

KAZIMIERZ ZYCH

SORPCJA \*) TLENKU ETYLENU  
W FOLIACH Z TWORZYW SZTUCZNYCHZ Zakładu Toksykologii Sanitarnej Państwowego Zakładu Higieny w Warszawie  
Kierownik: prof. dr A. Bojanowska*Przeprowadzono badania wielkości sorpcji i szybkości desorpcji tlenku etylenu w foliach z tworzyw sztucznych i w kartonie. Przedyskutowano możliwości zastosowania tych folii na opakowania ochronne przy sterylizacji tlenkiem etylenu przyborów medycznych jednorazowego użytku.*

W dotychczasowych wiadomościach o procesach sterylizacyjnych chemicznymi środkami w postaci par, jest jeszcze dużo zagadnień nie wyjaśnionych. Obecnie prowadzone badania skupiają się głównie na tlenku etylenu, który spośród innych znanych tego typu środków, jest uznawany za najlepiej nadający się do tzw. sterylizacji zimnej w temperaturach poniżej  $60^{\circ}$ .

Tematem tej pracy jest próba oznaczenia wielkości sorpcji i desorpcji tlenku etylenu w foliach z tworzyw sztucznych.

Właściwość ta, jak wynika z rozważań teoretycznych, może mieć znaczny wpływ na dobór folii jako opakowań ochronnych przed wtórnym zakażeniem; dotychczas zagadnienie to nie zostało wyjaśnione [1, 2].

Interesującą jest też kwestia w jakim stopniu przenikliwość folii [3], będzie korelować z właściwościami sorpcyjnymi.

Tworzywa sztuczne pod względem właściwości sorpcyjnych, ze względu na strukturę układu przestrzennego cząsteczek, mogą znacznie różnić się od tworzyw tradycyjnych. Z trzech rodzajów adsorpcji, zwykłej, kapilarnej i chemicznej tylko dwie pierwsze mogą być badane. Tworzywa, w których mogłaby zachodzić adsorpcja chemiczna (nieodwracalna), nie powinny być poddawane procesowi sterylizującemu tego rodzaju. Obok adsorpcji może występować przy tworzywach sztucznych absorpcja.

Nie jest możliwe dokonanie prostymi metodami pomiaru adsorpcji i desorpcji zwykłej, jako zachodzących bardzo szybko. Występująca ewentualna adsorpcja kapilarna w tworzywach sztucznych może przebiegać jednocześnie z absorpcją. Z powyższego względu zastosowany sposób badania pozwala na ustalenie sumarycznej wielkości adsorpcji i adsorpcji kapilarnej, jak i sumarycznej wielkości desorpcji.

## METODYKA BADANIA

Z folii z tworzyw sztucznych sporządzano jednakowej szerokości paski, zmierzone i zważone, a następnie dla zapewnienia możliwie równomiernego wnikania gazu zwijano je wraz z paskami z siatki sitowej fosforobrazowej.

\*) Określenie „sorpcja” obejmuje dwa zjawiska fizyko-chemiczne absorpcję i adsorpcję, które często zachodzą jednocześnie i trudno je wyodrębnić.

Zwitki te umieszczano w naczynkach wagowych i po zważeniu umieszczano z kolei w eksykatorze próżniowym.

Otwarty eksykator z otwartymi naczynkami wagowymi przetrzymywano w ciągu 4 godzin w pomieszczeniu o temperaturze 21° przy wilgotności względnej 50—55%. Następnie eksykator zamykano, pozostawiając naczynka wagowe otwarte i wywoływano w nim podciśnienie rzędu 95%, po czym natychmiast wprowadzano do niego pary tlenu etylenu z ampułki, wychłodzonej do 15°.

Ampułki były napełnione ilościowo z biurety ciekłym tlenkiem etylenu w chłodni przy +4° i wymrożone w suchym lodzie, a następnie zatopione. Po wprowadzeniu do eksykatora tlenu etylenu, co trwało od 10 do 15 minut, zamykano go i pozostawiano na czas ekspozycji w temp. 21°.

Pustą ampułkę z odciętą częścią szyjki ważono, wyznaczając dokładnie ilość użytego do tej próby tlenu etylenu.

Po upływie okresu ekspozycji eksykator otwierano i natychmiast zamykano naczynka wagowe, które szybko ważono. Następnie naczynka ponownie otwierano dla wywołania desorpcji w warunkach pokojowych przy temp. 21° i w ustalonych okresach czasu ważono dla wyznaczenia szybkości desorpcji.

Na czas ważenia naczynka zamykano.

