w wyrobach lakierowych (Tab. 3).

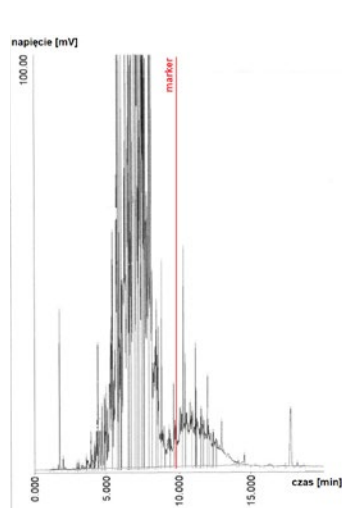
### Podsumowanie

Oznaczanie zawartości lotnych związków organicznych w wyrobach lakierowych niewątpliwie wymaga indywidualnego podejścia do analizy badanego wyrobu. Zarówno metody instrumentalne jak chromatografia gazowa, czy wagowe jak metoda różnicowa są metodami za pomocą których można określić zawartości LZO w wy-



Rys. 3. Chromatogram próbki 1. Czerwona linia przedstawia czas retencji markera, który wyznacza punkt do którego zostają zliczane piki uznawane jako LZO

Fig. 3 Chromatogram of sample 1. The red line represents the retention time of the marker, which is the point up to which peaks regarded as VOCs are counted



Rys. 4. Chromatogram próbki 2. Czerwona linia przedstawia czas retencji markera, który wyznacza punkt do którego zostają zliczane piki uznawane jako LZO

Fig. 4 Chromatogram of sample 2. The red line represents the retention time of the marker, which is the point up to which peaks regarded as VOCs are counted

Tabela 3. Porównanie metod stosowanych do oznaczania zawartości lotnych związków organicznych

Table 3. Comparison of methods used to determine the content of volatile organic compounds

Metoda badania	Rodzaj wyrobu	Zalety	Wady
PN-EN ISO 11890-2:2013-06	- wyroby o zawartości lotnych związków organicznych 0,1 – 15% m/m, - wyroby o zawartości lotnych związków organicznych równej lub większej od 15% m/m	- możliwość oznaczenia niskich zawartości LZO, - możliwość oznaczenia składu jakościowego w przypadku zastosowania detektora masowego, - możliwość oznaczenia składu ilościowego, - brak konieczności oznaczania wody	- bardziej czasochłonna analiza, - konieczność doboru parametrów prowadzenia analizy, - w przypadku detektora płomieniowo-jonizacyjnego konieczne posiadanie biblioteki wzorców, - wymaga zaplecza aparaturowego - wyższy koszt analizy
PN-EN ISO 11890-1:2008 ASTM D 2369-10	- wyroby o zawartości lotnych związków organicznych równej lub większej od 15% m/m - produkty zawierające lotne związki organiczne, w skład których wchodzi rozpuszczalniki reaktywne	- możliwość analizy mieszanin dwuskładnikowych - stosunkowo krótki czas analizy - niższe koszty analizy - nie wymaga specjalistycznej aparatury	- brak możliwości określenia składu jakościowego LZO, - konieczność posiadania informacji dotyczącej zawartości wody w badanym wyrobie, lub konieczność jej oznaczenia

robach lakierowych. Każda z stosowanych metod oznaczania LZO ma swoje wady i zalety, ale stosowana zgodnie z jej przeznaczeniem zagwarantuje poprawność uzyskanych wyników.

Należy zwrócić uwagę na istotną rolę komunikacji producentów wyrobów lakierowych z laboratoriami wykonującymi analizy LZO. Dobra wymiana informacji na etapie ustalania warunków prowadzenia oznaczenia, pozwala na odpowiednie dobranie właściwej metody analizy nawet dla bardziej wymagających wyrobów. Odpowiedni dobór metody analitycznej pozwala nie tylko skrócić czas, ale również ograniczyć koszty analizy, ponieważ może się okazać, że dla badanego wyrobu możliwe jest zastosowanie tańszej metody różnicowej zamiast droższej metody chromatograficznej.

### Literatura

1. Kamińska-Bach G., *Farby i Lakierzy*, 2018, 1, 20-26.
2. Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej polskiej z dnia 26 sierpnia 2016. Poz. 1353 Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 8 sierpnia 2016 r. w sprawie ograniczenia emisji lotnych związków organicznych zawartych w niektórych farbach i lakierach przeznaczonych do malowania budynków i ich elementów wykończeniowych, wyposażeniowych oraz związanych z budynkami i tymi elementami konstrukcji oraz w mieszaninach do odnawiania pojazdów.
3. Witkiewicz Z., *Podstawy chromatografii*, WNT Warszawa 1995
4. Kamińska-Bach G., *Farby i Lakierzy*, 2007 1, 37-41.