### WYNIKI BADAŃ

Badaniom poddano osiem folii, z których dwie były poliwęglanowe: Bistan Af 40 i Bistan Af 100, trzy folie z politereftalanu glikolu etylenowego: Hostaphan i Phostaphan (typu Hostaphan lecz z warstwą polietylen), folia nieznanej firmy, folia z regenerowanej celulozy — Tomofan, folia z polichlorku winylu i folia polietylenowa.

Ponadto w związku ze stosowaniem przy sterylizacji gazowej przyborów medycznych jednorazowego użytku opakowań ochronnych z folii z tworzyw sztucznych w połączeniu z papierem, przeprowadzano bada-

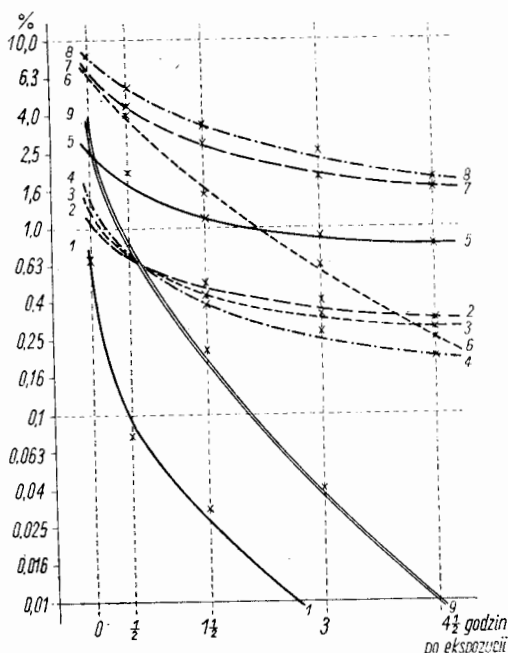
Tabela I

Zestawienie wielkości sorpcji i szybkości desorpcji tlenu etylenu w procentach w stosunku do ciężaru folii z tworzyw sztucznych na podstawie interpolowanych średnich wyników z trzykrotnych pomiarów różnicy ciężarów

| Lp. | Rodzaj tworzywa          | Grubość folii w $\mu\text{m}$ | Wielkość sorpcji bezpośrednio po ekspozycji | Zmiany zaabsorbowanego tlenu etylenu po ekspozycji — godziny |       |      |       |       |       |
|-----|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------|------|-------|-------|-------|
|     |                          |                               |                                             | 1/2                                                          | 1 1/2 | 3    | 4 1/2 | 19    | 48    |
| 1   | Polietylen               | 100                           | 0,71                                        | 0,08                                                         | 0,02  | 0    | —     | —     | —     |
| 2   | Hostaphan                | 60                            | 1,25                                        | 0,71                                                         | 0,5   | 0,4  | 0,31  | 0,18  | ślady |
| 3   | Phostaphan               | 60                            | 1,4                                         | 0,71                                                         | 0,45  | 0,36 | 0,28  | 0,14  | ślady |
| 4   | Tomofan                  | 30                            | 1,6                                         | 0,71                                                         | 0,40  | 0,28 | 0,20  | 0     | —     |
| 5   | Politereftalan           | 30                            | 2,1                                         | 1,6                                                          | 1,1   | 0,9  | 0,8   | 0,4   | ślady |
| 6   | Polichlorek winylu       | 140                           | 6,4                                         | 4,0                                                          | 1,6   | 0,6  | 0,25  | ślady | —     |
| 7   | Bistan Af 100            | 100                           | 7,1                                         | 4,5                                                          | 2,8   | 1,9  | 1,6   | 0     | —     |
| 8   | Bistan Af 40             | 40                            | 8,2                                         | 5,6                                                          | 3,6   | 2,5  | 1,8   | 0,28  | 0     |
| 9   | Karton (okładka zeszytu) | 170—200                       | 3,54                                        | 0,86                                                         | 0,22  | 0,04 | 0,01  | —     | —     |

nie porównawcze właściwości sorpcyjnych kartonu używanego na okładki zeszytów.

Uzyskane wyniki sorpcji i 48-godzinnej desorpcji tlenu etylenu przez badane folie w stosunku do ich ciężaru zestawiono w tabeli I i ponadto wyniki 4,5 godzinnej desorpcji przedstawiono na wykresie (ryc. 1).



Ryc. 1. Wykres zmian sorpcji tlenu etylenu w  $\% / 0\%$  w stosunku do ciężaru folii w czasie po ekspozycji wg tabeli I.

Przy badaniu Tomofanu występowały w końcowym okresie desorpcji niewyjaśnione zmiany ciężaru próbek, które pominięto w obliczeniach.

W tabeli II zestawiono wyniki sorpcji tlenu etylenu w stosunku wagowym i w stosunku do powierzchni folii, oraz wyznaczono charakter desorpcji wynikający z wykresu. W tejże tabeli przytoczono jednocześnie wyznaczone we wspomnianej pracy z ubiegłego roku [3] czasy przenikania tlenu etylenu przez badane folie, oraz przytoczono przewidywaną przepuszczalność wszystkich folii przy grubości 30 mikronów.

Wyliczono jednocześnie procentowy stosunek wprowadzonego tlenu etylenu do ulegającego sorpcji przez badane tworzywa.

Wielkość sumaryczna tak obliczonej sorpcji (adsorpcji kapilarnej i absorpcji) przez badane tworzywa, mimo nieznacznego wypełnienia nimi eksykatora, wynosiła od 44 do 48% z ilości wprowadzonej od 1500 do 1800 mg na litr.

#### OMÓWIENIE WYNIKÓW

Z wykresu na ryc. 1 wynika, że: — folie między sobą różnią się zdolnościami sorpcji i dają się uszeregować w trzech grupach: o słabej sorpcji poniżej 1%, o średniej od 1 do 4% i przewyższającej 4% tlenu etylenu w stosunku do masy tworzywa;

Tabela II

Porównanie przepuszczalności, sorpcji i desorpcji tlenu etylenu wyznaczonych w badanych foliach

| Lp. | Rodzaj tworzywa folii | Grubość folii w mm | Przepuszczalność          |                                      | Wielkość sorpcji |                       | Szybkość desorpcji **) |
|-----|-----------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|
|     |                       |                    | stwierdzona w minutach *) | przepuszczalna przy 30 mm w minutach | w % wagowych     | mg na dm <sup>2</sup> |                        |
| 1   | Polietylen            | 100                | 12                        | 4                                    | 0,71             | 10                    | duża                   |
| 2   | Hostaphan             | 60                 | 30                        | 15                                   | 1,25             | 7                     | mała                   |
| 3   | Phostaphan            | 60                 | 14                        | 7                                    | 1,4              | 13                    | mała                   |
| 4   | Tomofan               | 30                 | 4                         | 4                                    | 1,6              | 7                     | mała                   |
| 5   | Politereftalan        | 30                 | 12                        | 12                                   | 2,1              | 7                     | mała                   |
| 6   | Polichlorek winylu    | 140                | 5                         | 1                                    | 6,4              | 102                   | średnia                |
| 7   | Bistan Af 100         | 100                | —                         | —                                    | 7,1              | 86                    | mała                   |
| 8   | Bistan Af 40          | 40                 | 12                        | 10                                   | 8,2              | 40                    | mała                   |

\*) ustalone w pracy ubiegłorocznej [3], a dla Bistanu Af 40 w badaniach specjalnych,

\*\*) nie ustalono liczbowego wyrażenia szybkości desorpcji. Orientacyjnie: „mała” oznacza spadek ilości zaabsorbowanego tlenu o około 30×, „średnia” o około 50–60×, a „duża” ponad 75× w ciągu godziny.

— na ogół folie wykazują wolny przebieg desorpcji, lecz dwie z nich wyróżniają się większą szybkością, mianowicie folia z polichloru winylu i z polietylenu; ta ostatnia wykazuje największą szybkość desorpcji;

— najwyższą sorpcję wykazują folie poliwęglanowe, Bistan Af 40 i Bistan Af 100, przy czym mimo dość dużej różnicy ich grubości wielkość sorpcji i szybkość desorpcji nie wykazuje znamiennych różnic;

— folia z polichloru winylu wykazuje sorpcję podobną do folii poliwęglanowych, przy znacznie większej szybkości desorpcji;

— folia polietylenowa wykazuje najniższą sorpcję i jednocześnie najszybszą desorpcję ze wszystkich badanych folii;

— przy foliach z politereftalanu glikolu okazuje się, że sorpcja Hostaphanu i Phostaphanu prawie się nie różni, lecz jest mniejsza o około 30% od sorpcji folii firmy nieznannej, jednak szybkość desorpcji tych trzech folii nie wykazuje znamiennych różnic;

— karton wykazuje dość znaczną sorpcję, ale jednocześnie szybką desorpcję zbliżoną do desorpcji folii polietylenowej.

Z porównania wielkości sorpcji tlenu etylenu (tabela II) wyznaczonej w procentach wagowych i miligramowych na decymetr kwadratowy nie daje się ustalić wzajemnej korelacji.

Podobnie przy porównaniu wielkości sorpcji z szybkością desorpcji i ze zdolnością przepuszczalności tlenu etylenu nie daje się zauważyć współzależności.

## WNIOSKI

1. Folie, w zależności od rodzaju tworzywa sztucznego, wykazują znaczne różnice zdolności sorpcyjnych w stosunku do tlenu etylenu. W badanych foliach wielkość ta wynosiła od 0,71 do 8,2%, przy czym najmniejszą zdolnością sorpcyjną cechuje się folia polietylenowa.

2. Скорость десорпции кислорода этилена является вообще малой, фольги из полихлорка винила и полиэтилена показывают высшую десорпцию, а в особенности та последняя.

3. Наблюдаемая разница величин сорпции при фольгах из политефталана гликоля этиленового предположительно вытекает из различия процессов технологических, называемых вытягиванием ориентованным и неориентованным.

4. Выдается, что на упаковки защитные при стерилизации кислородом этилена лучше всего подходит фольга полиэтиленовая, о том, насколько она достаточно тонкая и одновременно выдерживала так, чтобы могла обеспечить возможно значительную проницаемость кислорода этилена, при достаточной выдержке механической.

5. В случае, когда стержень кислорода этилена не является удерживаемым на постоянной высоте, следует установить его потребление в процессе стерилизационном или дезинфекционном, принимая во внимание величину заправки и степень его способности сорпционных.

6. При выборе упаковки защитной из различных видов материалов для проектируемой продукции приборов одноразового использования — следует прежде всего исследовать фольгу с точки зрения проницаемости и сорпции кислорода этилена.

7. В случае упаковок защитных из фольги в сочетании с бумагой, следует также тот же вид бумаги исследовать подобно.

8. Следует ожидать, что начатые исследования описанных свойств материалов должны создать основу для оценки их пригодности как упаковок при стерилизации кислородом этилена.

К. Зых

## СОРБЦИЯ КИСЛОРОДА ЭТИЛЕНА В ФОЛЬГАХ ИЗ ПЛАСТМАСС

### Содержание

Исследовали восемь различных видов фольги и картона относительно способности сорбции и скорости десорбции кислорода этилена.

Обозначения велись весовым методом после экспозиции в вакуум-экспикаторе.

Кислород этилена в определенных дозах, вводили непосредственно после получения вакуума.

Удостоверили, что сорбция кислорода этилена через фольги, в зависимости от вида пластмассы, колеблется в довольно широких пределах от 0,71 до 8,2%.

Большинство исследуемых фольг характеризуются небольшой скоростью десорбции, которая не зависит от величины сорбции.

Полиэтиленовая фольга имела самую низкую сорбцию при самой быстрой десорбции.

Сравнение способности сорбции по отношению к весу и поверхности фольги а также по отношению к проницаемости кислорода этилена (3) не проявляло взаимных корреляций.

Полученные результаты предоставляют возможным выбрать соответствующую фольгу, из пластмассы на предохранительную упаковку при стерилизации окисью этилена медицинских инструментов однократного употребления.

K. Zych

## SORPTION OF ETHYLENE OXIDE BY PLASTIC FOILS

## Summary

The rates of sorption and desorption of ethylene oxide by eight types of plastic foils and cardboarded was studied.

The determination was carried out gravimetrically after exposure of the foil in a vacuum desiccator. Known amounts of ethylene oxide were introduced into the chamber immediately after the pressure was reduced.

It was found that the sorption of ethylene oxide by various foils lies in a quite wide range of values from 0.71% to 8.2%, depending on the type of plastic.

Most tested foils were characterized by a low rate of desorption, which was independent on the rate of sorption.

The polyethylene foil had the lowest rate of sorption and the highest desorption.

No correlation could be established between the sorbability of the foil and either its weight and area, or the permeability for ethylene oxide. (3).

The results obtained make possible a rational selection of plastic foils for use as protective wrappings for the sterilisation with ethylene oxide of disposable medical instruments.

## PIŚMIENNICTWO

1. Lloyd R. S.: Ethylene Oxide Sterilization of Medical and Surgical Supplies. The Journal of Hospital Research, 1963, 1, 2, str. 27 (American Sterilizer Company, Erie, Pennsylvania). — 2. Horn H., Steiger E.: Über die physikalischen Parameter der Athylenoxidsterilisation und ihre Bedeutung für den Sterilisationserfolg. Z. ges. Hyg. 1968, XIV, 2, str. 148—154. — 3. Zych K., Diechtiar M.: Badania możliwości prowadzenia dezynfekcji tlenkiem etylenu w workach z folii z tworzyw sztucznych: Roczn. PZH, 1968, XIX, 5, str. 571—579.

Dn. 22.II.1969 r.

Warszawa, ul. Chocimska 24.